Engenharia de Produção:

produtividade e competitividade

VOLUME II

Editora Conhecimento Livre

Frederico Celestino Barbosa
(organizador)

Engenharia de produção: produtividade e competitividade

2ª ed.

Piracanjuba
Editora Conhecimento Livre
2020

Copyright© 2020 por Editora Conhecimento Livre

2ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238a Engenharia de produção: produtividade e competitividade. / Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO: Editora Conhecimento Livre, 2020.
959 f.: il.
DOI: 10.29327/511762
ISBN: 978-65-80226-36-8
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Engenharia de produção. 2. Produtividade. 3. Competitividade. 4. Gestão industrial 5. Sustentabilidade. I. Barbosa, Frederico Celestino. I. Título.

CDU: 620

https://doi.org/10.29327/511762

O conteúdo dos artigos são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Sumário

CAPÍTULO 1 7

SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÕES ISOLADAS EM SITES DE MINERAÇÃO 7

CAPÍTULO 2 21

META-HEURÍSTICA ILS PARA O PROBLEMA DE ROTEAMENTO NO PLANEJAMENTO DO INVENTÁRIO FLORESTAL..... 21

CAPÍTULO 3 39

UM ESTUDO DE CASO DE *LEAN OFFICE* NO 1º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO DO EXÉRCITO..... 39

CAPÍTULO 4 57

ANÁLISE MULTIVARIADA DE UM *FRAMEWORK* PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS EM UMA EMPRESA DE TECNOLOGIA 57

CAPÍTULO 5 77

A FUNÇÃO PRESCRITIVA DA MANUTENÇÃO SINCRONIZADA À GESTÃO DE ATIVOS..... 77

CAPÍTULO 6 94

A IMPORTÂNCIA DA LOCALIZAÇÃO DE SENSORES DE TRÁFEGO NA REDE DE TRANSPORTES: UM ESTUDO DE CASO BRASILEIRO 94

CAPÍTULO 7 114

UM NOVO MODELO DE REDE PARA O PROBLEMA DE FLUXO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS COMPOSTOS..... 114

CAPÍTULO 8 128

APRIMORAMENTO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR) INTEGRADA AO DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PREVENÇÃO DE RISCOS EM PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA APRI EM UMA OBRA DE SANEAMENTO NO PROCESSO DE ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO ADUTORA DE ÁGUA.....128

CAPÍTULO 9 156

ESTUDO DE VIABILIDADE NO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS CONDENSADORES EVAPORATIVOS EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS..... 156

CAPÍTULO 10.....171

ESTIMAÇÃO DA INEFICIÊNCIA ECONÔMICA GERADA NO VAREJO DE GASOLINA COMUM EM MINAS GERAIS 171

CAPÍTULO 11.....188

LOGÍSTICA 4.0 E A RASTREABILIDADE DE MATERIAIS: PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS..... 188

CAPÍTULO 12.....203

A REALIDADE VIRTUAL EM BENEFÍCIO DAS METODOLOGIAS ATIVAS: UMA APLICAÇÃO NA DISCIPLINA DE USINAGEM..... 203

CAPÍTULO 13.....216

PERFIL DE UM ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - A PARTIR DA VISÃO DO MERCADO DE TRABALHO..... 216

CAPÍTULO 14.....229

UMA ANÁLISE ESPACIAL DO CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MATOGROSSENSE COM BASE NO USO DO MÉTODO SHIFT-SHARE..... 229

CAPÍTULO 15.....249

INDUSTRIA 4.0 E SISTEMAS CIBERFÍSICOS NA ÁREA DA FISIOTERAPIA 249

CAPÍTULO 16.....263

OTIMIZANDO RECURSOS EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA ATRAVÉS DO PROBLEMA DE CORTE BIDIMENSIONAL: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO FIRST FIT DECREASING HEIGHT (FFDH)..... 263

CAPÍTULO 17.....276

MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO: UMA VISÃO GERAL DA LITERATURA..... 276

CAPÍTULO 18.....296

LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DE 2005 A 2019..... 296

CAPÍTULO 19.....311

PROPOSTA DE UM MODELO PARA O CAIXEIRO VIAJANTE MULTIOBJETIVO: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO A FUNÇÃO ARBITRAGEM DE NASH..... 311

CAPÍTULO 20.....325

ANÁLISE DOS CUSTOS DAS NÃO CONFORMIDADES NA PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE 325

CAPÍTULO 21.....339

DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS: SELEÇÃO E MÉTRICA DOS ESTUDOS PUBLICADOS 339

CAPÍTULO 22.....359

MELHORIAS DE DESEMPENHO DOS PROCESSOS EM SERVIÇOS DE SAÚDE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN HEALTHCARE..... 359

CAPÍTULO 23 381

A UTILIZAÇÃO DA TEORIA DOS VALORES EXTREMOS NA ÁREA FINANCEIRA: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA ESTRATÉGIAS LONG-SHORT NO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO 381

CAPÍTULO 24 399

MELHORIA NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DO CONJUNTO DE FORÇA DO MOTOR DIESEL UTILIZADO EM LOCOMOTIVAS 399

CAPÍTULO 25 417

VERIFICAÇÃO DE ADEQUAÇÃO DE UM HOSPITAL PÚBLICO FEDERAL AOS PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA QUALIDADE 417

CAPÍTULO 26 438

APLICAÇÃO DE CADEIAS DE MARKOV PARA ANÁLISE DE VARIAÇÃO DO DÓLAR AMERICANO 438

CAPÍTULO 27 452

PROGRAMAÇÃO LINEAR: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS CUSTOS DE TRANSPORTE EM UMA EMPRESA DO RAMO DE EMBALAGENS DE PORTO ALEGRE – RS 452

CAPÍTULO 28 463

ESTUDO PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE AMOSTRAS NUMA ESTAMPARIA ROTATIVA DO SETOR TÊXTIL 463

CAPÍTULO 29 477

RASTREABILIDADE DOS PROCESSOS DA AGROINDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA POR MEIO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN 477

CAPÍTULO 30 487

MAPEAMENTO DO CENÁRIO COMPETITIVO DOS RESTAURANTES DA CIDADE DE SALGUEIRO - PE: UM ESTUDO BASEADO NO MÉTODO DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS) 487

CAPÍTULO 31 501

IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O GERENCIAMENTO DE MÚLTIPLOS PROJETOS USANDO O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA 501

CAPÍTULO 32 516

O FUNDAMENTO DA MELHORIA CONTÍNUA DIRECIONADO PARA A ERGONOMIA E SEGURANÇA: UM ESTUDO DE CASO 516

CAPÍTULO 33 532

ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DIA-A-DIA DAS MICROEMPRESAS DE UM MUNICÍPIO DO AMAZONAS 532

CAPÍTULO 34.....545

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE ESTOQUE COM APLICAÇÃO DO DMAIC EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS: UM ESTUDO DE CASO..... 545

CAPÍTULO 35.....567

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS RELACIONADOS AO ESCOAMENTO DA SOJA EXPORTADA DO MATO GROSSO ATRAVÉS DE ROTAS DESTINADAS AO COMPLEXO PORTUARIO DE BELÉM..... 567

CAPÍTULO 36.....585

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E REGRESSÃO POR VETORES DE SUPORTE NA MODELAGEM DA FRAÇÃO DE PRODUTOS NÃO CONFORMES DE UM PROCESSO PRODUTIVO..... 585

CAPÍTULO 37.....600

TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: UMA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SETOR 600

CAPÍTULO 38.....615

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LOGÍSTICO NO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR TÊXTIL BASEADO EM SEUS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 615

CAPÍTULO 39.....630

GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM UMA EMPRESA DE TINTAS E SINALIZAÇÃO PARA O VAREJO: UM ESTUDO DE CASO..... 630

CAPÍTULO 40.....644

UM ESTUDO DE PROCESSOS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO E COGERAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA NACIONAL..... 644

CAPÍTULO 41.....669

PARA ALÉM DA ESTRUTURA: ABRINDO A PORTA DA “GAIOLA DE FERRO” 669

CAPÍTULO 42.....689

REVISÃO LITERÁRIA SOBRE A INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 EM FATORES RELATIVOS À SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHADOR 689

CAPÍTULO 43.....703

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S AFIM DE MELHORIA NA QUALIDADE DO SERVIÇO EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE LATICÍNIOS..... 703

CAPÍTULO 44.....717

TRANSMISSÃO DA VARIAÇÃO DA TAXA DE CÂMBIO PARA OS PREÇOS DE EXPORTAÇÃO BRASILEIROS DO MILHO 717

CAPÍTULO 45.....732

THE CHALLENGE OF THE DISRUPTIVESPOTIFY 732

CAPÍTULO 46.....747

AÇÕES DE LOGÍSTICA REVERSA EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS..... 747

CAPÍTULO 47.....768

ELABORAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO DE UMA INDUSTRIA DE CACHAÇAS ARTESANAIS . 768

CAPÍTULO 48.....782

PROPOSTA DE MELHORIA NO SERVIÇO DE ENGENHARIA DE PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO POR MEIO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS 782

CAPÍTULO 49.....797

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS PARA AMPLIAÇÃO DA RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTO.... 797

CAPÍTULO 50.....811

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO ESTUDO DE CRONOANÁLISE EM UM LAVA-JATO NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL-PA 811

CAPÍTULO 51.....825

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT: ANÁLISE DAS EMPRESAS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL CERTIFICADAS NO MARANHÃO NO PERÍODO DE 2015 A 2018. 825

CAPÍTULO 52.....842

ESTUDO SOBRE A VERIFICAÇÃO DO GARGALO DA ÁREA DE ACABAMENTO DE UM PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE PERFIS ESTRUTURAIS DE UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA 842

CAPÍTULO 53.....858

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: UMA DINÂMICA DE ENSINO APLICADO AO PROCESSO DE MONTAGEM DO ROBÔCANO 858

CAPÍTULO 54.....878

A GESTÃO INOVADORA DA LOGÍSTICA COM APLICAÇÃO DE SISTEMAS INTELIGENTES NA REDE POMMEDOR..... 878

CAPÍTULO 55.....896

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) NA MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE..... 896

CAPÍTULO 56.....911

PROPOSTA DE PADRÕES DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASOS EM UMA FÁBRICA DE LINHA BRANCA 911

CAPÍTULO 57.....926

CONTROLE DE CUSTOS DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA. 926

CAPÍTULO 58.....939

A QUEBRA DAS BARREIRAS NA IMPLANTAÇÃO DE UM SGQ NAS PEQUENAS E MÉDIAS ENPRESAS A PARTIR DE UM NOVO MODELO TEÓRICO E PRÁTICO. 939

Capítulo 1

SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÕES ISOLADAS EM SITES DE MINERAÇÃO

Einstein Erse (UEPA - Eerse@bol.com.br
Eduarda Costa Ferreira (UEPA - eduardacostaferreira5@gmail.com)
Glauber Epifanio Loureiro (CCNT/UEPA - epfanio@yahoo.com.br)

1. INTRODUÇÃO

O foco deste trabalho é apresentar subsídios para implantação de procedimentos de segurança em atividades de montagem, lançamento, nivelamento e manutenção de Rede de Distribuição Isolada(RDI), próximo a cabos energizados de outras redes elétricas de distribuição, em média tensão, em sites de mineração, onde detectamos um ambiente agressivo à instalação de redes elétricas aéreas convencionais.

Tais procedimentos deverão abranger todo processo de construção, montagem e manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando- se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Acompanhou-se a construção de uma RDI de 34,5 kV, com dois alimentadores, uma Rede de Distribuição Isolada de 13,8 kV (para operar em 4,16 kV) e desmontar três Redes de Distribuição Aéreas Convencionais - RDA, sendo duas de 34,5 kV e uma de 13,8 kV (operando em 4,16 kV).

A construção de RDI's visou à retirada de interferências com instalações elétricas existentes para implantação de novas células de um sistema de mineração, tais como Casas de Transferências e Transportadores a serem implantados nas instalações do site, próximo à área de Carregamento, em um Complexo Minerador no norte do país.

Como objetivos específicos, pretende-se avaliar a utilização de procedimentos de segurança aplicados a construção e manutenção de redes de distribuição isoladas em ambientes agressivos, no nosso caso altíssimo teor de partículas de minério ferro no ar, e próximas a diversas outras redes de distribuição energizadas.

A metodologia para confecção deste artigo constituiu-se do estudo de campo, através da observação direta das sistemáticas de construção da RDI, procurando o aprofundamento nestes procedimentos, e pesquisa bibliográfica exploratória das normas técnicas pertinentes a construção deste tipo de rede, onde a leitura exploratória do material selecionado será feita uma leitura seletiva, ou seja, aprofundando-se das partes que realmente interessam.

Após a seleção do material sob uma leitura analítica e interpretativa, que tem por objetivo ordenar e sumariar estas informações, estabelecendo relações com as atividades de segurança em construção e montagem da RDI, através de informações obtidas através da observação direta das atividades de campo realizadas pelas equipes de execução.

2. PROBLEMÁTICA DA SEGURANÇA NA IMPLANTAÇÃO DE REDES AÉREAS ISOLADAS

A problemática se inicia desde antes da execução da obra, em questões de cunho ambiental, pois para construirmos a RDI teremos que efetuar a supressão vegetal na área de servidão do trecho por onde a linha irá passar. Temos que proceder ao estudo de impacto ambiental (EIA), para então gerarmos o relatório de impacto ambiental (RIMA), para então requerermos o licenciamento ambiental, que é um instrumento da Política Nacional que tem como objetivo principal garantir a operação segura de uma empresa, visando resguardar a saúde do trabalhador, da população, bem como proteger o meio ambiente de possíveis danos causados pelo processo de produção.

A existência de animais selvagens, insetos peçonhentos, vegetação venenosa, e vetores transmissores da febre amarela e dengue, entre outros, são agravantes na condição de saúde dos colaboradores, que nos faz ter que tomar atitudes prevencionistas mais rigorosas, no intuito de minimizar estas ocorrências.

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

As medidas de proteção coletiva compreendem, a desenergização elétrica do circuito que se for trabalhar conforme estabelece a NR 10 e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança para as redes sem isolamentos (ABNT, 2007). O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes (ABNT, 2004; ABNT 2010).

A preocupação central é identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência dos acidentes de trabalho na construção e montagem de RDI's. A falha em não se seguir corretamente os procedimentos de segurança é o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso é o tipo mais complexo e delicado.

A técnica se constituirá do estudo de campo, através da observação direta das sistemáticas de construção da RDI, procurando o aprofundamento nestes procedimentos, e pesquisa bibliográfica exploratória das normas técnicas pertinentes a construção deste tipo de rede, onde a leitura exploratória do material selecionado será feita uma leitura seletiva, ou seja, uma leitura aprofundada das partes que realmente interessam. Após esta seleção o material seguirá uma leitura analítica e interpretativa, que tem por objetivo ordenar e sumariar estas informações, estabelecendo relações

com as atividades de construção e montagem da RDI, através de informações obtidas através da observação direta das atividades de campo realizadas pelas equipes de execução.

A partir desta leitura crítica e seletiva a respeito do tema, assim como da posse de todas as informações coletadas em campo, estamos preparados para construir o nosso referencial prático a respeito do assunto. O referencial teórico é o contexto dentro do qual vai se desenvolver a investigação científica, fruto da pesquisa bibliográfica exploratória e das conclusões obtidas do campo, que não é apenas uma síntese do conhecimento acumulado, mas também experimentos realizados em campo.

3. MODELAMENTO TÉCNICO PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA PARA REDE ELÉTRICA EM ESTUDO (RDI)

A técnica adotada para o modelamento dos procedimentos de segurança na construção dasRDI'sem estudo será a legislação de saúde e segurança do trabalhador aplicável e vigente (Brasil, 1977)

A justificativa para adoção desta lei reside no fato de que as empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), manterão obrigatoriamente, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.

3.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O desenvolvimento das atividades de segurança envolvidas no projeto deverá seguir as orientações também de outras normas técnicas, fins elaboração das fichas de Análise Preliminar de Risco (APR's), assim como de várias outras ferramentas de gestão de riscos ao trabalhador (ABNT, 2005).

No trabalho será adotado como premissa o pleno atendimento da legislação local de saúde e segurança, também será utilizado o requisito mais restritivo entre a legislação local e o requisito estabelecido nestas instruções. Qualquer situação onde não seja possível atender um requisito, ou em que haja uma equivalência nos níveis de riscos alcançados a partir de outras medidas de controle, será formalmente aprovada conforme o procedimento de exceção/equivalência pela elaboração de um estudo de caso incluindo, no mínimo, a descrição da atividade, justificativas para o não atendimento ou equivalência, medidas de controle propostas a partir de uma análise de riscos.

Deverá ser adotada a simbologia gráfica da ABNT para a execução dos desenhos e diagramas funcionais. Em caso de omissão desta, poderão ser utilizadas as simbologias das normas ANSI (American National Standards Institute) e /ou da IEEE (InstituteofElectricalandElectronicEngineers).

As unidades a serem utilizadas deverão ser aquelas do Sistema Métrico, normalizadas no Brasil.

Toda a documentação incluída no fornecimento deverá estar em Português, inclusive os Manuais de Operação e Manutenção.

Os critérios estabelecidos, nos códigos, normas e outros documentos de referência, serão considerados como requisitos mínimos. Serão aplicados critérios mais conservadores e restritivos onde deve-se considerar pertinente.

3.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE E SUAS MEDIDAS DE BLOQUEIO

Na atividade de implantação de postes foram evidenciados vários riscos de acidentes, oriundos de descontroles operacionais, tais como quebra de postes, quebra do cabo de aço, manilha ou estropo, prensamento de mãos e dedos, acidentes com ferramentas manuais, batidas contra estrutura e cabo isolado, entre outras, conforme Brasil (2004) e Brasil (2012)

A fim de se evitar tais tipos de acidentes é necessário que os colaboradores estejam bem treinados, aptos e qualificados para execução de suas tarefas, e complementarmente sugere-se algumas medidas de bloqueio (isolamento):

a) Inspecionar ferramentas antes de iniciar a tarefa;

b) Fazer a cava do poste, obedecendo às normas específicas;

c) Usar cinta de içamento, observando a capacidade da mesma e carga ser içada;

d) Posicionar o caminhão adequadamente evitando a proximidade da borda do furo,

e) Não ficar com as mãos expostas a situação de pensamento;

f) Guiar o poste com corda, evitar ficar entre o poste e o caminhão;

g) Sinalizar de forma correta para o operador;

h) Somente uma pessoa deve sinalizar para o operador;

i) Usar abafador de ruído tipo concha;

j) Evitar que o poste venha a encostar na rede isolada;

k) Utilizar cobertura isolada, sobre o cabo isolado.

A montagem de suportes e estruturas de passagem de cabos foram evidenciados outros riscos de acidentes, oriundos também de descontroles operacionais, tais como queda com diferença de nível, queda de material ou ferramentas, contusões, entre outros.

A fim de evitar tais tipos de acidentes é necessário que os colaboradores estejam envolvidos na NR 10, treinados, qualificados, e aptos a executar atividade e formalmente autorizado pela gerência a efetuar bloqueio a fim de permitir a execução de serviços de manutenção, operação, limpeza ou testes em condições seguras.

E complementarmente sugere-se algumas medidas de bloqueio (isolamento) conforme CEMIG (2000) e CEMIG (2007):

a) Fazer todos os testes de conferência possíveis para certificar-se de sua eficácia antes de iniciar as atividades;

b) Considerar um bloqueio realmente efetuado somente após ser verificado, no equipamento e/ou circuito a ser bloqueado, que o mesmo foi eficaz;

c) Subir no poste utilizando esporas para eletricista, cinto de segurança tipo paraquedista com talabarte duplo e manter as mãos livres de materiais e ferramentas;

d) Não ficar solto ao mudar o talabarte abdominal, procurar sempre atracar o talabarte "Y" do cinto;

e) Estar atento na tarefa evitando queda de materiais de cima de estrutura;

f) O pessoal de apoio terrestre junto à estrutura deve ficar atento a quedas de materiais;

g) Não fazer movimentos bruscos na execução da tarefa;

h) Usar abafador de ruído tipo concha;

i) Utilizar cobertura isolada, sobre o cabo isolado.

Nos trabalhos de lançamento manual de cabos de RDI's no solo, ao iniciar a atividade fazer uma prévia avaliação do terreno, para o lançamento do cabo (ABNT, 1986 e ABNT, 2011) assim como retirar as interferências do terreno com auxílio da escavadeira nivelando o solo.

Posicionar os cavaletes ao longo do trajeto para o lançamento do cabo RDI, fazendo uso do mesmo para auxiliar na distribuição do peso do cabo. Posicionar o caminhão guindauto (munck) no local para fazer o lançamento do cabo, assim como a bobina no local para o lançamento do cabo RDI.

Iniciar o lançamento do cabo RDI intercalando os colaboradores com mais experientes a frente do cabo seguido de um menos experiente e assim por subsequente. Posicionar os colaboradores em intervalos de 3 a 4 metros de distância um do outro, e mais outros quatro para o controle de velocidade da bobina, em seguida, deve-se fazer o uso do cavalete para diminuição do peso e auxílio da distribuição, após o lançamento do cabo, deve-se posicioná-lo para o nivelamento.

No nivelamento do cabo da RDI fazer inspeção visual na estrutura onde será realizada a atividade, verificar as condições dos aterramentos, caso necessário instalar o conjunto de aterramento temporário no cabo mensageiro. Atentar à subida no poste, instalar as coberturas isoladas nos cabos energizados.

Ao iniciar o nivelamento do cabo, primeiro instala-se o suporte “T” no topo do poste, ao lado dos cabos isolados que estão energizados, tomando cuidado para não bater as ferramentas e nem as ferragens nos cabos energizados, logo após, instala-se a bandola (suporte U). Com o moitão ancorado no olhal do suporte “T”, amarra-se a corda do moitão no cabo isolado (RDI), logo após içar o cabo até a bandola. Utilizar de 04 a 05 pessoas no moitão, para levantar o cabo até a bandola.

Caso haja acesso para o caminhão guindauto (munck), posicionar o mesmo e abrir as patolas, utilizando os calços. Com o auxílio do guindauto, levantar o cabo isolado até a bandola (suporte U). Cuidado ao levantar o cabo para não bater nos cabos isolados existentes que estão energizados.

Nas atividades de lançamento e nivelamento dos cabos de RDI também foram evidenciados vários riscos de acidentes, usualmente de descontroles operacionais, tais como choques elétricos, lesões diversas por efeito térmico, traumatismos, entrada de corpo estranho na vista, contusões, entorses, prensamento de membros, cortes e escoriações nas mãos e dedos, e até mesmo vindo a trazer a morte ao colaborador.

A fim de se evitar tais tipos de acidentes é necessário que os colaboradores estejam treinados, aptos e qualificados na execução da tarefa. Assim como verificar se a área está sinalizada e isolada, e as interferências do terreno, em que será realizada as atividades de lançamento manual dos cabos isolados.

3.3 MEDIDAS PREVENCIONISTAS

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecidas a sequência abaixo:

a) Seccionamento do circuito a ser trabalhado;

b) Impedimento de reenergização;

c) Constatação da ausência de tensão no circuito a ser trabalhado;

d) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;

e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;

f) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização;

g) Cuidado ao manusear objetos cortantes próximos aos circuitos isolados e energizados;

h) Utilizar placas de sinalização, cones / correntes para isolamento de área;

i) Utilizar coberturas de proteção para 34,5KV sobre os cabos isolados que estão energizados, para evitar danos acidentais, devido a batida de materiais cortantes.

3.4 CONDIÇÃO ADVERSA E PREVENÇÃO DE RISCOS

Com o objetivo de melhor relacionarmos as atividades envolvidas na construção e manutenção de uma RDI, com os riscos de acidentes inerentes a mesma, compôs um quadro com as respectivas medidas prevencionistas propostas no Quadro 1:

Quadro 1 - Condição adversa e Prevenção de Riscos

ATIVIDADE	RISCO DE ACIDENTES	MEDIDAS PREVENCIONISTAS
Deslocamento de pessoas para frente de serviço •Transporte de pessoas	• Queda de mesmo nível • Atropelamento	• Sair do veículo verificar se não há obstáculo de terreno em torno dele. • Manter distância de no mínimo 10mt seguimento dos veículos quando mesmo em movimento. • Obedecer ao limite de velocidade do projeto 80 km/h na estrada e 40 km/h nas vias do projeto.

Transporte de material para frente de serviço	• Tombamento e capotamento • Prensamento de membros e cortes Esforço excessivo • Batida e queda de material	• Veículos adequados • Utilizar luvas de vaqueta em caso de material cortante, manter os membros fora do raio de ação • Solicitar ajuda de um transporte para manusear material. • Manter área livre para acesso quando estiver colocando ou retirando material.
Patolamento e Posicionamento do caminhão guindauto	• Prensamento ou aprisionamento de membros e objetos • Esmagamento e atropelamento • Risco de queda de objeto • Esforço excessivo ao puxar ou empurrar objeto • Exposição de ruído • Queda de pessoa em mesmo nível • Exposição ao ruído	• Manter os membros fora do raio de ação, durante atividade de Patolamento do guindauto • Manter uma distância do caminhão de no mínimo 50mt e sinalizar local quando estiver movimentando carga. • Transportar objeto na parte interna da carroceria do caminhão. • Utilizar corda guia amarradas a cargas suspensas. • Fazer uso de protetor auricular durante a remoção de carga. • Manter o local de acesso desobstruído para se locomover no local de trabalho • Sinalizar o local de trabalho, manter uma distância do caminhão durante uso da perfuratriz, fazer uso protetor auricular, óculos, capacete de segurança e preenchimento da PTE e ART.
	• Queda de material, ferramentas e quipamentos • Queda de nível diferente • Contato com partes cortantes • Esforço Físico • Choque elétrico	• Obedecer aos procedimentos de transporte e içamento de matérias e ferramentas. • Inspecionar as cintas e cabos antes de içar o poste. • Obedecer aos procedimentos em trabalho em altura, utilizar cinto tipo paraquedista com no mínimo dois talabartes. • Utilizar luvas de vaqueta quando estiver colocando a cinta no poste. • Obedecer aos procedimentos de transporte e içamento de materiais e ferramentas.

Construção de Redes • Utilização do caminhão Sky com cesta aérea isolada. • Lançamentos e remoção de cabos isolados (RDI), próximo a cabos energizados.	• Inspecionar o local onde ocorrera o Patolamento do caminhão Sky. • Queda de pessoa com diferença de nível de mínimo 1,80MT • Projeção de partículas nos olhos	• Retirar objetos que possa atrapalhar a circulação e o Patolamento do caminhão • Ao subir no poste com caminhão Sky em cesta aérea utilizar cinto de segurança tipo paraquedista com talabarte duplo • Utilizar espora corretamente e verificar as condições de uso
	• Queda de pessoa com diferença de nível de no mínimo 1,80MT • Esforço excessivo ao manejar, sacudir ou arremessar objeto • Queda de mesmo nível	• Utilizar cinto de segurança tipo Paraquedista e linha de vida. • Fazer uso de espora corretamente e verificar as condições de uso. • Não permanecer embaixo do local durante remoção dos cabos. • Utilizar corda com carretinha para remoção de cabos, subida e descida de objeto • Retirar objetos que possa atrapalhar a circulação de pessoas e movimentação do caminhão guindauto. • Ao tencionar os cabos isolados observar o poste onde está
Uso de adornos pessoais (anéis e colares).	• A integridade Física • A saúde	• Proibido utilizar qualquer tipo de adorno ao executar a atividade (anéis, pulseiras, relógios e outros).

Fonte: Autores, 2019

3.5 RESPONSABILIDADES

As responsabilidades daqueles que gerenciam o empreendimento, ou seja, do gerente de contrato da contratante, do preposto da contratada, e dos engenheiros eletricistas envolvidos na obra é o de conhecer, cumprir e fazer cumprir as práticas estabelecidas por lei (como por exemplo as normas regulamentadoras expedidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, entre outras), e inspecionar a realização dos serviços listados, dentro dos parâmetros estabelecidos neste estudo prático de caso real, evidenciados através deste artigo.

Fornecer e manter os equipamentos e ferramentas apropriados para o trabalho também faz parte deste escopo, verificando também se todos os empregados envolvidos foram treinados na NR 10, e se estão aptos a executar as atividades.

Analisar previamente as fontes potenciais de risco e impactos ambientais associados às operações, produtos e locais de trabalho, gerenciando os riscos potenciais identificados em sua área de autorização, para garantir que as tarefas sejam paralisadas pelos seus empregados quando condições de risco forem identificadas na execução dos trabalhos, com a emissão da PTE (permissão de trabalho especial) dando conhecimento a toda sua equipe, é outro fator importante na área de responsabilidade das chefias imediatas.

Quanto as responsabilidades do SESMT, além de fornecer o apoio técnico para a identificação de perigos e riscos, e a identificação de meios de prevenção contra acidentes, deve também especificar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), e os métodos de proteção coletiva para a realização de trabalhos de construção, montagem, operação, manutenção de instalações elétricas e redes de distribuição aprovados junto ao Ministério do Trabalho e Emprego. Outra responsabilidade importante do SESMT é garantir o processo de treinamento e reciclagem, de forma periódica aos empregados diretos e indiretos, quanto ao procedimento operacional de construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e redes de distribuição.

Levando-se em conta agora a responsabilidade dos colaboradores neste processo laboral, os mesmos devem ter conhecimento do Procedimento Operacional (PRO) da empresa, na condição de executante, e requisitar antes do início de qualquer atividade a emissão da PTE, e da análise preliminar de risco (ART), devendo também conhecer, cumprir e fazer cumprir as práticas de SS&MA listadas neste procedimento, seguindo todas as suas orientações para procedimentos de construção, montagem, operação, e manutenção das instalações elétricas.

O zelo pela manutenção guarda e higienização dos dispositivos de segurança utilizados para a realização dos trabalhos, bem como pela manutenção e limpeza dos equipamentos e periféricos, assim como, do ambiente de trabalho, também é de responsabilidade do colaborador.

4. ETAPA FINAL – PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA NA ENERGIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO ISOLADA (COMISSIONAMENTO)

Após concluída a montagem do projeto da "Alimentação provisória de 34kV pela SE-1810", e os parâmetros dos circuitos carregados (relés e religadores), estávamos aptos a iniciar o processo de comissionamento das redes que alimentam o projeto em estudo, que se aconteceu obedecendo os seguintes passos do plano de energização:

4.1 ENERGIZAÇÃO ATÉ SECCIONADORA – TRECHO 1

a) Assegurar que seccionadora à montante dos religadores esteja aberta;

b) Dar comando de fechamento dos disjuntores nos cubículos 34 e 35 da SE-1810;

c) Aguardar 20 minutos, inspecionando o trecho de RDI energizado (Trecho 1 - arquivo anexado);

d) Dar comando de abertura dos disjuntores nos cubículos 34 e 35 da SE-1810 e bloqueá-los novamente.

4.2 ENERGIZAÇÃO ATÉ RELIGADORES – TRECHO 2

a) Assegurar que todos os religadores estejam isolados (chaves do circuito de abertura/fechamento em desabilitar) e bloqueados;

b) Fechar seccionadora à montante dos religadores;

c) Dar comando de fechamento dos disjuntores nos cubículos 34 e 35 da SE-1810;

d) Aguardar 20 minutos, inspecionando o trecho de RDI e religadores energizados.

4.3 ENERGIZAÇÃO ATÉ CHAVES-FUSÍVEL DAS SUBESTAÇÕES - TRECHO 3

a) Assegurar que todas as chaves-fusível do circuito a ser energizado estejam abertas na entrada das subestações auxiliares;

b) Desbloquearreligador a ser energizado e dar comando de fechamento;

c) Aguardar 30 minutos, inspecionando o trecho de RDI e religadores energizados;

d) Dar comando de abertura no religador e bloqueá-lo novamente.

4.4 ENERGIZAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES – TRECHO 4

a) Assegurar que todos os disjuntores da subestação estejam desligados e bloqueados, especialmente o disjuntor do cubículo de entrada;

b) Fechar a chave-fusível na entrada da subestação auxiliar;

c) Desbloquearreligador a ser energizado e dar comando de fechamento;

d) Inspecionar todos elementos e circuito energizados, deixando a subestação em condições de continuidade dos testes de comissionamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos de segurança propostos na construção de RDI's em sites de mineração, obtiveram-se resultados que comprovaram a otimização dos serviços elétricos realizados pelos profissionais da área. Com base nas análises realizadas pode-se dizer que as Redes de Distribuição Aéreas Isoladas de 34,5 kV apresentam-se como sendo a melhor alternativa técnica para as redes, oferecendo bastante segurança para aqueles que a manuseiam, assim como para aqueles que a utilizam. Como a missão da mineradora em estudo é atuar no setor com rentabilidade, qualidade e responsabilidade social, a escolha da RDI como padrão de excelência de atendimento nestes sites de extração mineral vem ao encontro desta diretriz.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9311 (1986):Cabos Elétricos Isolados. Rio de Janeiro, 10 p. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5410 (2004):Instalações Elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 256 p. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NM-IEC 60332-3-25 (2005):Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo. Rio de Janeiro. 9 p.2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR IEC-62271-200 (2007): Conjunto de Manobra e Controle de Alta Tensão. Rio de Janeiro,81 p. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5456 (2010): Eletrotécnica e Eletrônica – Eletricidade Geral – Terminologia. Rio de Janeiro, 151 p. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 280 (2011):Condutores de Cabos Isolados. Rio de Janeiro, 24 p. 2011.

BRASIL. Lei nº 9273, de 03 de maio de 1996. Consolidação das leis do trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e de outras providências. Lex: Coletânea de legislação: edição federal, São Paulo,1996.

BRASIL. NR 10: Ministério de Estado do trabalho e emprego nº 598 de 07 dezembro de 2004:Instalações e serviços em eletricidade.TEM: São Paulo, 2004.

BRASIL. Ministério do trabalho e emprego: Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora NR.35 - trabalhos em altura. Secretaria de inspeção do trabalho. SIT/DSST: Brasília, DF, 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS (CEMIG).ND 2.7 (2000): Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas. Belo Horizonte, 111 p.2000.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS (CEMIG). ND 2.6 (2007):Cabos Isolados - Especificação. Belo Horizonte, 23 p.2007.

Capítulo 2

META-HEURÍSTICA ILS PARA O PROBLEMA DE ROTEAMENTO NO PLANEJAMENTO DO INVENTÁRIO FLORESTAL

Antonio Almeida de Barros Junior (UFES - antonioabj@gmail.com)
Gilson Fernandes da Silva (UFES - fernandes5012@gmail.com
Geraldo Regis Mauri (UFES - geraldo.mauri@ufes.br))
Adriano Ribeiro de Mendonça (UFES - ribeiroflorestal@yahoo.com.br)
Helio Garcia Leite (UFV - hgleite@gmail.com)
Carlos Pedro Boechat Soares (UFV - csoares@ufv.br)

Resumo: O presente trabalho apresenta uma nova abordagem para representar e obter soluções para o Problema de Roteamento de Veículos no planejamento de inventários florestais (PRV-IF). Para tal, foi proposto um modelo adaptado do Problema de Roteamento Periódico de Veículos com Janela de Tempo (PRPVJT) para o problema. Os métodos de solução utilizados foram o método exato brach-and-cut por meio do solver CPLEX e a meta-heurística Iterated Local Search (ILS). Com a finalidade de analisar o desempenho dos métodos, foram criadas instâncias para o PRV-IF de diferentes tamanhos. Os resultados obtidos demonstram que o método ILS foi satisfatório na solução do problema, especialmente nas maiores instâncias.

PALAVRAS CHAVE: Inventário Florestal, Problema de Roteamento de Veículos, ILS.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades que fazem parte do planejamento tático e operacional de uma empresa florestal, o inventário se destaca por ser uma importante ferramenta para o manejo e o planejamento da produção, o qual pode ser realizado sob diferentes níveis de detalhamento e em diferentes pontos no tempo (SOARES et al., 2011). Equívocos nesse tipo de planejamento podem levar a grandes perdas. Neste sentido, essas empresas realizam seus inventários periodicamente para, entre outras coisas, construir modelos de crescimento e produção, realizar pesquisas e planejar a exploração.

De acordo com Campos e Leite (2017), uma parte significativa do custo total de um inventário está relacionada à coleta de dados. A importância e os custos que envolvem a atividade de inventário florestal faz com que sua realização seja previamente planejada. Em empresas florestais de grande porte, existe uma dificuldade em realizar o planejamento desta atividade, dada a quantidade de parcelas instaladas em seus povoamentos e o período (janela de tempo) em que a atividade deve ser realizada. Para isso, realiza-se um planejamento anual, no qual são definidos quais povoamentos florestais (talhões) serão inventariados, e em quais períodos do ano.

Entre as dificuldades encontradas na realização do planejamento do inventário florestal estão: a limitação do número de equipes, o tempo de medição de cada parcela, o tempo de deslocamento para as unidades amostrais e a distância percorrida. Uma alternativa para auxiliar a redução de custos desta atividade, consiste em otimizar rotas e, consequentemente, o tempo de deslocamento das equipes entre os povoamentos florestais (MENEGUZZI, 2011). Para melhor representar o Planejamento de Inventários Florestais, os termos “local” e “veículo” são substituídos neste trabalho por “talhão” e “equipe”, respectivamente.

Na Figura 1, é apresentado um esquema relacionando as principais variáveis (ponto de partida, ponto de chegada, equipe, talhão e parcela) do problema de roteamento de equipes no planejamento de inventários florestais. No esquema ilustrado (Figura 1), existe um ponto de partida e chegada das equipes, representado pela fábrica. Cada equipe, representada por um veículo, deve sair do ponto de origem, percorrer os talhões previstos em sua programação e retornar ao ponto de destino no final do dia.

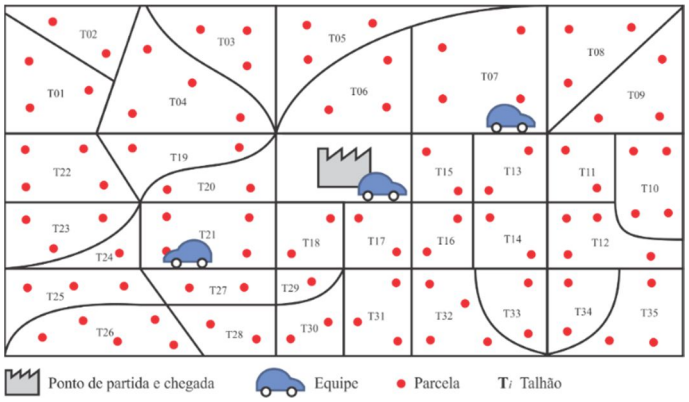


FIGURA 1 – Representação das variáveis envolvidas no PRV-IF.

Na programação das atividades, deve-se considerar um horizonte H de n dias. Para cada dia, define-se uma sequência (rota) de talhões (Ti) que deve ser inventariado por uma equipe k. O tempo de cada rota (Tempo Total de Serviço - TTS) deve ser inferior à Janela de Tempo Diária (JTD), considerada nesta pesquisa como 8 horas de trabalho diário, ou seja, 480 minutos. Desta forma, o Tempo Total de Serviço (TTS) de uma rota corresponde à soma do Tempo Total de Medição (TTM) com o Tempo Total de Deslocamento (TTD). Sendo TTD a soma dos deslocamentos entre i e j (tdij) e TTM a soma do tempo de medição de cada parcela (tsi). A Figura 2 ilustra a representação destas variáveis.

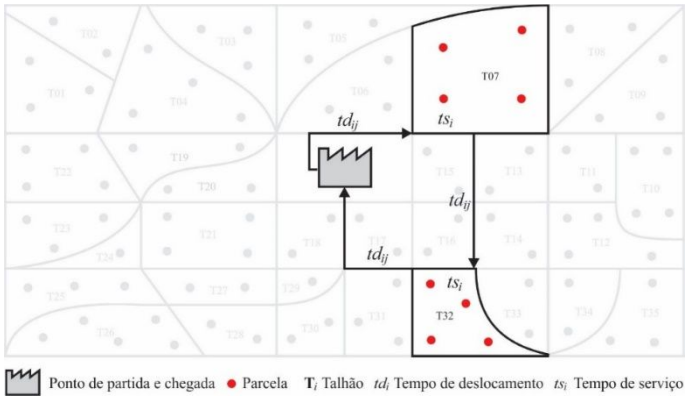


FIGURA 2 – Representação de uma rota diária estabelecida para uma equipe.

A otimização de rotas ou roteamento de veículos é um caso particular de programação linear (PL). Para Arenales et al. (2015), o Problema de Roteamento de Veículos (PRV) exerce uma função preponderante na área de gerenciamento da distribuição e logística. O PRV pode ser aplicado em situações práticas que ocorrem em indústrias, no comércio, no setor de serviços, na segurança, na saúde pública e no lazer.

Goldbarg e Luna (2005) destacam que os problemas de roteamento de veículos estão entre os mais complexos da área de otimização combinatória. Em problemas de grande porte, onde há um número significativo de variáveis, nem sempre é possível a solução por métodos exatos. Dada a insuficiência

da resposta dos métodos exatos e a alta complexidade dos problemas de roteamento de veículos faz dos procedimentos aproximativos (heurísticos) uma considerável alternativa quando é preciso encontrar soluções boas em um tempo limitado (GOLDBARG et al., 2015; VIEIRA, 2013).

Face ao exposto, esta pesquisa tem por objetivo apresentar uma metodologia capaz de resolver um Problema de Roteamento de Veículos no Planejamento de Inventários Florestais (PRV-IF), de forma que o custo total da atividade seja minimizado. Para isso, são apresentados resultados obtidos por uso de um método adaptado da meta-heurística clássica Iterated Local Search (ILS). O desempenho do método proposto é comparado diretamente com resultados obtidos pelo software CPLEX.

O restante do trabalho é organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura; na Seção 3 é apresentado o modelo matemático e na Seção 4 é apresentada em detalhes a metodologia adotada para a utilização da ILS; os resultados computacionais são apresentados na Seção 5, e as conclusões são descritas na Seção 6.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A seguir são descritos trabalhos relacionados ao planejamento de inventários florestais. Os trabalhos de Marcatti (2013) e Haddad (2015) contêm características restritas ao problema abordado nesta pesquisa. Em contrapartida, o trabalho proposto por Meneguzzi (2011) tem uma ampla relação com o problema.

O objetivo do estudo de Marcatti (2013) foi desenvolver metodologias para otimização do acesso e caminhamento às parcelas de inventário florestal, bem como implementá-las em um ambiente com interface gráfica integradas a um sistema de informação geográficas. Para isso, foi proposto um método em duas etapas. A primeira etapa consiste na identificação da entrada e do caminho até a primeira parcela. Na segunda etapa, realiza-se a otimização do caminhamento entre parcelas. O problema foi resolvido via formulação de programação linear inteira e otimizado pelo algoritmo cutting-plane. Os resultados obtidos foram comparados com os resultados obtidos pelo método aproximativo do vizinho mais próximo, na tentativa de simular as atividades realizadas intuitivamente pelo executor em campo. Quanto a metodologia aplicada, os resultados mostraram a capacidade de otimização do modelo, visto que a solução exata se mostrou em média 17% superior à solução aproximada.

O trabalho de Haddad (2015) foi realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade da aplicação de um modelo de roteamento via Programação Linear Inteira (PLI), visando melhorar o planejamento do

inventário florestal urbano da cidade de Belo Horizonte de forma que minimizasse as distâncias percorridas pelas equipes de inventário. Além do método exato, nesse trabalho foi proposta a meta-heurística Simulated Annealing para resolução do roteamento, na tentativa de encontrar boas soluções em um tempo inferior ao método exato. Os resultados obtidos por meio do modelo de PLI proporcionou uma melhora de 6,36% em relação ao método tradicional realizado de forma empírica. A meta-heurística Simulated Annealing obteve um bom desempenho, já que seu tempo de processamento foi 7.200 vezes menor para obtenção de uma solução viável a 1,87% do valor encontrado pela PLI.

O modelo de Roteamento de Veículos Aplicado ao Planejamento do Inventário Florestal proposto por Meneguzzi (2011) é baseado no modelo de Toth e Vigo (2002) utilizado no Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo. O objetivo dessa pesquisa foi de propor um modelo capaz de programar as atividades de inventário para um horizonte de um ano. Para tal, foi selecionado a programação do ano de 2009, que apresentava um total de 1288 medições (pontos). Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram encontradas dificuldades tais como: tamanho do problema e número excessivo de variáveis. Desta forma, a complexidade de solução para esse tipo de problema influenciou na escolha de um estudo de caso menor. Optou-se, então, por apresentar o modelo a partir de sete cenários que caracterizam de forma sintética o PRV-IF. O modelo foi executado considerando um período de planejamento de apenas oito dias, contemplando 13 medições.

3. FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Neste trabalho, utilizou-se um modelo adaptado do modelo proposto por Cordeau et al. (2001) e citado por Nguyen et al. (2014), para o Problema de Roteamento Periódico de Veículos com Janela de Tempo (PRPVJT). O PRPVJT é uma variação do PRVJT. Nesse modelo, foram realizadas adaptações quanto ao uso de uma única garagem (todos os veículos começam e terminam sua rota na mesma garagem), conforme o trabalho de Mauri (2008).

O modelo proposto para representar o problema de roteamento do planejamento de inventários florestais é descrito a seguir. Os nós Go e Gd representam, respectivamente, a base de saída e de chegada das equipes na fábrica (garagem). A cada um destes dois nós estão associados os tempos de medição nulos e as janelas de tempo que indicam os dias permitidos de saída e de chegada das equipes à fábrica.

Minimizar

$$\sum_{t\in T}\sum_{k\in K}\sum_{i\in\{L_t\cup Go\}}\sum_{j\in\{L_t\cup Gd\}} d_{i,j}x^t_{i,j,k} \qquad \forall i\neq j; i=Go \mid j\neq Gd; j=Gd \mid i\neq Go \qquad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{t\in T}\sum_{k\in K}\sum_{j\in\{L_t\cup Gd\}} x^t_{i,j,k}=1 \qquad \forall i\neq j; i=Go \mid j\neq Gd; j=Gd \mid i\neq Go; i\in L_t \qquad (2)$$

$$\sum_{j\in L_t} x^t_{Go,j,k}=1 \qquad \forall k\in K; t\in T \qquad (3)$$

$$\sum_{j\in L_t} x^t_{j,Gd,k}=1 \qquad \forall k\in K; t\in T \qquad (4)$$

$$\sum_{j\in\{L_t\cup Gd\}} x^t_{i,j,k}-\sum_{i\in L_t} x^t_{j,i,k}=0 \qquad \forall i\neq j; i=Go \mid j\neq Gd; j=Gd \mid i\neq Go; \; k\in K; t\in T \qquad (5)$$

$$H_j\geq (H^t_{Go,k}+d_{Go,j})+M(1-x^t_{Go,j,k}) \qquad \forall k\in K; t\in T; j\in L_t \qquad (6)$$

$$H_j\geq (H_i+s_i+d_{i,j})+M(1-x^t_{i,j,k}) \qquad \forall i\neq j; i=Go \mid j\neq Gd; j=Gd \mid i\neq Go; \; i\in L_t; j\in\{L_t\cup Gd\} \qquad (7)$$

$$H^t_{Gd,k}\geq (H_i+s_i+d_{i,Gd})x^t_{i,Gd,k} \qquad \forall k\in K; t\in T; i\in L_t \qquad (8)$$

$$H^t_{Go,k}=a \qquad \forall k\in K; t\in T \qquad (9)$$

$$H^t_{Gd,k}\leq b \qquad \forall k\in K; t\in T \qquad (10)$$

$$x^t_{i,j,k}\in\{0,1\} \qquad \forall i\neq j; i=Go \mid j\neq Gd; j=Gd \mid i\neq Go; \; k\in K; t\in T; i\in\{L_t\cup Go\}; j\in\{L_t\cup Gd\} \qquad (11)$$

em que:

i = talhão de origem;

j = talhão de destino;

Go = garagem de origem (representa a fábrica);

Gd = garagem de destino (representa a fábrica);

$d_{i,j}$ = tempo de deslocamento entre os talhões *i* e *j*;

$d_{Go,j}$ = tempo de deslocamento entre a garagem e o primeiro talhão a ser visitado;

$d_{i,Gd}$ = tempo de deslocamento entre o último talhão visitado e a garagem;

$x^t_{i,j,k}$ = 1 caso o arco (*i*,*j*) for escolhido para integrar a solução para a equipe *k* no período *t*, e 0 caso contrário;

T = horizonte de planejamento;

K = conjunto de equipes disponíveis;

L_t = lista de talhões (locais) a serem visitados em um período *t*;

s_i = tempo de serviço no nó *i*;

H_j = instante de início do atendimento no talhão *j*;

H_i = instante de início do atendimento no talhão *i*;

$H^t_{Go,k}$ = horário de saída do veículo *k* no período *t*;

$H^t_{Gd,k}$ = horário de chegada do veículo *k* no período *t*;

a = início do período de atendimento; e

b = término do período de atendimento.

A função objetivo (1) visa minimizar o deslocamento das equipes de inventário entre talhões. A restrição (2) garante que cada talhão seja visitado uma única vez, por uma única equipe em um determinado período de tempo. A restrição (3) garante que exatamente k equipes sairão da garagem, enquanto a restrição (4) assegura que k equipes cheguem na garagem. Também chamada de "contenção de fluxo", a restrição (5) garante que toda equipe que chega em um talhão, saia dele. A restrição (6) calcula o horário de chegada para atendimento no primeiro talhão, após a equipe deixar a garagem. A restrição (7) garante que o horário de início do atendimento do talhão j seja superior ao tempo de serviço no talhão i somado ao deslocamento entre i e j. A restrição (8) calcula o horário de retorno a garagem. As restrições (9) e (10) asseguram que os horários de atendimento ocorram dentro da janela de tempo diária, isto é, entre 0 e 480 minutos. Por fim, a restrição (11) assegura que as variáveis de decisão sejam binárias.

4. *ITERATED LOCAL SEARCH* (ILS) PARA RESOLUÇÃO DO PRV-IF

A meta-heurística ILS, de acordo com Lourenço et al. (2003), é um método de busca iterativa que faz uso de perturbações em ótimos locais com o objetivo de diversificar e visitar outras regiões do espaço de soluções. O pseudocódigo da Figura 3 descreve os quatro principais componentes que definem o método ILS: geração da solução inicial, busca local, perturbação e critério de aceitação.

O primeiro passo do método é construir uma solução inicial S0. Uma vez construída, S0 é submetida a uma busca local onde se obtém S* (passos 3 e 4). Posteriormente, enquanto o critério de parada não for atendido, o método realiza iterativamente os seguintes passos: i) efetua uma perturbação na solução corrente S* e obtém S' (passo 6); ii) aplica uma busca local em S' com a finalidade de melhorar a solução perturbada, obtendo assim S*' (passo 7); e iii) neste último passo, a solução obtida *S*'* é submetida ao critério de aceitação, caso aceita, *S*'* é retornada para uma iteração, caso não, a melhor solução conhecida até o momento *S** é retornada.

```
1.    ILS(critério de parada)
2.    INÍCIO
3.        S0 ← Construção;
4.        S* ← BuscaLocal(S0);
5.        REPITA
6.            S' ← Perturbação(S*, Histórico);
7.            S*' ← BuscaLocal(S');
8.            S* ← CritérioDeAceitação(S*, S*', Histórico)
9.        ATÉ critério de parada;
10.   FIM.
```

FIGURA 3 – Meta-heurística Iterated Local Search clássica.

A meta-heurística ILS proposta neste trabalho para resolução do problema de roteamento no planejamento de inventários florestais teve como base o algoritmo proposto por Lourenço et al. (2003). O pseudocódigo da meta-heurística é apresentado na Figura 4. A principal diferença entre o algoritmo proposto e o algoritmo tradicional está na seleção aleatória das estratégias de busca local e de perturbação (passos 4, 14 e 17), realizados a cada iteração do algoritmo. Os movimentos de busca local utilizados foram: 1-Optimal intra-rota e melhor melhora. Para a perturbação, foram utilizados os seguintes movimentos: remoção intra-rota, remoção entre rotas, troca entre rotas e correção. Este último movimento (correção) foi desenvolvido para atender uma necessidade específica do PRV-IF.

```
1.    ILS(TempoMax, d e S)
2.    INÍCIO
3.        S0 ← Construção;
4.        SELECIONAR (aleatoriamente um movimento de Busca Local);
5.        S0 ← BuscaLocal(S0);
6.        S* ← S0;
7.        IncTemp ← 1;
```

```
8.        Temp ← TempInicial;
9.        ENQUANTO Tempo ≤ TempoMax FAÇA
10.           SE Temp < TempCongelamento FAÇA
11.               Temp ← TempInicial * IncTemp;
12.           FIM-SE;
13.           PARA (p = 1,2,...,d) FAÇA
14.               SELECIONAR (aleatoriamente um movimento de Perturbação);
15.               S' ← Perturbação(S0);
16.           FIM-PARA;
17.           SELECIONAR (aleatoriamente um movimento de Busca Local);
18.           S' ← BuscaLocal(S');
19.           SE S' < S0 FAÇA
20.               S0 ← S';
21.               SE f(S0) < f(S*) FAÇA
22.                   S* ← S0;
23.               FIM-SE;
24.           SENÃO
25.               SE CriterioAceitacao ENTÃO
26.                   S0 ← S';
27.               FIM-SE;
28.           FIM-SE;
29.           Temp ← Temp * txResfriamento;
30.           IncTemp ← IncTemp + 2;
31.       FIM-ENQUANTO;
32.       S ← S*;
33.   FIM.
```

FIGURA 4 – ILS para o PRV-IF.

3.1 REPRESENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO

A solução gerada pela meta-heurística considera os seguintes elementos: horizonte de planejamento, número de equipes número de talhões visitados em um determinado dia. Desta forma, a solução é representada por uma matriz de n linhas por m colunas, sendo n = número de dias (H) x número de equipes (nk) e m, o número máximo de talhões que podem ser visitados por uma equipe em um dia.

A Figura 5 ilustra um exemplo de representação para um problema com horizonte de 6 dias, 2 equipes e 24 talhões. Observa-se que, cada linha da matriz representa uma rota que uma equipe (k) realiza em

um dia (t). Portanto, a sequência de talhões que deverão ser medidos no dia 5 pela equipe 1 é: 4 – 11 – 20. Os pontos de origem e de destino estão implícitos em cada uma das rotas. Desta forma, no dia 5 a equipe 1 realiza a seguinte rota: 0 – 4 – 11 – 20 – 0, em que 0, representa o ponto de origem e de destino final.

t	*k*	*rotas*				
1	1	8				
1	2	7				
2	1	15	19			
2	2	24				
3	1	16				
3	2	23	21	14		
4	1	12				
4	2	5	22			
5	1	4	11	20		
5	2	17	2	18		
6	1	13	10	6	3	1
6	2	9				

FIGURA 5 - Representação de uma solução.

Cada talhão está associado a um tempo de serviço (ts_i) que corresponde ao produto entre o tempo médio de medição de uma parcela e o número de parcelas. O tempo de deslocamento (td_{ij}) entre os pontos (talhões) é dado pela matriz de distância. Portanto, na rota referente ao dia 5 da equipe 1 o tempo total é dado pela soma dos tempos de serviços realizados em 4, 11 e 20, acrescido dos tempos de deslocamento entre 0 – 4, 4 – 11, 11 – 20 e 20 – 0.

3.2 CONSTRUÇÃO DA SOLUÇÃO INICIAL

Devido às restrições impostas ao PRV-IF, a solução inicial é construída de maneira aleatória e gulosa, sempre com objetivo de gerar uma solução viável. Porém, em virtude das dificuldades em construir uma solução viável, esta pode ser gerada de maneira inviável, visto que, para cada restrição violada, penaliza-se a Função Objetivo (FO). Este procedimento é apresentado na Figura 6.

```
1.    CONSTRUTIVA(s)
2.    INÍCIO
3.        CRIAR (uma lista T com todos os talhões a serem visitados);
4.        PARA (cada rota l, l = 1,2,...,n, de s) FAÇA
5.            REMOVER (um ponto p de T, que seja compatível com a rota l);
6.            INSERIR (o ponto p na rota l);
7.        FIM-PARA;
8.        PARA (cada ponto p restante de T) FAÇA
9.            REMOVER (um ponto p de T);
10.           CRIAR (uma lista L com todas as rotas possíveis para o ponto p);
```

```
11.            PontoIn ← Falso;
12.            PARA (cada rota l de L) FAÇA
13.               SE (pode inserir o ponto p na rota l)
14.                  INSERIR (o ponto p na rota l);
15.                  PontoIn ← Verdadeiro;
16.               FIM-SE;
17.            FIM-PARA;
18.            SE (PontoIn = Falso)
19.                 SELECIONAR (aleatoriamente uma rota l em n);
20.                 INSERIR (o ponto p na rota l);
21.            FIM-SE;
22.       FIM-PARA;
23.   FIM.
```

FIGURA 6 – Pseudocódigo da construção da solução inicial.

No pseudocódigo apresentado na Figura 6, na primeira iteração (passos 4 a 7), é realizada a inserção de um ponto em cada rota disponível. Essa inserção é importante, visto que há uma restrição no modelo que determina que todos os dias, todas as equipes devem sair da garagem. Na segunda iteração (passos 8 a 22), os pontos restantes, que não foram distribuídos na primeira iteração, são inseridos em rotas escolhidas de maneira restritiva. Essa restrição refere-se ao fato de serem escolhidas apenas rotas em que o ponto pode ser inserido quanto à janela de tempo, e que após inserido, não viole a restrição de janela de tempo diária (480 minutos). Essa verificação é realizada no passo 13 do algoritmo. Caso não seja encontrada uma rota possível, o ponto é inserido em uma rota selecionada aleatoriamente (passos 18 a 21). Neste último caso, a Função Objetivo da solução será penalizada.

3.3 ESTRATÉGIA DE PERTURBAÇÃO - CORREÇÃO

Diferente dos movimentos citados anteriormente, que são movimentos tradicionais do PRV, o movimento de correção foi desenvolvido para o tipo de problema abordado nesta pesquisa. Neste movimento o objetivo é tornar uma solução viável no que se refere à janela de tempo diária. Para que isso ocorra, pontos são removidos de rotas que violam a restrição de janela de tempo diária, e inseridos em rotas com tempo ocioso. A reinserção dos pontos é priorizada em rotas que não têm nenhum ponto, como forma de corrigir a restrição de que toda equipe deve sair da fábrica diariamente.

O pseudocódigo do movimento de correção é apresentado na Figura 7. Observa-se que, inicialmente são removidos pontos das rotas cujo tempo acumulado seja superior à janela de tempo diária (passos 4 ao 8). A janela de tempo diária é o tempo limite para desenvolvimento das atividades em um dia, que neste trabalho foi de 480 minutos. Os pontos são removidos por ordem de menor impacto, ou seja, pontos com menor tempo de medição.

```
1.    CORREÇÃO(s)
2.    INÍCIO
3.        CRIAR (uma lista T com todos os talhões removidos);
4.        PARA (cada rota l, l = 1,2,...,n, de s) FAÇA
              ENQUANTO (tempo acumulado da rota l > janela diária) FAÇA
5.
                  REMOVER (um ponto p de menor impacto na rota l);
6.                INSERIR (o ponto p na lista T);
7.            FIM ENQUANTO;
8.        FIM-PARA;
9.        PARA (cada ponto p disponível em T > 0) FAÇA
10.           PontoIn ← Falso;
11.           PARA (cada rota l, l = 1,2,...,n, de s possível para p) FAÇA
12.               SE (tempo acumulado da rota l == 0)
13.                   REMOVER (o ponto p de T);
14.                   INSERIR (o ponto p na rota l);
15.                   PontoIn ← Verdadeiro;
16.               FIM-SE;
17.           FIM-PARA;
18.           SE (PontoIn = Falso)
19.               PARA (cada rota l, l = 1,2,...,n, de s possível para p) FAÇA
20.                   SE (tempo acumulado da rota l < tempo mínimo de ocupação)
21.                       REMOVER (o ponto p de T);
22.                       INSERIR (o ponto p na rota l);
23.                       PontoIn ← Verdadeiro;
24.                   FIM-SE;
25.               FIM-PARA;
26.           FIM-SE;
27.           SE (PontoIn = Falso)
28.                SELECIONAR (aleatoriamente uma rota l em n, possível para p);
29.                INSERIR (o ponto p na rota l);
```

```
30.            FIM-SE;

31.        FIM-PARA;

32.   FIM.
```

FIGURA 7 – Pseudocódigo do movimento de correção.

Após a remoção, deve-se redistribuir os pontos removidos (disponíveis na lista T) para outras rotas. Essa redistribuição é realizada para cada ponto de T e ocorre em três etapas. A primeira, compreende em redistribuir o ponto para uma das rotas vazias (passos 11 ao 17), como forma de corrigir estas rotas quanto a restrição que determina que todo veículo deve sair da garagem diariamente. Outra restrição também observada é a restrição de janela de tempo (passo 11), visto que existe um período em que ponto deve ser visitado.

Caso não seja encontrada nenhuma rota vazia em que possa ser inserido o ponto, realiza-se uma busca por rotas com uma percentagem de tempo ocioso (passos 19 ao 25). Por fim, caso o ponto ainda não tenha sido inserido em uma das rotas, escolhe-se aleatoriamente uma rota e faz a inserção do ponto (passos 27 ao 30). A Figura 8 ilustra o movimento de correção, em que, a solução inicial é inviável em função do tempo total de serviço (TTS) ser superior à janela de tempo diária (JTD) estabelecida em 480 minutos.

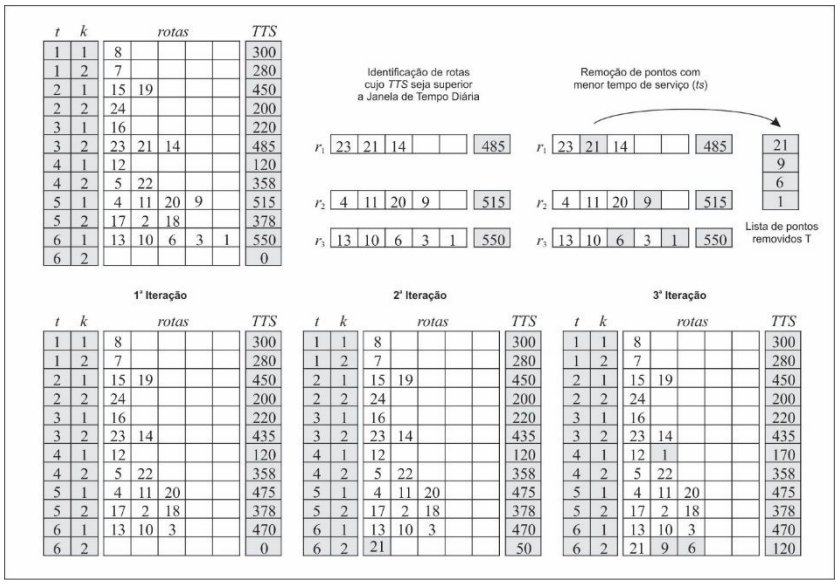


FIGURA 8 – Movimento de correção.

O método seleciona as rotas que inviabilizam a solução (r1, r2 e r3). Para cada uma destas rotas, o movimento remove pontos de menor impacto, ou seja, pontos com menor tempo de serviço, até que o TTS da rota seja menor ou igual à JTD. No exemplo, os pontos 21, 9, 6 e 1 foram removidos das rotas

r1, r2 e r3 respectivamente. Observa-se que na rota r3, foi necessária a remoção de dois pontos para que o valor do TTS seja ajustado.

De posse da lista T de pontos removidos, o método reinsere estes pontos em outras rotas obedecendo ao seguinte critério: rotas com menor TTS tem prioridade. Assim, as rotas vazias (vide 1ª iteração e 2ª iteração) têm prioridade por terem seu TTS igual à zero. Isso faz com que a solução seja corrigida quanto à outra restrição do problema que determina que toda equipe deve sair da garagem todos os dias. No exemplo, o ponto 21 foi reinserido na rota que representa o dia 6 da equipe 2.

Inserido os pontos em rotas vazias, os demais são distribuídos nas demais rotas por ordem crescente do TTS. No exemplo, a 3ª iteração ilustra que os pontos 9, 6 e 1 foram inseridos nas rotas de menor TTS. Isso faz com que a restrição de Janela de Tempo Diária seja atendida, tornando a solução viável.

4. EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Os experimentos computacionais foram realizados em um conjunto de 9 instâncias elaboradas para esta finalidade. O maior problema contém 2016 pontos (talhões) que corresponde ao número máximo de talhões. Para essa instância foi considerado um horizonte de 252 dias, que representa o número médio de dias úteis em um ano. A partir dessa instância foram geradas as demais conforme representado na Tabela 1. O objetivo foi obter diferentes tamanhos de instâncias para comparação dos métodos. Cada instância está associada a um número de equipes e a um tempo de processamento. Este último foi estabelecido com base no tempo gasto pelo método exato para encontrar uma solução ótima para a menor instância em segundos.

Tabela 1- Instâncias para o PRV-IF.

Instância	Nº de Pontos	Horizonte	Nº Equipes	Tempo
PRV-IF_0024_006	24	6 dias	2	120''
PRV-IF_0050_012	50	12 dias	2	180''
PRV-IF_0100_024	100	24 dias	2	240''
PRV-IF_0100_036	100	36 dias	2	240''
PRV-IF_0200_048	200	48 dias	2	480''
PRV-IF_0400_060	400	60 dias	2	960''
PRV-IF_0500_060	500	60 dias	3	1200''
PRV-IF_1000_120	1000	120 dias	3	2400''
PRV-IF_2016_252	2016	252 dias	3	4800''

Para ajustar os parâmetros do método ILS, foram escolhidas três instâncias ao acaso: PRV-IF_0024_006, PRV-IF_0100_024 e PRV-IF_0200_048. Foram realizadas 5 execuções para cada instância com cada combinação. Embora o ILS tenha apenas um parâmetro d que representa a taxa de destruição, foram obtidas três faixas de valores para instâncias acima de 500 pontos, entre 500 e 100

pontos e menor ou igual a 100 pontos. A faixa de valores utilizada para o parâmetro d foi [0,001, 0,025, 0,050]. Os melhores valores encontrados para os parâmetros são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores obtidos para o parâmetro do método ILS.

Meta-heurística	Parâmetro	Significado	Melhor valor
ILS	*d*	Taxa de destruição > 500 pontos	0,001
	d	Taxa de destruição ≥ 100 ≤ 500 pontos	0,025
	d	Taxa de destruição < 100 pontos	0,050

Os testes exatos foram executados no software CPLEX em uma máquina com microprocessador Intel Xeon 2.40 GHz com 32 GB de memória RAM utilizando o sistema operacional Windows 10. A meta-heurística ILS foi desenvolvida na linguagem de programação C++. Os testes foram efetuados em uma máquina com microprocessador Intel Core i5 750 2.67 GHz com 8 GB de memória RAM utilizando o sistema operacional Windows 7.

Nesta pesquisa foi proposta a meta-heurística ILS como alternativa de solução do PRV-IF. Para obter os resultados médios dessa meta-heurística, executou-se 30 vezes cada método para cada instância. Foi estabelecido como condição de parada o tempo de processamento. Em todas as execuções foram encontradas soluções viáveis. Estes resultados são comparados aos resultados obtidos pelo software CPLEX.

Os experimentos computacionais são resumidos na Tabela 3. Para cada instância, são apresentados os valores obtidos pelos métodos CPLEX e ILS. Para o método exato, as colunas representam: a melhor solução encontrada (coluna FO), o limitante inferior (coluna Limitante), tempo de processamento (coluna Tempo) e o erro relativo percentual (coluna GAP). Para a meta-heurística, as colunas representam: a melhor solução encontrada (coluna FO), a solução média encontrada (coluna Média), o coeficiente de variação (coluna CV) e o tempo para encontrar a melhor solução (coluna Tempo).

Com base na análise dos resultados da Tabela 3, pode-se observar que o método exato foi capaz de obter a solução ótima apenas para a menor instância (PRV-IF_0024_006). Para as instâncias PRV-IF_0050_012 e PRV-IF_0100_036, embora o CPLEX tenha encontrado soluções exatas, estas ficaram distantes da solução ótima em no máximo 5,88% e 8,32% respectivamente (vide coluna GAP). Nas instâncias de PRV-IF_0100_024 e PRV-IF_0200_048, o CPLEX não foi capaz de encontrar soluções ótimas, indicando apenas os limitantes inferiores. Nas demais instâncias, o CPLEX não foi capaz de encontrar soluções.

A meta-heurística ILS foi capaz de encontrar soluções viáveis para 8 das 9 instâncias testadas. Apenas na instância PRV-IF_2016_252, a meta-heurística não foi capaz de encontrar solução viável no tempo estabelecido. Neste caso, a janela de tempo diária (JTD) desta instância foi flexibilizada na tentativa de encontrar soluções viáveis para o problema. Desta forma, utilizou-se a JTD em 490 minutos (instância PRV-IF_2016_2521), 500 minutos (instância PRV-IF_2016_2522) e 510 minutos (instância PRV-IF_2016_2523). Com essa flexibilização, o método foi capaz de encontrar soluções viáveis. Nestes cenários, a empresa pode avaliar o custeio das horas extras em relação ao ganho de tempo no desenvolvimento das atividades.

A meta-heurística ILS obteve bons resultados quando comparados com o CPLEX. Apenas nos problemas PRV-IF_0050_012 e PRV-IF_0100_036 o CPLEX foi superior ao ILS. O bom desempenho deste método também pode ser verificado quando se avalia o coeficiente de variação, visto que em apenas uma situação ele ultrapassou a margem de um por cento. Isso ocorreu com a instância PRV-IF_0050_012. Os melhores valores encontrados são apresentados em negrito.

Tabela 3 - Resultados obtidos pelos métodos CPLEX e ILS para as instâncias do PRV-IF.

Instância	CPLEX				ILS			
	FO	Limitante	Tempo	GAP	FO	Média	CV(%)	Tempo
PRV-IF_0024_006	132,61	132,61	43,78	0.00	132,61	133,12	0,36	2,60
PRV-IF_0050_012	**2318,97**	2190,03	1787,20	5.88	2418,33	2522,96	1,12	141,39
PRV-IF_0100_024	-	3722,80	357,22	∞	4606,25	4672,29	0,81	148,18
PRV-IF_0100_036	6446,30	5951,28	47103,37	8.32	6481,70	6596,90	0,72	16,99
PRV-IF_0200_048	-	6307,32	6,44	∞	11356,34	11634,67	0,91	234,75
PRV-IF_0400_060	-	-	-	-	23806,79	24137,14	0,59	581,73
PRV-IF_0500_060	-	-	-	-	24673,59	25192,68	0,86	283,34
PRV-IF_1000_120	-	-	-	-	63245,32	64202,35	0,61	2045,55
PRV-IF_2016_252[1]	-	-	-	-	126627,15	128696,41	0,64	4766,06
PRV-IF_2016_252[2]	-	-	-	-	124472,54	126013,76	0,60	3189,07
PRV-IF_2016_252[3]	-	-	-	-	125023,11	127110,10	0,80	4468,10

A coluna FO (melhor valor para a Função Objetivo encontrado) representa o tempo de deslocamento das equipes em minutos. A coluna Limitante representa o limitante inferior fornecido pelo solver CPLEX. A coluna Tempo representa o tempo em segundos para encontrar o melhor valor para a FO. A coluna GAP representa o erro relativo percentual disponibilizado pelo solver CPLEX. A coluna média representa o valor médio das 30 execuções do método ILS. A coluna CV representa o coeficiente de variação da média.

5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, buscou-se propor um método capaz de encontrar soluções para o problema de roteamento de equipes no planejamento de inventários florestais. Foi utilizado um modelo adaptado do Problema de Roteamento Periódico de Veículos com Janela de Tempo. Os métodos de solução utilizados foram o método exato por meio do software CPLEX e a meta-heurística ILS.

A modelagem do problema contribuiu de forma eficaz na obtenção dos resultados, uma vez que toda a programação de rotas estabelecidas para cada equipe e em cada dia de planejamento foi obtida. Além da definição das rotas, também foram estabelecidos os horários de saída e chegada de cada equipe nos talhões e na fábrica.

Os experimentos computacionais mostraram um bom desempenho da meta-heurística em relação aos resultados encontrados pelo solver CPLEX. Foram obtidos avanços na metodologia em relação ao trabalho proposto por Meneguzzi (2011), em especial na obtenção de rotas diárias e uso de um método capaz de obter soluções viáveis para problemas em escalas muito superiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa Fibria pela conceção dos dados para o desenvolvimento desta pesquisa. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processos 454569/2014-9 and 301725/2016-0) e Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES (processo 73290475/2016).

REFERÊNCIAS

Arenales, M. et al. Pesquisa Operacional para os Cursos de Engenharia. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 564 p.

Campos, J. C. C. e Leite, H. G. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 5. ed. Viçosa: UFV, 2017. 632 p.

Cordeau, J. -F., Laporte, G. e Mercier, A. (2001), A unified tabu search heuristic for vehicle routing problems with time windows. Journal of the Operational Research Society. 52, 8, 928–936.

Goldbarg, M. C. e Luna, H. P. L. Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005. 518 p.

Goldbarg, E., Goldbarg, M. C. e Luna, H. P. L. Otimização Combinatória e Meta-heurísticas: Algoritmos e Aplicações, Rio de Janeiro: Campus, 2015. 416 p.

Haddad, H. M. D. Roteamento otimizado no inventário florestal das árvores de Belo Horizonte. 2015, 63 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

Lourenço, H. R., Martin, O. C. e Stutzle, T. Iterated local search. In: Glover, F., Kochenberger, G. (Ed.). Handbook of Metaheuristics. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Mauri, G. R. Novas abordagens para representação e obtenção de limitantes e soluções para alguns problemas de otimização combinatória. 2008, 241 f. Tese de Doutorado em Computação Aplicada – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

Marcatti, G. E. Caminhamento ótimo para acesso às parcelas de inventário florestal. 2013, 32f. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

Meneguzzi, C. C. Modelo de roteamento de veículos aplicado ao planejamento do inventário florestal. 2011, 94 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

Nguyen, P. K., Crainic, T. G. e Toulouse, M. (2014), A hybrid generational genetic algorithm for the periodic vehicle routing problem with time windows. Journal of Heuristics, 20, 4, 383–416.

Soares, C. P. B. et al. Dendrometria e inventário florestal. Viçosa: UFV, 2011, 272 p.

Toth, P. e Vigo, D. Metaheuristics for the VRP. In: Toth, P. e Vigo, D. (Ed.). The vehicle routing problem. Philadelphia: SIAM, 2002, p. 129-154.

Vieira, H. P. Metheuristica para a solução de problemas de roteamento de veículos com janela de tempo. Dissertação de Mestrado em Matemática Aplicada – Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica - UNICAMP, Campinas, 2013.

Capítulo 3

UM ESTUDO DE CASO DE *LEAN OFFICE* NO 1º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO DO EXÉRCITO

Jonison Barroso Carvalho
Quézia Cristina do Souto Carvalho

Resumo: O presente estudo apresenta a thinking lean (mentalidade enxuta) implementada na Seção de Aquisições Licitações e Contratos (SALC) do 1º Batalhão de Engenharia de Construção (1º BEC) do Exército Brasileiro (EB), na forma de lean office (escritório enxuto). O objetivo foi mapear o fluxo de valor do fluxo de processos mais significativos, identificando possibilidades de enxugamento de processos. Para tanto, foi executado trabalho de campo, utilizando a pesquisa aplicada; os dados foram disponibilizados através do acesso público e obtidos junto à SALC do Batalhão. A pesquisa foi exploratório-descritiva e bibliográfica. Foram mapeados os processos de confecção e despachos de Notas de Empenho e remessa de processos à Consultoria Jurídica da União (CJU). Como resultado alcançado, o lead time dos processos mapeados foram reduzidos entre 50% (mínimo) a 100% (máximo), acarretando uma economia de R$ 283.626,00 e outros resultados na gestão, numa perspectiva de quinze anos. Foi apresentando um novo fluxo com base lean Office. Entre o final de 2016 e início de 2017, foram escaneados e disponibilizados na rede interna do 1º BEC todos os processos de aquisição, proporcionando maior transparência, eficiência, controle.

Palavras-chave: Exército Brasileiro. Lean thinking. Lean Office. Eficiência

1. INTRODUÇÃO

A situação original da pesquisa envolve a implementação da lean thinking (mentalidade enxuta), através do lean office (escritório enxuto), em Seções de Aquisições, Licitações e Contratos do 1º Batalhão de Engenharia de Construção, organização militar do Exército Brasileiro, visualizando os processos como oportunidades de melhoria, em virtude de estarem estagnados por conta de um procedimento operacional padrão (POP) ou por conta do conhecimento empírico detido sobre eles, que, influenciados pela rotatividade do pessoal do Exército, tornam-se obsoletos ou apresentam gargalos e fases desnecessárias.

A lean thinking constitui-se uma importante ferramenta que ajuda na gestão de processos e macroprocessos, identificando possíveis gargalos e pontos de restrição no sistema. O trabalho científico propõe sugestões e um novo fluxo de processo com a finalidade de enxugá-los, produzindo economia de material e recursos humanos, na intenção precípua de tornar mais transparente e estanques os processos de gestão do dinheiro público, salvaguardando a imagem da Instituição e o Ordenador de Despesas, e, como consequência, proporcionar eficiência na gestão da Seção de Aquisições, Licitações e Contratos.

Embora existissem no século XV órgãos fazendários para gerir os processos que lidavam com o erário, tais como a figura do provedor-mor, não existia a consciência da eficiência nos gastos. A Constituição Federal de 1988, basicamente no art. 37, previu cinco princípios fundamentais: legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. Dentro da eficiência, a proposta atual (antes da aplicação da mentalidade lean) residia na criação e manutenção de POP (procedimentos operacionais padrão) para que, quando da transferência do militar e da chegada de outro pudesse apresentar menos impactos na gestão, sem analisar e criticar o fluxo de processo.

O desafio do presente estudo foi integrar os conceitos básicos e a informação científica relevante e atualizada, a fim de analisar como a mentalidade enxuta, em especial o lean office, pode ser aplicada para melhorar a gestão dos processos de aquisições, licitações e contratos na SALC do 1º BEC, identificando a gestão de recursos públicos; definindo a lean thinking e o lean office; analisando o processo de transparência na gestão de recursos, sob o ponto de vista da gestão fiscal na SALC; e apresentando sugestões de melhoria nos processos de gestão a partir do lean office em OM de Engenharia.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA

A caracterização da Gestão Pública, o governo, em sentido institucional, é o conjunto de poderes e órgãos constitucionais. Meirelles (2007) descreve que, no sentido funcional, é o complexo de funções estatais básicas; e, no sentido operacional, é a condução política dos negócios públicos. A administração pública é a execução minuciosa e sistemática do Direito Público. No sentido institucional, é o conjunto de órgãos instituídos para consecução dos objetivos do governo; no sentido funcional, é o conjunto das funções necessárias aos serviços públicos em geral; e, no operacional, é o desempenho perene e sistemático legal e técnico dos serviços próprios do Estado ou por ele assumidos em benefício da coletividade.

A administração pública visa ao interesse da coletividade e faz a defesa do bem comum, fundamentados nos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade, finalidade, continuidade, indisponibilidade e igualdade, conforme art. 37 da Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988, que norteiam a gestão pública.

2.2 CONCEITOS DE LEAN THINKING (MENTALIDADE ENXUTA)

Tiichio Ohno (1997) apud Barros et Valentim (2015), idealizou e, em seguida, aplicou um novo sistema de gerenciamento de trabalho em suas organizações no Japão, conhecido como Sistema Toyota de Produção. Esse sistema incluía, dentre outros aspectos, um novo jeito de compreender os processos produtivos dentro da indústria, com a finalidade de “eliminar ou reduzir ao máximo as etapas eminentes ao processo produtivo que não agregam valor ao produto na percepção do cliente.”

A partir dessa percepção de processos enxutos no ambiente fabril, a gestão de recursos humanos e materiais tomou uma proporção muito grande, quanto à observação de processos que não agregam valor nem ao produto, ao negócio ou ao cliente.

A introdução do fluxo na cadeia de valor nos processos administrativos é de fundamental importância, pois, através dele pode ser percebido se realmente o produto está chegando mais rápido ao seu destino final. Portanto, deve-se pensar em criar um fluxo contínuo e satisfatório, otimizando os processos organizacionais e mitigando erros e falhas, para atender ao cliente com um produto ou serviço de qualidade, mas enxuto. (CABETE et al, 2015, p. 8)

A transparência na gestão de processos em Seções de Licitações e Contratos de OM de Engenharia é de igual forma carente de contínua melhoria, pois, principalmente nas áreas apoiadas, os clientes são os cidadãos - ou clientes-cidadãos, com necessidades voltadas para o combate à seca, seja na perfuração de poços ou em execução e fiscalização da Operação Pipa (operação de entrega de água através de caminhões pipa), ou até necessidades voltadas para o trânsito em estradas construídas ou reformadas pela mão-de-obra dos BEC.

O Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público estabelece uma perseguição constante à melhoria da qualidade e a consistência das informações prestadas à sociedade, de tal forma que os cidadãos tenham condições de exercer a cidadania no processo de fiscalização, assim como o controle social sobre as contas públicas. (BRASIL, 2012, p. 22)

2.3 LEAN OFFICE NO COMANDO DO EXÉRCITO

O Departamento Geral do Pessoal (DGP) expediu a O Frag Nr 01/2014 - A Dimensão Humana da Força, em que claramente apregoa os conceitos lean no âmbito do Exército Brasileiro. Segundo esse Órgão de Direção Setorial,

> A burocracia, por sua vez, necessariamente presente na ação gerencial de qualquer instituição, tende a crescer, ocupar espaço, adicionar passos à rotina, nem sempre orientados para o aperfeiçoamento do produto final. Quando isso ocorre – e é comum ocorrer – temos o hiperdimensionamento da atividade-meio e, consequentemente, a perda de tempo, de recursos, de sinergia. (EXÉRCITO BRASILEIRO, p.5, 2014)

As diretrizes do Comandante do Exército destacam que “a nossa gente... é e continuará a ser o nosso maior patrimônio”. A partir dessa afirmação, nascem três grandes áreas a serem racionalizadas, segundo o Sr Ch DGP: pessoal, processos e instalações.

A partir da área de pessoal, é determinado aos chefes subordinados que busquem “redesenhar os organogramas”, suprimindo “elos que pouco contribuem para o produto, eliminando cargos obsoletos ou de pouco valor agregado e suprimindo os que forem desnecessários”. (EXÉRCITO BRASILEIRO, p. 8, 2014)

A segunda área reside na racionalização dos processos. Estes processos, no âmbito do Exército Brasileiro, estão ligado à cultura do trâmite “perfeitamente definido’, “longos prazos, passos conhecidos e que se repetem ano após ano”. E aqueles, com o passar do tempo, “vão se descolando da sua finalidade, tornando-se excessivamente longos, envolvendo controles desnecessários e servidores que não precisariam dele participar”.

A terceira grande área proposta pelo Departamento Geral do Pessoal é a racionalização das instalações, onde devem refletir a organização e favorecer a funcionalidade.

2.4 BREVE HISTÓRICO DO 1º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO

Segundo Exército Brasileiro (2016), o 1º Batalhão de Engenharia de Construção (1º BEC) foi criado em 19 de janeiro de 1955, pelo Decreto nº 36.787, com a denominação inicial de 1º Batalhão Rodoviário, e, em 1957, através do Decreto nº 42.921/57, passou a se chamar 1º Batalhão de Engenharia de Construção.

Hoje os desafios são muitos, expressados nas missões doutrinária e geral, elencadas abaixo

> Missão doutrinária: possibilitar ao Exército Brasileiro o adestramento de seus quadros, mantendo em nível elevado a capacitação operacional na área de engenharia de construção, em forma permanentemente ajustada à Doutrina Militar Terrestre, para atuar eficazmente no apoio às operações militares de combate e logística.
>
> Missão geral: cooperar com o desenvolvimento econômico e social da região nordestina executando ações subsidiárias por meio de manutenção, recuperação e construção de estradas, aeroportos, açudes, barragens e perfuração de poços, bem como adestrar os recursos humanos, qualificando-os para o emprego em situação de combate e proporcionar uma reserva mobilizável para o Exército Brasileiro. (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015)

A história do Batalhão Seridó foi escrita deixando um legado de cumprimento de missão e transposição de barreiras, das mais diversas possíveis.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo procurou embasar-se na observação do objeto a ser investigado, na revisão teórica do assunto, abordando alguns *flashes* da gestão pública na história do Brasil, além de ter buscado em legislações atuais algumas recomendações sobre a aplicação do dinheiro público e da melhor gestão desse dinheiro.

A partir da literatura pesquisada, a pesquisa foi realizada no âmbito da Seção de Aquisições, Licitações e Contratos de uma OM de Engenharia de Construção do Exército Brasileiro.

O objeto formal que a pesquisa procurou investigar foram as possibilidades de introdução de conceitos da Engenharia de Produção em processos administrativos gerenciados por uma Seção de Aquisições, Licitações e Contratos de OM de Engenharia, com o fim precípuo de identificar possíveis gargalos e/ou pontos de restrição no sistema, apresentando uma nova forma de gestão, baseada em enxugamento de processos. O estudo abrange os Contratos, processos licitatórios e notas de empenho na SALC e

arquivamento na Seção de Conformidade dos Registros de Gestão e processo do ambiente físico (ergonômico).

O estudo foi limitado particularmente ao processo gerenciados pela SALC, sejam eles físicos, ergonômicos ou de fluxo documental, visando a dar melhor transparência e eficiência da gestão.

Visando a obter autorização para realização da pesquisa e seu respectivo registro histórico, foram publicados em Boletim Interno da OM a aprovação do projeto e seus resultados, conforme BI Nº 008, 13 Jan 2016, Adt nº 01/SCRG ao BI 027, 21 Fev 17, e BI Nº 199, 09 Nov 2017 e BI Nº 207, 22 Nov 2017, todos do 1º BEC.

Quanto à natureza, o presente trabalho científico se caracteriza por ser descritivo, constituindo em um trabalho de observação, registro, análise, classificação e interpretação dos dados coletados. Para Cervo e Bervian (2002), em uma pesquisa descritiva o pesquisador observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los. Desta forma, a pesquisa exploratório-descritiva se propõe a, não apenas, observar e registrar, mas também conhecer, com a maior fidedignidade possível, os processos desenvolvidos na SALC, buscando a identificar seus principais componentes. Os instrumentos utilizados neste estudo são a pesquisa de campo e observação dos processos físicos e informacionais na SALC.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapeando-se o fluxo de valor atual dos principais processos geridos pela SALC, poderão ser identificadas as etapas descritas nas figuras 2 e 3, quando da execução dos recursos públicos que envolvem a chegada do crédito específico até o pagamento efetivo.

Rother e Shook (2003) apud Turati (2007) afirmam que:

> O mapa do fluxo de valor (VSM) é uma ferramenta simples que [...] ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. O que se entende por mapeamento do fluxo de valor é simples deve-se apenas seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente, desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Depois, através de um conjunto de questões, desenha-se o mapa do "estado futuro", uma representação visual de como o fluxo deve ser. (TURATI, 2007, p.33)

O fluxo de valor, para eles, é toda ação que agrega ou não valor que se torna necessária para que o produto/serviço possa passar por ela.

Segundo Turati (2007), a ferramenta permite uma "visão ampla de todo o fluxo, e não dos processos isoladamente"; pode auxiliar na "identificação dos desperdícios considerados pela produção enxuta";

pode permitir a observação da relação entre os fluxos de materiais e informações; “fornece uma linguagem simples e comum para tratar os processos de manufatura”; permite uma visão antecipada das alternativas para melhorias do processo; e pode formar um rascunho para um futuro plano de ação.

4.1 VSM DO MACROPROCESSO DE CONFECÇÃO DE NOTAS DE EMPENHOS(NE)

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa bibliográfica e A partir dessas observações, pode se chegar ao seguinte fluxo atual do processo a ser analisado, conforme figuras 1 e 2 abaixo:

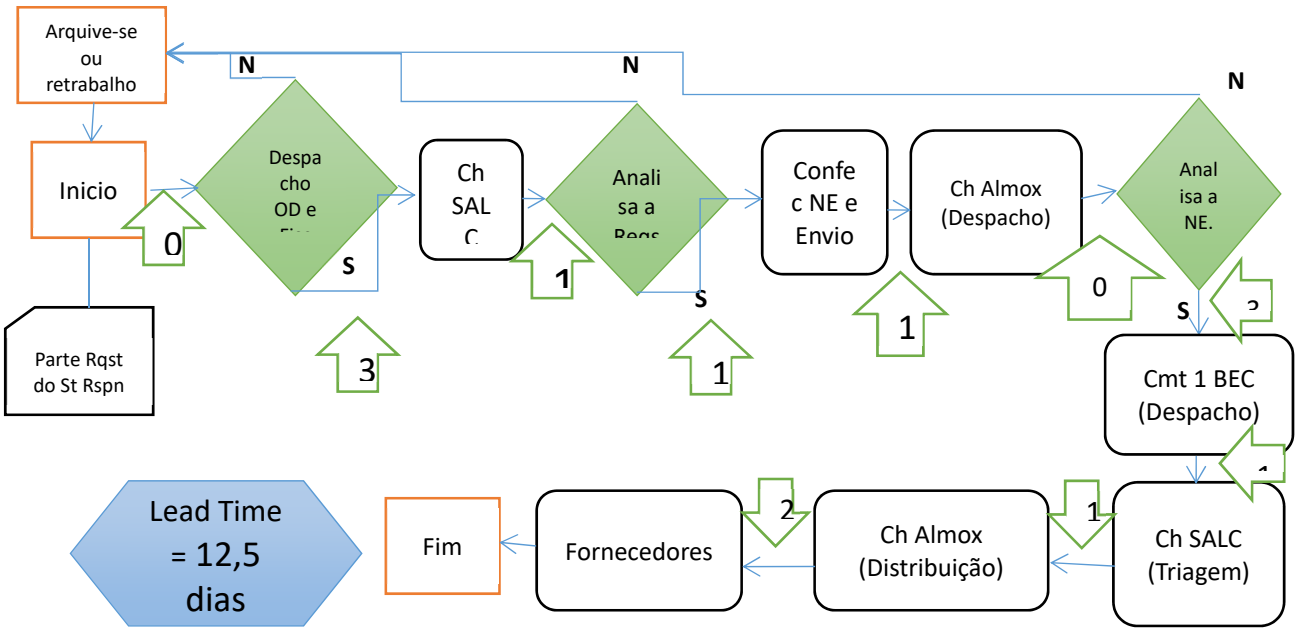


Figura 1: Fluxograma do processo de confecção e despacho de NE antes da Lean Thinking

Fonte: O autor

O fluxo de valor desse processo apresenta fases que necessitam de implantação da mentalidade lean. Primeiro a identificação de processos que realmente agregam valor e necessitam permanecer no fluxo. Em segundo plano, aqueles que agregam valor, mas podem ser retirados do fluxo. Em último plano, os que não agregam valor e devem permanecer no processo e os que devem ser eliminados ou enxugados.

A partir da análise do VSM do processo acima, pode-se chegar ao seguinte fluxo, onde foi implantado o lean office:

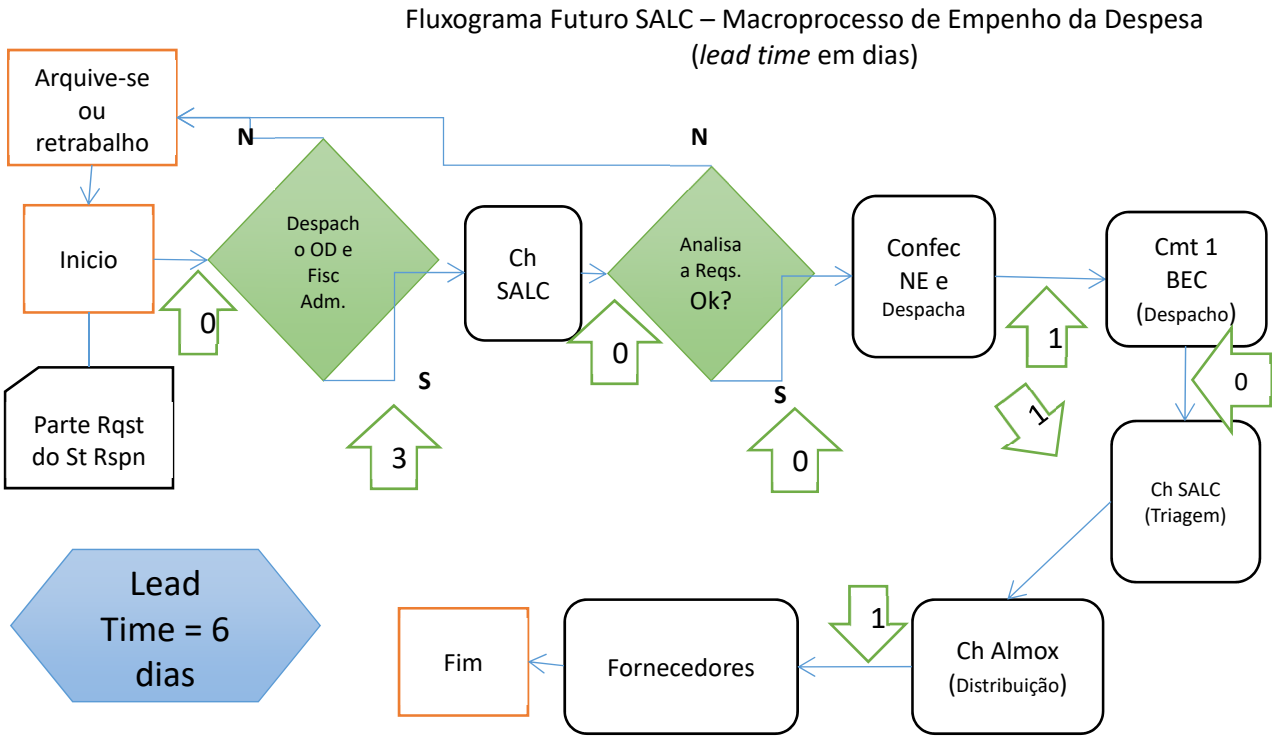


Figura 2: Fluxograma do processo de confecção e despacho de Notas de Empenho após a *Lean Thinking*

Fonte: O autor

Na tabela abaixo, pode-se verificar uma forma mais detalhada de enxergar o VSM (Value Stream Mapping) futuro do processo acima descrito, com a coluna ao lado demonstrando o enxugamento do processo:

VSM – Mapeamento do Fluxo de Valor do Processo de Confecção de NE – futuro (mentalidade *lean*)

Fase	Processo	Descrição	Tack Time Tempo do Ciclo)	Possível oportunidade de melhoria	Responsável	Percen-tual de impacto no proces-so	
						Antes	Futuro
	Confec-ção de DIEx Requisi-tório	O Requisitante confecciona o DIEx Requisitório e entrega na SALC		Não é o caso	Requisitante	0 %	%
	Despacho com o OD	Despacho individual do Requisitante com o OD e com o Fisc Adm		Hora marcada para despacho de documentos que geram direitos financeiros (diminuição do takt time de despacho)	Requisitante e OD	50 %	4%
	Auditoria do	-Análise da documentação		- diminuição do takt time,	Requisitante,	0 %	8,0%

	Documen-to pelo Chefe da SALC	básica para confecção da Nota de Empenho - Consulta e Emissão de certidões em sistema;		através de zero defeitos na confecção do DIEx Requisitório e seus anexos por parte do Requisitante, verificando todos os dados antes da confecção do DIEx Requisitório	em conjunto com a SALC		
	Confecção da NE	Elaboração da Nota de Empenho no SIAFI e envio para o Almox		- diminuição do takt time, através de Capacitação do pessoal envolvido na execução orçamentária e melhoria no ambiente de trabalho (ergonomia)	Setor de aquisições – SALC	16,67 %	8,0%
	~~Envio da NE para o Almox~~	~~Envio das NE para o Almox para despacho~~	~~0,5~~	~~Enxugar esta fase~~	~~SALC~~	~~4,0 %~~	~~4,0%~~
	~~Despacho com o OD~~	~~Análise e Despacho do OD com o Almox~~		~~Enxugar esta fase~~	~~ALMOX~~	~~24,0 %~~	~~24 %~~
	~~Envio do OD para a SALC~~	~~O Ordenança entrega as NE assinadas à SALC~~		~~Enxugar esta fase~~	~~CMDO~~	~~8,0 %~~	~~8,0%~~
	~~Retorno para SALC~~	~~SALC faz a triagem dos empenhos por requisitantes para envio aos requisitantes~~		~~Enxugar esta fase~~	~~SALC~~	~~8,0 %~~	~~8,0%~~
	Despacho com o OD	A SALC despacha as NE com o Sr OD e já traz a documentação assinada		Hora marcada para despacho de documentos que geram direitos financeiros (diminuição do takt time de despacho)	SALC	31,8 %	nova rotina
	Triagem da documen-tação	O setor de aquisições da SALC faz a triagem para distribuição aos requisitantes		-x-	SALC	16,67 %	novo fluxo
	Distribui-ção aos Fornecedores	O Almox responsável faz a distribuição dos empenhos aos fornecedores		Utilização de e-mail para envio das NE escaneadas, com “Acuso o Recebimento” do Fornecedor	ALMOX	0 %	6%
		LEAD TIME	6 dias		Total	100%	100%

Tabela 1: Value Stream Mapping da confecção de Notas de Empenho Futuro

Fonte: o autor

Com a aplicação do lean office, foram eliminadas as fases 5, 6, 7 e 8 do VSM atual, onde apresentava, no total nove fases. Com a proposta já praticamente implantada no 1º BEC, o fluxo de valor futuro apresenta sete fases, cujos fluxos foram analisados a partir da concepção da mentalidade lean, o que poderá acarretar, como exemplo, o enxugamento da fase 2, de 02(dois) dias para 01(um) dia, e da fase

9(atual), de 2 dias para imediatamente. Foi criada uma nova rotina na fase 5 e um novo fluxo na fase 6.

A partir da concepção e implantação da mentalidade lean no macroprocesso de empenho da despesa, chegou-se à redução de 12,5 dias para 6 dias para finalização do lead time, ou seja, correspondendo a mais de 50% de enxugamento do processo. Esta redução do lead time proporciona economia de meios materiais e humanos, tendo em vista ao tempo de hora/homem gasto com a produção em 12,5 dias e para 6 dias, cujo estudo não foi objeto desta pesquisa.

4.2 VSM DO PROCESSO ERGONÔMICO DA SALC

A SALC é uma Seção de extrema relevância para o bom andamento da atividade-fim do 1º BEC, haja vista a iminência de início de procedimentos licitatórios por conta da execução de obras, seja por convênio ou por determinação do Escalão Superior. Com o planejamento das operações do 1º Batalhão de Engenharia, naturalmente aparecem as necessidades de aquisição de bens ou serviços das mais variadas possíveis. A Equipe da SALC, além de necessitar de um bom ambiente de trabalho, carece de ter um bom fluxo de processos, de documentos e de informações, que possibilitem o melhor raciocínio sobre as questões das aquisições a cargo do Exército Brasileiro. Este raciocínio necessita de estar regado a um alto grau de comprometimento e ao debruçar sobre os diversos assuntos atinentes às licitações, aquisições e contratos. Mapeando-se o ambiente físico, chegou-se à seguinte disposição:

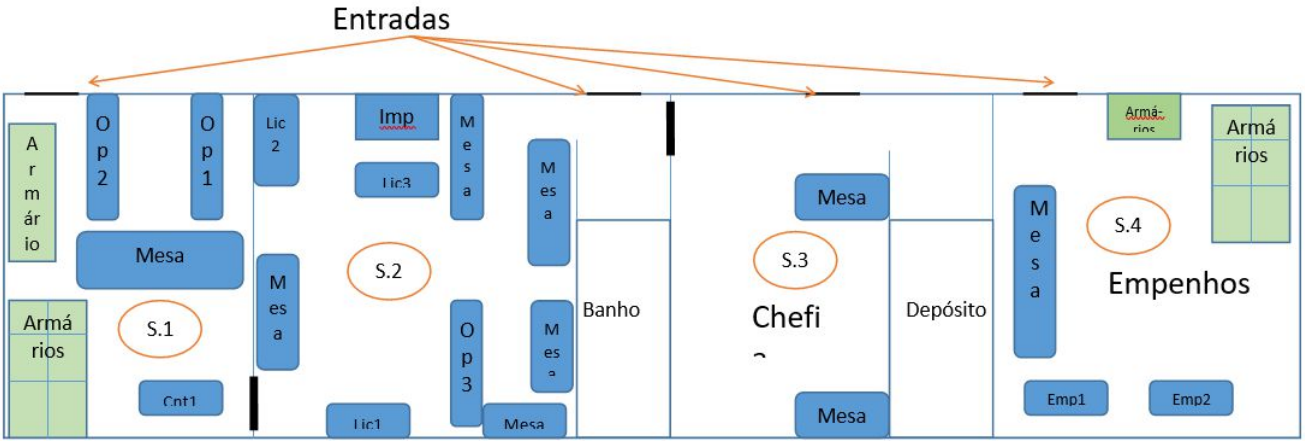


Figura 3: Layout da SALC antes do Lean Office

Fonte: O autor

4.2.1 VSM DO PROCESSOS FÍSICOS DA SALC ATUAL

A SALC é uma Seção de extrema relevância para o bom andamento da atividade. Observando diretamente a Seção de Aquisições, Licitações e Contratos do 1º BEC, obteve-se o seguinte mapeamento:

a) Pintura em branco gelo, com as paredes encardidas;

b) Em referência à Norma Regulamentadora nº 17 (NR 17 – Ergonomia) do Ministério do Trabalho e Emprego, as poltronas não estão adequadas a digitações por longo período de tempo;

c) A disposição das mesas está em dissonância com o ambiente (mal organizadas);

d) Havia, pelo menos, 4(quatro) portas onde circulam pessoas no ambiente da SALC;

e) O setor de Aquisições (Empenhos) (S.4) fica distante do setor de Contratos (S.1);

f) Havia mobiliário em más condições e/ou ocioso; e

g) O contato entre S.2 (licitações) e a S.1 (contratos) necessitava de interrupção nos trabalhos, para deslocamento até a outra sala ao lado;

4.2.2 VSM DO PROCESSOS FÍSICOS DA SALC - FUTURO

Diante da proposta revolucionadora do lean office, pôde-se chegar ao seguinte layout, com a finalidade de extirpar fases desnecessárias do processo, proporcionando um fluxo contínuo de documentos e de informações, propiciando um ambiente mais agradável e estimulador à troca de informações sobre as áreas de aquisições, licitações e contratos.

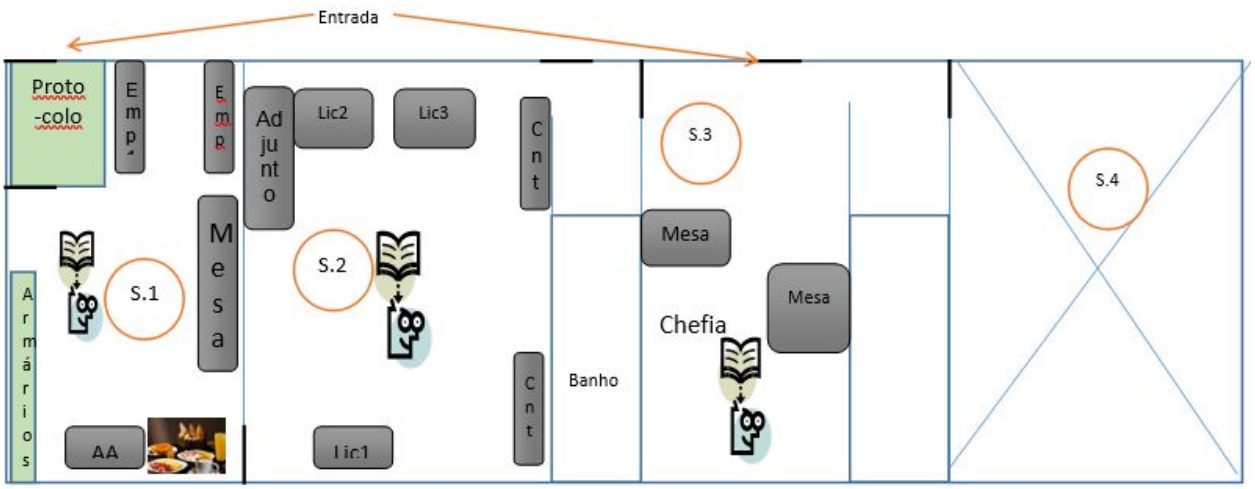


Figura 4: Layout da SALC após a implementação do *Lean Office*

Fonte: O autor

Com a implementação da mentalidade enxuta, pôde ser percebida uma nítida organização do espaço físico, extirpando fases desnecessárias desse processo, visando a obter um fluxo contínuo de documentos e de informações. Nesse layout, os técnicos na áreas de licitações (lic1, lic2 e lic3) podem comunicar-se com os técnicos em contratos (Cnt1 e Cnt2), de formas que as dúvidas e/ou novas legislações podem ser comunicadas imediatamente entre os mesmos.

As instalações, após a implementação da mentalidade lean, refletem a organização e favorecem a funcionalidade da SALC, propiciando mais eficiência nos processos em busca de um produto com zero defeito.

Citando o poeta Fernando Pessoa, o Exmo Sr Chefe do DGP transcreve:

> Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga,mas onde estará o palácio se não o fizerem ali? (FERNANDO PESSOA) (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2014, p. 19)

Portanto, é totalmente plausível que se torne a SALC como um desses palácios, onde as próprias pessoas, aliadas à boa organização e higiene do ambiente, proporcionadas pela implantação do lean office, transformam os setores em que elas trabalhem.

4.3 VSM DO PROCESSO DE ENVIO DE TERMOS ADITIVOS (TA) E LICITAÇÕES À CJU-NATAL

4.3.1 VSM ATUAL

De acordo com Brasil (1993), todos os tipos de processos licitatórios, TA, convênios, necessitam de passar pela análise da assessoria jurídica, para emissão de parecer. E, para tanto, a Consultoria Jurídica da União (CJU), em Natal-RN, é o órgão competente para emissão dos pareceres relativos ao 1º BEC.

Para conduzir viaturas oficiais do Exército Brasileiro, as minutas do processo licitatório eram conduzidas à CJU por, pelo menos 02(dois) militares: um motorista-militar (normalmente um Soldado) e um chefe de viatura (normalmente um Cabo ou Sargento). De acordo com o Portal da Transparencia (2017), os salários brutos mensais de um Cabo (Cb) e de um Soldado(Sd) engajado giram em torno de R$ 2.840,00 (dois mil, oitocentos e quarenta reais) e R$ 1.747,50 (mil, setecentos e quarenta e sete e cinquenta centavos), respectivamente.

Para que o processo fosse levado por viatura poderia se chegar à seguinte equação:

Custo Mao-de-Obra(MO): Salario CB + Salario Sd, X 4

22

São 4(quatro) viagens mensais e 22 dias de trabalho no mês.

Custo MO: 2840 + 1747,50 x 4 = R$ 834,10

22

Por questões de escopo e limitação da pesquisa, foram desconsiderados os custos com disponibilização de viatura, manutenção e outros custos e despesas fixos e variáveis. Vale ressaltar que há um gargalo que pode ser facilmente identificado, por conta de sua posição geográfica: o 1º BEC está localizado a 270 km de distância da capital (Natal), ou seja, 540 km a cada vez que um processo era entregue na CJU.

Portanto, considerando que uma viatura consuma em média 9 km/litro, pode-se chegar à seguinte equação:

G = D / c , GT ?

Onde:

G: gasto com combustível, em litros

GT = gasto total em R$

D = distância (ida e volta)

c = consumo por litro

Então, G = 540/9

G = 60 litros

Segundo ANP (2015), o valor médio do Diesel S-10 varia pode chegar ao preço de R$ 3,09, então GT = G x 3,09 = R$ 185,40 (cento e oitenta e cinco reais e quarenta centavos), a cada vez que se entrega um processo na CJU Natal. Por mês, esse valor, no mínimo, chega a R$ 741,60, não levando-se em conta os processos urgentes cujas viagens aconteciam mais de uma vez por semana.

Somando-se a MO e GT, temos o seguinte resultado: R$ 834,10 + 741,60 = R$ 1.575,70 mensais.

Observando-se esse gasto em médio prazo ou longo prazo, os efeitos desse custo seriam realmente muito significativos, como a abaixo especificados:

Em 1 ano, 12 x 1.575,70 = R$ 18.908,40

Em 5 anos, 5 x 18.908,40 = R$ 94.542,00

Em 15 anos, 15 x 18.908,40 = R$ 283.626,00

Portanto, em valores atuais, somando-se a MO e GT com combustível, havia um gasto de R$ 283.626,00 em 15 anos (valores atuais), empreendendo a mesma atividade, com apenas uma viagem por semana.

4.3.2 VSM FUTURO

Como recomenda a lean thinking, foram realizadas seguidas reuniões e telefonemas, com o objetivo de racionalizar esse processo, chegando-se, no mês de agosto de 2015, a se pensar em um fluxo mais enxuto, visando a mitigar os custos com o envio e apanha dos processos na CJU e, também, facilitar a análise por parte dos Advogados da União, tendo em vista a distância em que o 1º BEC se encontra de Natal-RN, aliando a otimização e melhor visualização dos processos, já que alguns, com o manuseio, deterioravam-se e, por vezes, corria o risco de perda material.

Após essa busca incessante pela implementação da mentalidade lean, surgiu a ideia de o Batalhão firmar um convênio com a CJU, delineado pelo Chefe da SALC e o Coordenador Geral da CJU-RN, Dr Edson Ibiapina, chegando-se a um fluxo de processo extremamente mais enxuto e contínuo, a saber, conforme a figura 5:

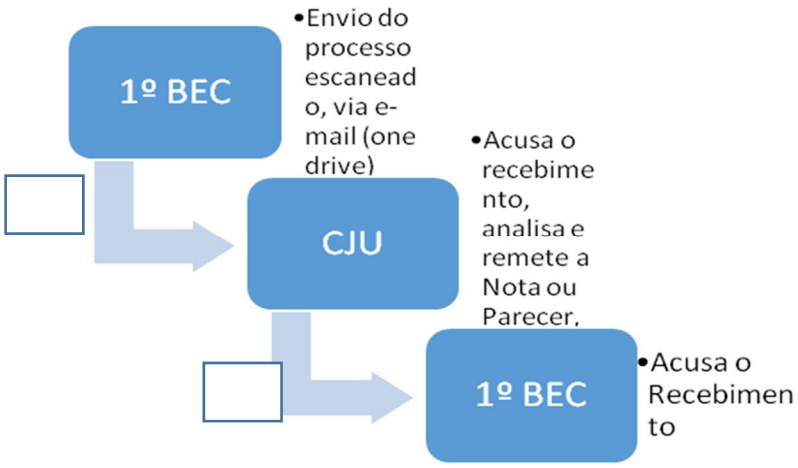


Figura 5: Fluxo de entrega e apanha de processos na CJU-RN, após implementação do Lean Office

Fonte: O autor

Apesar da implementação do novo fluxo de envio, na fase 1, foi detectado um novo gargalo ligado à tecnologia disponível no 1º BEC, já que digitalizar os processos para o envio, através do escâner tradicional, demandava cerca de 4(quatro) minutos e 24(vinte e quatro segundos) para que um militar escaneasse de 10(dez) folhas. Considerando-se que cada processo consome cerca de 300 (trezentas) folhas em média, poder-se-ia chegar a ter um militar escaneando apenas um processo durante 7.920 (sete mil, novecentos e vinte) segundos, ou seja, 2 horas e 12 minutos (dados aferidos no equipamento tradicional constante na SALC do 1º BEC).

Foi apresentada ao Sr Comandante do Batalhão a necessidade de aquisição de um escâner multicópias, com um valor médio atual de R$ 2.900,00 (dois mil e novecentos reais), para que pudesse otimizar o referido processo, sendo autorizada sua aquisição. Ainda no mês de agosto/2015, foi adquirido o referido escâner que proporcionou uma diminuição significativa no lead time do escaneamento, já que o mesmo leva em torno de 22 (vinte e dois) segundos para escanear 10(dez) folhas (300 folhas = 660 seg). Ou seja, o montante de tempo gasto, no lead time futuro, é de 11(onze) minutos, correspondendo a 92% a menos do tempo gasto com o escaneamento, liberando o militar para outras tarefas (dados aferidos no equipamento atual constante na SALC do 1º BEC). Quanto aos custos com a remessa e entrega na CJU-Natal, foram enxugados em 100% do production cost (custo de produção) do processo.

Além do enxugamento desse processo, foi proporcionado ao Batalhão dispor de uma pasta interna pública onde estivesse escaneada toda a documentação relativa a todas as aquisições efetuadas, contribuindo com a Governança, com o Controle Interno, com a Auditoria e para a transparência na gestão pública.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A lean thinking, ou mentalidade enxuta, nasceu com o Sr Taichii Ohno com o “jeito Toyota de ser”, por meio do qual, as indústrias buscavam, na década de 1940, adaptar-se a um tipo de trabalho que valorizaria o homem no processo produtivo, mas buscava o tão requisitado “zero defeitos”, logicamente não deixando em segundo plano a questão da produtividade. Qualidade & produtividade: estava aí o binômio que revolucionou o mundo, apregoando os processos enxutos, cujos fluxos fossem os mais contínuos possíveis.

A proposta, portanto, desta pesquisa reside fomentar a ideia que o gestor não deve permanecer estagnado quanto ao dia-a-dia de um Batalhão de Construção, em especial de uma Seção de Aquisições, Licitações e Contratos, até porque as próprias legislações que embasam as atividades dessa seção são volúveis, e, em caso de o gestor permanecer ocioso e “parado” no tempo, será devidamente absorvido pelas diversas nuances das atividades que envolvem as compras e aquisições em geral, produzindo novos processos assoberbados de materiais, pessoas e informação. Melhoria de processos, envolvimento das pessoas, eliminação de gargalos, extinção de fases desnecessárias e análise criteriosa, para implementação da mentalidade lean, são desafios que o gestor de uma OM de Engenharia enfrenta e enfrentará diante das enormes responsabilidades advindas das atividades de engenharia.

Quando se fala nos conceitos acima descritos, além dos desafios da mudança de mentalidade, estará, também, o desafio maior que será a mudança da cultura organizacional, sem agredir às leis, normas e regulamentos que regem os quartéis de Engenharia de Construção, porém, identificando possíveis gargalos que possam existir entre a determinação legal e o cumprimento dessa determinação legal.

Para implementação da mentalidade lean, muitas vezes, requerer-se-á do Gestor da OM uma sensibilização e visão aguçadas no tocante a ter de realizar investimentos em tecnologia e mudança da cultura organizacional, para se obter uma melhor resposta a se obter processos enxutos, com zero defeitos, visando a mitigar os possíveis gargalos existentes em um fluxo. Com os processos perfeitamente mapeados, identificados seus gargalos, haverá impactos diretos ou indiretos nos riscos organizacionais a que a OM está submetida.

Portanto, a partir do descrito nesta pesquisa e vivenciado na práxis da gestão da SALC, é totalmente plausível e necessária a implementação da lean thinking, através do lean office em Batalhões de Engenharia do Exército Brasileiro.

REFERÊNCIAS

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Síntese dos preços praticados no Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Estado_ Municipio.asp>. Acesso em 03 Out 2015.

BARROS, Thiago Oliveira de; VALENTIM, Onivaldo Aparecido. Melhoria de produtividade no setor de atendimento ao cliente de uma produtora de software através da aplicação da metodologia lean office. XXXIV encontro nacional de engenharia de produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_ 108_25648.pdf>. Acesso em: 21 Maio 2015.

BRASIL. Lei de Licitações. Lei 8.666, de 21 Jun 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 03 Out 2015.

BRASIL ESCOLA. Governo geral. Disponível em: <http://www.brasilescola.com /historiab/governo-geral.htm>. Acesso em: 14 Jul 2015.

CABETE, Moises da Silva; MELO, Daniel Reis Armond de; CABETE, Nadja Polyana Felizola. Lean office e cinco leis da biblioteconomia: possibilidades para gestão de bibliotecas. XXXIV encontro nacional de engenharia de produção.
Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_202_144_24903. pdf>. Acesso em 21 Maio 2015.

CERVO, A. L.; BERVIAN, Pedro Alcino. Metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Departamento Geral do Pessoal. Ordem fragmentária 2014. A dimensão humana da Força. Disponível em: <http://www.dgp.eb.mil.br/docs/2014/ordem_frag01_dgp _2014.pdf>. Acesso em 15 Jul 2015.

_____. Arquivo da Seção de Comunicação Social do 1º Batalhão de Engenharia de Construção. Histórico do Batalhão Seridó. Caicó-RN, 2016.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União. Servidores civis e militares do Poder Executivo Federal – por órgão de lotação do servidor. Disponível em <www.transparencia.gov.br/servidores/orgaolotacao-listaservidores.asp?codorg=16000>. Acesso em 29 Ago 17.

SERAPHIM, Everton Cesar; SILVA, Íris Bento da; AGOSTINHO, Osvaldo Luis. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid =S0104-530X2010000200013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 Maio 2015.

TURATI, R. C.; MUSETTI, M. A. Aplicação dos conceitos de Lean Office no setor administrativo. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, Fortaleza. Anais. Fortaleza: ENEGEP, 2006. p. 1-9.

_____. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Aplicação dos conceitos de Lean Office no setor administrativo. São Paulo, 2007.

Capítulo 4

ANÁLISE MULTIVARIADA DE UM *FRAMEWORK* PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS EM UMA EMPRESA DE TECNOLOGIA

Tábata Fernandes Pereira (UNIFEI - tabatafp@gmail.com)
José Arnaldo Barra Montevechi (UNIFEI - montevechi@unifei.edu.br)
Giseli Valentim Rocha (UNIFEI - giselirocha@gmail.com)
Mona Liza Moura de Oliveira (UNIFEI - monaoli@yahoo.com.br)
Milena Silva de Oliveira (UNIFEI - mile_4689@hotmail.com)

Resumo: A Simulação a Eventos Discretos é uma área da Pesquisa Operacional que vem sendo cada vez mais integrada à outras áreas. Assim, este artigo pretende conduzir uma análise multivariada de um framework já desenvolvido para o gerenciamento de projetos de Simulação a Eventos Discretos. Para cumprir este objetivo, o framework foi apresentado e em seguida foram conduzidas as análises multivariadas, sendo: a análise de alpha de Cronbach, correlação, cluster, variância e One Sample t. Como resultado final do trabalho, obteve-se a validação do framework proposto e encontrou-se outras conclusões como, a influência do tempo de experiência do especialista em projetos de simulação e sua relação direta com o nível de detalhes que o mesmo considera no momento do desenvolvimento do projeto.

Palavras-chave: Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos, Análise Multivariada.

1. INTRODUÇÃO

A Simulação a Eventos Discretos é considerada uma poderosa ferramenta de auxílio a tomada de decisão que vem sendo cada vez mais utilizada em diversas áreas de aplicação (PEREIRA, 2017). Com o passar do tempo, percebe-se que a simulação em seu sentido tradicional é muito eficaz, no entanto, quando se considera o estudo dessa ferramenta integrada à outras ferramentas, tem-se um ganho ainda maior.

A simulação possui o objetivo de imitar o sistema em estudo, propor aos tomadores de decisão o uso de um modelo computacional, para então fazer alterações, inferências neste modelo, sem interferir na realidade. Esse tipo de análise reduz o risco de investimentos falhos e erros (PEREIRA *et al.,* 2015).

Conforme a literatura apresenta, a simulação está cada vez mais sendo combinada com outras áreas de investigação. Como exemplos, tem-se a SED combinada com *Lean Manufacturing* (Abdulmalek e Rajgopal, 2007), SED combinada à técnica *Soft System Methodology* (Pereira *et al*., 2015), SED combinada com técnicas de *Design of Experiments* (DOE) (Keshavarz Ghorabaee *et al*., 2017), entre outras aplicações.

Nesse sentido, o presente artigo traz um estudo incluindo a Simulação a Eventos Discretos e a área de Gerenciamento de Projetos. Em trabalhos anteriores dos autores, foi proposta uma metodologia para a gestão de projetos de Simulação a Eventos Discretos, enquanto que no presente artigo o objetivo é fazer uma análise multivariada desse *framework* proposto, a fim de avaliá-lo estatisticamente, tomando como base as respostas de profissionais da área da simulação. Para atingir este objetivo foi elaborada uma tabela que apresenta o *framework* proposto, que está dividido nas dez áreas do conhecimento da gestão de projetos, e com isso, pôde-se conduzir as análises multivariadas.

O artigo encontra-se dividido em cinco seções. A primeira contextualiza o tema do artigo. A segunda seção apresenta conceitos fundamentais sobre Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos e Análise Multivariada. A seção três apresenta o *framework* proposto. Na quarta seção são conduzidas as análises multivariadas e a interpretação dos resultados. Por fim, a última seção traz as conclusões do artigo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS (SED)

Conforme Ahmed, Scoble e Dunbar (2016), a simulação é a imitação da operação de um processo do mundo real ou sistema ao longo do tempo. Os autores a consideram como uma técnica popular para desenhar modelos de sistemas de produção que simulam operações reais e analisa diferentes cenários, mantendo um controle sobre custos e tempo, reduzindo a necessidade de realizarem experiências reais. Porém para Balci (1989) se o modelo não possui uma representação suficientemente precisa, pode-se facilmente constatar que se "entra lixo", automaticamente "sai lixo", ou seja, o modelo não pode ser utilizado para a condução de experimentos.

Booker (2016) e Botín, Campbell e Guzmán (2015) afirmam que a SED é um método que prossegue através de tempos discretos, onde o estado do sistema muda, devido à ocorrência de um evento. Além disso, para os mesmos autores, a SED incorpora efeitos da variabilidade do sistema, usando distribuições de probabilidade, estimados para caracterizar as variáveis do sistema de incerteza.

2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS (GP)

Para Tavares (2008), a GP consiste na aplicação de conhecimentos e métodos de elaboração de tarefas, que se relacionam para atingir os objetivos definidos. Para Pollack e Adler (2016), o gerenciamento pode ser melhorado, desenvolvido e refinado, de modo que os objetivos organizacionais sejam entregues mais eficazmente.

O GP alinha os objetivos às ações, avalia possíveis soluções para os diversos problemas e toma providências corretivas para desvios de uma situação ideal. Esta situação ideal permite à organização, administrar mudanças constantes, adaptar-se às diversas instabilidades e garantir a sua própria sobrevivência diante das variações que se manifestam a cada instante (CHERMONT, 2001).

A GP é importante para a execução dos projetos, no entanto, quando se olha para a gestão de projetos de Simulação a Eventos Discretos, encontra-se uma lacuna na literatura, pelos resultados bibliométricos encontrados, poucos trabalhos vêm investigando essa abordagem. Dessa forma, a GP vem ajudar, nesse artigo, na condução de projetos de simulação.

2.3 ANÁLISES MULTIVARIADAS (AM)

De acordo com Figueiredo (2010), uma pesquisa observacional na qual trabalha com dados, tem a necessidade de se descrever, explorar e analisar esses dados. Dessa forma, para que investigações possam ser conduzidas, devem ser utilizadas técnicas estatísticas. Nesse contexto, tem-se a Análise Multivariada, que é uma técnica amplamente utilizada nesse tipo de trabalho. Esta, por sua vez, compreende um amplo conjunto de métodos e procedimentos que representam mais de uma característica de uma amostra.

A AM envolve uma grande multiplicidade de conceitos estatísticos e matemáticos, considerando o comportamento de muitas variáveis simultaneamente. Também permite ao pesquisador avaliar erros de interpretação dos dados e revelar informações que não são imediatamente percebidas, quando se utiliza uma análise mais simples (MANLY, 2008). Considerando essas características, a AM foi selecionada para ser a técnica estatística que vai conduzir a validação do *framework* proposto, além de oferecer outras análises consideráveis neste artigo.

3. APRESENTAÇÃO DO *FRAMEWORK* PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

O framework para o gerenciamento de projetos de Simulação a Eventos Discretos foi proposto no trabalho de Pereira (2017), no qual podem ser encontrados os detalhes desta proposta. No entanto, o foco do presente artigo está voltado para a avaliação estatística desse framework por especialistas em simulação. Dessa forma, discussões de como o framework foi obtido podem ser acessadas no trabalho original.

O framework foi elaborado baseando-se nos conceitos da área de Gerenciamento de Projetos, a qual é dividida em dez áreas do conhecimento: Escopo, Partes Interessadas, Recursos Humanos, Tempo, Aquisições, Risco, Comunicação, Custo, Qualidade e Integração. Essas áreas foram desdobradas em um projeto real de simulação, assim propôs-se o framework apresentado no Quadro 1.

Como exemplo, tem-se o Gerenciamento de Recursos Humanos, nesta fase do projeto de simulação, sugere-se que sejam conduzidas entrevistas com pessoas competentes para preencher as vagas disponíveis no projeto, sugere-se ainda que se conduza a parte burocrática desse processo de contratação, bem como a definição da carga horário de trabalho dessa pessoa, sua responsabilidade e remuneração e por fim, lidar com os conflitos que venham a acontecer durante o desenvolvimento de projeto de simulação. A mesma lógica acontece para os demais gerenciamentos.

4. ANÁLISES MULTIVARIADAS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As análises multivariadas selecionadas para este artigo, são:

- Análise do Alfa de Cronbach, na qual pretende-se medir a confiabilidade interna do questionário;
- Análise de correlação, na qual investiga como variáveis se relacionam entre si;
- Análise de cluster, na qual estuda agrupamentos de variáveis que se relacionam entre si;
- Análise de variância, na qual compara as médias entre os constructos;
- One sample t, na qual compara a média das respostas com um target pré-estabelecido.

Para obter a validação do *framework*, foram elaborados dois formulários digitais (português e inglês) com as informações do Quadro 1. Para cada item do questionário foi utilizada uma escala Likert, em que o especialista deveria selecionar em uma escala de 1 a 5, a melhor opção que retratasse seu julgamento, sendo 1 como não importante e 5 como extremamente importante. Foi realizada uma validação do questionário com um especialista em simulação, o qual garantiu que o questionário estava adequado ao que se propunha. Em seguida, levantou-se uma lista de especialistas em simulação. A escolha desses respondentes, se deu por meio de estudos bibliográficos, no qual mostraram quais eram os principais nomes de profissionais que trabalham com a área de pesquisa desse trabalho, sendo levantado um total de 30 nomes, com seus respectivos e-mails. O questionário foi enviado para estes 30 respondentes, no entanto, foram obtidos um total de 22 respostas, ou seja, um retorno de 73,33% dos respondentes. Partindo da coleta dos dados, pode-se dessa maneira, conduzir as análises multivariadas. Cabe ressaltar que todas as análises foram conduzidas utilizando *software* Minitab® versão do ano de 2016.

Gerenciamentos	Itens
1. Gerenciamento de Escopo	ESC1 - Reuniões com cliente para entender o objetivo do projeto
	ESC2 - Elaboração do escopo do projeto (documento), já incluindo prazos, orçamentos e pessoas
	ESC3 - Concordar com o cliente sobre o escopo
	ESC4 - Controlar e acompanhar a condução do projeto com o a delimitação do escopo
2. Gerenciamento das Partes Interessadas	PI1 - Identificar quais são todos os envolvidos no projeto
	PI2 - Definir até em que momentos esses envolvidos estão diretamente relacionados com o projeto
	PI3 - Levantar quais tipos de interesse, poder e influência cada um possui
	PI4 - Traçar estratégia para administrar esses membros e os conflitos que vierem a ocorrer
3. Gerenciamento de Recursos Humanos	RH1 - Entrevistar pessoas para preencher as vagas
	RH2 - Conduzir toda a parte burocrática para a contratação
	RH3 - Definir carga horária, responsabilidades e remuneração de cada membro
	RH4 - Gerenciar os conflitos que acontecerem entre os membros
4. Gerenciamento do Tempo	TEM1 - Construir o cronograma de atividades
	TEM2 - Definir as principais entregas e prazos para o cliente
	TEM3 - Detalhar as tarefas maiores em subtarefas e já estabelecer prazo e responsáveis por executar cada uma delas
	TEM4 - Definir as pessoas responsáveis para executar cada tarefa e subtarefa
	TEM5 - Construir diagrama de rede
	TEM6 - Desenvolver estrutura analítica do projeto e gráfico de Gantt
	TEM7 - Controlar e acompanhar o cronograma durante o desenvolvimento do projeto
5. Gerenciamento de Aquisições	AQUI1 - Verificar o que precisa ser comprado
	AQUI2 - Conduzir a compra efetiva dos equipamentos
	AQUI3 - Controlar e acompanhar essas aquisições (documento)
	AQUI4 - Manter documentos de compras
6. Gerenciamento de Riscos	RIS1 - Levantar os principais riscos do projeto
	RIS2 - Categorizá-los nos níveis: gerencial, organizacional, técnico e externo
	RIS3 - Separar entre riscos positivos e negativos
	RIS4 - Conduzir análise de SWOT e Matriz de probabilidade e risco
	RIS5 - Preparar plano de respostas a estes riscos, caso aconteçam
7. Gerenciamento da Comunicação	COM1 - Definir os membros que estão diretamente ligados ao projeto
	COM2 - Traçar modo de comunicação entre os membros do time de desenvolvimento e cliente
	COM3 - Estabelecer as ferramentas de comunicação (e-mail, telefone, reunião, sistemas web)
	COM4 - Controlar e acompanhar se o relacionamento entre os membros está sendo bem sucedido
	COM5 - Conduzir melhorias no modo de comunicação, se necessário
8. Gerenciamento de Custo	CUS1 - Elaborar detalhamento de custos de pessoal
	CUS2 - Adicionar despesas de aquisições e outras
	CUS3 - Controlar e acompanhar esse detalhamento de custos (documento)
9. Gerenciamento da Qualidade	QUA1 - Definir as métricas que medirão a qualidade do projeto
	QUA2 - Estabelecer ferramentas de medição
	QUA3 - Controlar e acompanhar esse processo
10. Gerenciamento de Integração	INT1 - Elaborar Termo de Abertura e Plano de Gerenciamento (documentos)
	INT2 - Desenvolver relatório de acompanhamento e monitoramento (documentos)
	INT3 - Gerenciar a solicitação de mudanças (documento)
	INT4 - Construir Termo de Encerramento e Relatórios de Lições Aprendidas (documentos)

Quadro 1 – *Framework* para o gerenciamento de projetos de Simulação a Eventos Discretos

- *Análise do Alfa de Cronbach*

O coeficiente Alfa de Cronbach (α), é a medida mais usada para estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. Este calcula a consistência interna baseada na correlação média entre itens, além de verificar se há coerência na variação das respostas dos participantes do

estudo. Partindo desse conceito, calculou-se o Alfa de Cronbach por gerenciamento ou constructo (como é chamado na área estatística). Essas informações podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise do Alfa de Cronbach por construto

Construtos	Questões	Alfa De Cronbach
Escopo	ESC1, ESC2, ESC3, ESC4	0,30
Aquisição	AQUI1, AQUI2, AQUI3, AQUI4	0,84
Partes Interessadas	PI1, PI2, PI3, PI4	0,76
Comunicação	COM1, COM2, COM3, COM4, COM5	0,85
Recursos Humanas	RH1, RH2, RH3, RH4	0,70
Tempo	TEM1, TEM2, TEM3, TEM4, TEM5, TEM6, TEM7	0,75
Custo	CUS1, CUS2, CUS3	0,84
Risco	RIS1, RIS2, RIS3, RIS4, RIS5	0,90
Qualidade	QUA1, QUA2, QUA3	0,87
Integração	INT1, INT2, INT3, INT4	0,91

Como demonstrado pela Tabela 1, os constructos Aquisição, Partes Interessadas, Comunicação, Recursos Humanos, Tempo, Custo, Risco e Qualidade apresentaram uma confiabilidade interna adequada, permanecendo entre uma escala de 0,70 e 0,90. De modo geral, o valor mínimo aceitável para a confiabilidade de um questionário é $\alpha \geq 0{,}70$, abaixo desse valor a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa. O valor máximo esperado é 0,90, acima deste valor, pode-se considerar que há redundância ou duplicação, ou seja, vários itens estão medindo exatamente o mesmo elemento de um constructo, portanto, os itens redundantes devem ser eliminados. Usualmente, são preferidos valores de alfa entre 0,80 e 0,90 (STREINER, 2003).

No entanto, considerando o valor do alfa para o constructo do Escopo, este apresentou um alfa de 0,30. Como o cálculo para o alfa considera a variância de cada item e também a quantidade de itens, têm-se duas hipóteses para justificar esse baixo valor, ou o número de respostas não é suficiente para que o alfa seja adequado, ou a variância dos itens é muito baixa. No caso do trabalho, acredita-se que as duas hipóteses são válidas. Como já mencionado, foram obtidos um total de 22 respostas, dessa forma, pode ser considerado que a quantidade de dados tenha influenciado na resposta. Dessa forma, para a estatística, menos variações nas respostas contribuiu para um baixo valor de alfa. Por fim, o alfa do constructo Integração, apresentou valor de 0,91 que, de acordo com a literatura, existe a possibilidade de itens redundantes. Dessa forma, avaliando o alfa de Cronbach de cada item nesse construto, tem-se a Tabela 2.

Tabela 2 - Análise do Alfa de Cronbach por itens do constructo Integração

Construto	Itens	Alfa de Cronbach
Integração	INT1	0,92
	INT2	0,86
	INT3	0,85
	INT4	0,89

Pela Tabela 2 observa-se que o item que mais impacta no alfa é o item INT1, que representa o item: Elaborar Termo de Abertura e Plano de Gerenciamento (documentos). Analisando os demais itens do questionário, encontra-se que o item do constructo Escopo, ESC2 – "Elaboração do escopo do projeto (documento), já inclui prazos, orçamentos e pessoas", sendo muito semelhante ao item INT1. No entanto, o que acontece é que o item INT1 propõe, que além do plano do gerenciamento, possa também ser desenvolvido o Termo de Abertura do Projeto, sendo assim, considerou-se este item na análise. Por meio desta análise, concluiu-se que o questionário aplicado contém uma boa confiabilidade interna e que pode ser utilizado para a condução de demais estudos. Os coeficientes mostraram que o questionário está medindo o objetivo que se propôs.

- *Análise de Correlação*

A correlação é uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis, o coeficiente de correlação mede a associação linear entre duas variáveis. O coeficiente de correlação Pearson (ρ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 e 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao saber o escore da outra. No oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Quanto mais próximo de 1, independente do sinal, maior a relação linear entre as duas variáveis (FIGUEIREDO e JUNIOR, 2010).

O coeficiente de correlação vem associado ao *p-value* que permite concluir sobre a existência ou não de relação entre as variáveis, testando as hipóteses apresentadas a seguir.

H0: $\rho = 0$ (*p-value* > 0,05)

H1: $\rho \neq 0$ (*p-value* < 0,05)

Em que ρ é a correlação entre duas variáveis. Entende-se que todos os valores de ρ que forem menores do que 0,05, há evidência suficiente em α = 0,05, de que as correlações não são zero. Para este trabalho foram feitas as análises de correlação, adotando um nível de significância de $\propto$ = 5%, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Correlação entre fatores e respostas

N°	Variável Dependente	Variável Independente	ρ	*P-Value*
1	QUA2	QUA1	0,726	0,000
2	QUA3	QUA1	0,788	0,000
3	QUA3	QUA2	0,608	0,003
4	INT1	QUA1	0,414	0,055
5	INT1	QUA2	0,375	0,086
6	INT1	QUA3	0,591	0,004
7	INT2	QUA1	0,264	0,235
8	INT2	QUA2	0,205	0,359
9	INT2	QUA3	0,518	0,013
10	INT2	INT1	0,708	0,000
11	INT3	QUA1	0,286	0,198
12	INT3	QUA2	0,236	0,290
13	INT3	QUA3	0,502	0,017
14	INT3	INT1	0,708	0,000
15	INT3	INT2	0,842	0,000
16	INT4	QUA1	0,382	0,079
17	INT4	QUA2	0,428	0,047
18	INT4	QUA3	0,576	0,005
19	INT4	INT1	0,551	0,008
20	INT4	INT2	0,758	0,824
21	INT4	INT3	0,824	0,000

Pelos dados da Tabela 3, nota-se que não existe correlação em 4, 5, 7, 8, 11, 12, 16 e 20. Considerando os demais pares que possuem correlação, tem-se que em 15 (INT3 – INT2) e 21 (INT4-INT3) existe forte correlação positiva, ou seja, se uma variável aumentar, a outra variável aumentará na mesma proporção. Esses itens estão relacionadas as atividades de “INT2 - Desenvolver relatório de acompanhamento e monitoramento (documento)”, “INT3 - Gerenciar solicitação de mudança (documento)” e “INT4 – Construir Termo de Encerramento e Relatório de Lições Aprendidas (documentos)”. Em 1 (QUA2-QUA1), 2 (QUA3-QUA1), 3 (QUA3-QUA2), 10 (INT2-INT1), 13 (INT3-QUA3), 14 (INT3-INT1), 18 (INT4-QUA3) e 19 (INT4-INT1) existe moderada correlação positiva. Finalmente, em 6, 9 e 17 existe íntima correlação positiva.

A análise de correlação permitiu observar que os itens do questionário possuem correlações entre si para a maioria das variáveis, dessa forma, isso comprova-se o fato do questionário estar medindo satisfatoriamente as respostas, sendo um ponto positivo para a proposta. Os casos em que as variáveis não tiveram correlação, foram casos que os constructos analisados eram de dimensões distantes, por isso a falta de correlação.

- *Análise de Cluster*

Conforme Corrar et al. (2009), a análise de cluster ou conglomerados é uma das técnicas de Análise Multivariada cujo propósito é reunir objetos, baseando-se nas características destes. Esta, classifica os objetos, segundo aquilo que cada elemento tem de similar em relação a outros pertencentes a um grupo, considerando um critério de seleção predeterminado.

Para esse trabalho adotou-se o critério hierárquico de aglomeração empregando o método Complete Ward. Esse método foi escolhido, pois o processo de Ward é um método de variância bastante utilizado, no qual consiste em minimizar o quadrado da distância euclidiana às médias dos aglomerados. Dessa maneira, conduziu-se a análise de cluster dos dados utilizando o método Complete Ward, resultando no dendrograma apresentado na Figura 1, que mostra as fases de amalgamação, em cada etapa, dois clusters são unidos.

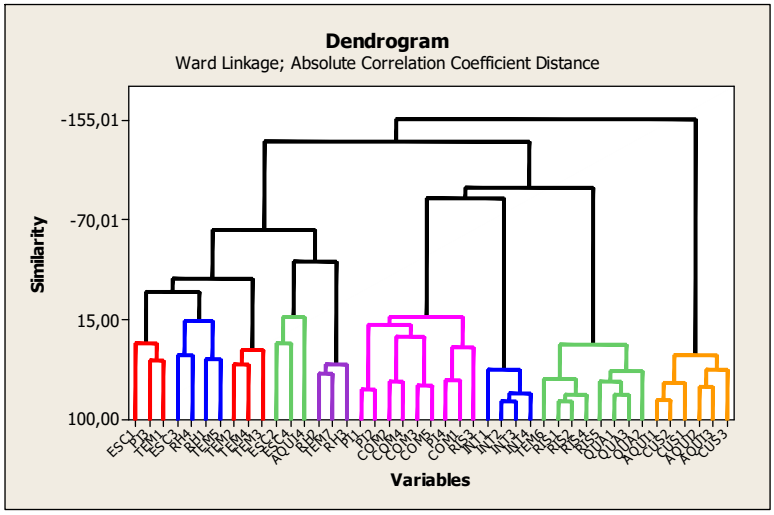


Figura 1 - Análise de cluster por variáveis

Neste caso, existem 9 clusters que estão aglomerados como mostra a Tabela 4, nessa tabela também são exibidos os níveis de similaridade para cada um dos clusters do dendograma e a quantidade de itens por cluster.

Tabela 4 - Características dos *clusters*

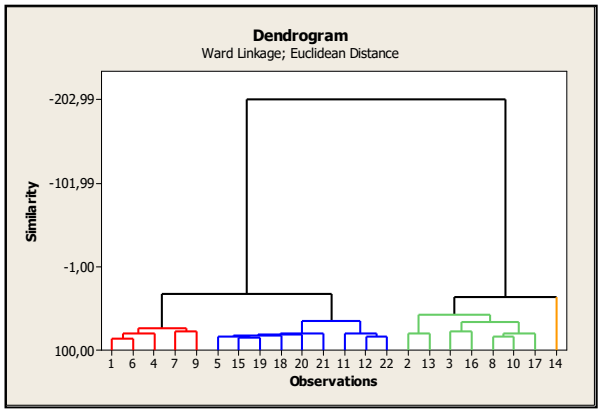
Clusters	N°Itens	Itens Agrupados	Similaridade
Cluster 1	3	ESC1, PI3, TEM1	34,55%
Cluster 2	3	ESC2, ESC4, AQUI4	34,97%
Cluster 3	4	ESC3, RH1, RH4, TEM5	44,61%
Cluster 4	6	AQUI1, AQUI2, AQUI3, CUS1, CUS2, CUS3	83,34%
Cluster 5	9	PI1, PI2, PI4, COM1, COM2, COM3, COM4, COM5, RIS3	74,56%
Cluster 6	3	RH2, RH3, TEM7	60,64%
Cluster 7	3	TEM2, TEM3, TEM4	53,02%
Cluster 8	8	TEM6, RIS1, RIS2, RIS4, RIS5, QUA1, QUA2, QUA3	84,61%
Cluster 9	4	INT1, INT2, INT3, INT4	84,19%

Considerando o *Cluster* 6, como exemplo, foram agrupados 6 itens, nos quais formam este *cluster* com um nível de similaridade de 83,34%. Os itens desse *cluster* são oriundos dos constructos: Aquisição e Custos, sendo "AQUI1 - Verificar o que precisa ser comprado"; "AQUI2 - Conduzir a compra efetiva dos equipamentos", "AQUI3 - Controlar e acompanhar essas aquisições (documento), "AQUI4 - Manter documentos de compras como notas fiscais", "CUS1 - Elaborar detalhamento de custos de pessoal", "CUS2 - Adicionar despesas de aquisições e outras", "CUS3 - Controlar e acompanhar esse detalhamento de custos (documento)". Nota-se que esses itens, realmente, possuem características similares, o que comprova a análise de *cluster* conduzida, sendo esta análise considerada coerente, pois o gerenciamento de aquisição está ligado ao gerenciamento de custos, em que o gerente faz a compra de um material, por exemplo, e este deve entrar no controle de custos do projeto.

Com base nas Análises Multivariadas conduzidas anteriormente, notou-se que as respostas fornecidas pelos respondentes tiveram uma variação muito grande, em que um respondente julga um item ser extremamente importante, no entanto, outro especialista acredita que o referido item não tem importância. Esse ponto instigou a pesquisa, dessa forma, foram estabelecidas duas avaliações quantitativas que serão respondidas:

- Avaliação 1: Tempo de experiência no desenvolvimento de projetos de Simulação a Eventos Discreto influencia no nível de detalhes que o especialista considera no desenvolvimento do mesmo.
- Avaliação 2: Tempo de experiência no desenvolvimento de projetos de Simulação a Eventos Discreto não influencia no nível de detalhes que o especialista considera no desenvolvimento do mesmo.

Com o intuito de responder a essa questão, utilizou-se novamente a análise de *cluster*. No entanto, nesse momento fez-se a análise considerando as observações, ou seja, os respondentes. Estes foram aglomerados em características similares, para isso, incluiu-se o fator anos de experiência na análise, o que permitiu responder às questões levantadas. A Figura 2 exibe o dendrograma das observações, contemplando 4 *clusters* de respondentes, bem como a quantidade de anos de cada respondente.



Relação dos respondentes e anos de experiência

Respondentes	Anos de Experiência	Respondentes	Anos de Experiência
Respondente 1	10	Respondente 12	4
Respondente 2	30	Respondente 13	30
Respondente 3	23	Respondente 14	40
Respondente 4	14	Respondente 15	3
Respondente 5	4	Respondente 16	25
Respondente 6	13	Respondente 17	19
Respondente 7	9	Respondente 18	3
Respondente 8	20	Respondente 19	5
Respondente 9	8	Respondente 20	2
Respondente 10	23	Respondente 21	1
Respondente 11	7	Respondente 22	5

Figura 2 - Análise de cluster por observadores e relação dos respondentes e anos de experiência

A Figura 2 exibe a existência de 4 *clusters*. O *cluster* 1, em vermelho é composto pelos respondentes 1, 4, 6, 7 e 9, possui um nível de similaridade de 85,89%. O *cluster* 2, representado na cor azul, é composto pelos respondentes 5, 11, 12, 15, 18, 19, 20, 21 e 22, possui um nível de similaridade de 83,34%. O terceiro *cluster*, apresentado na cor verde, é composto pelos respondentes 2, 3, 8, 10, 13, 16 e 17, e possui um nível de similaridade de 79,77%. Por fim, o quarto *cluster* é composto de apenas um respondente, 14, na cor laranja. A fim de observar o perfil dos respondentes, elaborou-se a Tabela 8, no qual apresenta os anos de experiência de cada respondente.

Partindo dos resultados obtidos com a análise de *cluster* dos observadores, pode-se fazer a relação dos *clusters* agrupados *versus* os anos de experiências de cada um. A Figura 3 apresenta esses dados. Observa-se que na Figura 3, o *cluster* 3 representado na linha azul (referente ao *Cluster* 2, linha azul na Figura 2), são os respondentes que têm em média 3,77 anos de experiência em desenvolver projetos de simulação, nota-se pela linha do gráfico que na maioria das variáveis, esses respondentes julgam ser entre muito ou extremamente importante a maioria dos itens. Dessa forma, pode-se concluir que os analistas iniciantes em projetos de simulação acreditam ser importante, considerar um maior nível de detalhes nos projetos. Já com relação aos *clusters* 1 e 2 (referentes aos *Clusters* 1 e 3, vermelho e verde, respectivamente, na Figura 2), no qual estão representados os respondentes que possuem em média 10,8 e 24,28 anos de experiência, respectivamente, nota-se pelas linhas laranja e cinza do gráfico da Figura 3, que se comparado com o *cluster* 3, esses julgam ser muito importantes a maioria dos itens, ficando um pouco abaixo da classificação do *cluster* 3. Por fim, no *cluster* 4 (referente ao *Cluster* 4, linha laranja na Figura 2) que é composto por apenas um respondente que possui 40 anos de experiência, é visível pela linha amarela do gráfico, que este não considera, a maioria dos itens tão importantes como os demais *clusters*. É importante mencionar, que o *cluster* 4 é composto por apenas um respondente, dessa forma, seria necessário coletar mais respostas de analistas que tenham o

mesmo perfil, para afirmar com certeza esses dados. No entanto, para esta pesquisa, com os dados aqui disponíveis, pode-se comprovar que a medida que os analistas de simulação ganham mais experiência em desenvolver projetos de simulação, estes consideram menos detalhes em um projeto de simulação. Sendo assim, confirma-se a avaliação 1, de que o tempo de experiência no desenvolvimento de projetos de Simulação a Eventos Discreto influencia no nível de detalhes que o especialista considera no desenvolvimento do mesmo.

Figura 3 - Relação *clusters versus* anos de experiência

As Análises Multivariadas acima descritas puderam demonstrar as características dos dados obtidos e também fazer algumas conclusões sobre eles. Além das respostas estatísticas fornecidas pelos respondentes, havia mais um campo nos questionários, no qual os respondentes podiam fazer comentários adicionais. Dessa forma, a fim de contribuir para a análise serão apresentados os comentários dos respondentes que optaram por os fazer.

O respondente 1 (10 anos de experiência), relatou que "para um gerente de projetos, todas as questões são extremamente importantes ou muito importantes. Respondi como um profissional que conduz ou executa modelos de simulação. Por isso algumas perguntas ficaram como pouco importantes ao meu ver". Já o respondente 11 (7 anos de experiência), mencionou que: "o gerenciamento das informações envolvidas na elaboração de um projeto de simulação é de suma importância para que o mesmo se mantenha 'vivo' no decorrer dos anos, ou seja, seja aprimorado continuamente". Para o respondente 16 (25 anos de experiência), "a parte de gerenciamento de aquisições, a parte burocrática ligada aos recursos humanos, o gerenciamento de custos, riscos e qualidade não se aplicam muito bem a projetos de simulação, devido às suas particularidades. Por isso, não valorizei alguns desses pontos". Enfim, o respondente 22 (5 anos de experiência) atestou que: "todas as atividades são importantes, então tentei basear minha resposta na comparação entre

elas. De qualquer forma, acredito que definitivamente a delimitação do escopo e o acompanhamento de solicitação de mudanças estejam entre as principais. É muito comum um projeto se estender infinitamente, porque o escopo fica sendo ajustado constantemente".

Baseando-se nesses comentários, nota-se esta diferença entre os analistas iniciantes entre 5 a 10 anos, demonstram a opinião de que todos os itens são importantes, já para o respondente que tem 25 anos de experiência, alguns itens não são tão relevantes assim. Dessa forma, justifica-se a variação das respostas fornecidas pelos especialistas.

- *Análise ANOVA*

Foi conduzida a estatística que permite analisar a variância dos constructos e dizer se as médias dos mesmos são iguais ou diferentes. O teste realizado foi o One-Way ANOVA. Para se executar este teste, faz-se necessário testar os conjuntos de dados, a fim de identificar se os dados são normais. Dessa forma, foi utilizado o software StatFit® para testar a melhor distribuição que representa o conjunto de dados, por meio dos resultados, pode-se dizer que todos os constructos podem ser representados por uma distribuição normal. Com isso, foi possível conduzir o teste efetivamente, utilizando o software Minitab®. A Figura 4 apresenta os resultados desta análise.

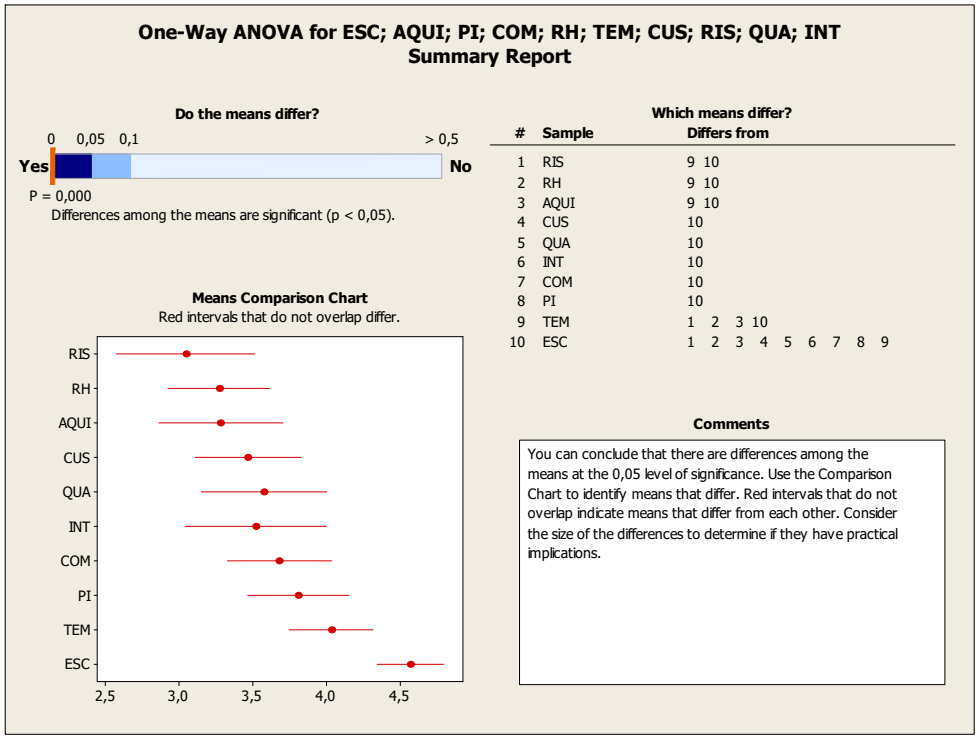


Figura 4 - Resultados do teste One-Way ANOVA

Pelos resultados da Figura 4, nota-se que as médias se diferem entre si. Conforme a tabela apresentada no canto superior direito, tem-se as informações de quais constructos se diferem entre si. Por exemplo, o constructo Risco se difere dos constructos 9 e 10, que são respectivamente, Tempo e Escopo. Já o constructo Escopo, se difere, estatisticamente, de todos os demais constructos, considerando as médias.

Essa análise permite observar quais foram os constructos que obtiveram uma média maior que os demais, ou seja, os constructos que possuem média maior possuem mais importância para os respondentes do que outros. Sendo assim, essa é a ordem de classificação de importância de acordo com as respostas: escopo, tempo, partes interessadas, comunicação, qualidade, integração, custo, aquisição, recursos humanos e riscos. Nesse caso, o gerenciamento de escopo é considerado o constructo mais importante pelos respondentes.

- *One Sample t*

Considerando toda a análise estatística discutida e os resultados concluídos, como validação final dessa pesquisa, fez-se ainda uma última avaliação dos constructos. Utilizou-se o teste *One Sample t,* para conduzir a validação por meio da comparação dos itens dos constructos com um *target* pré-estabelecido. O *target* tem coeficiente igual a 3, este será comparado no teste. A escolha pelo coeficiente 3, se deu ao fato de que a escala *Likert* utilizada neste trabalho possui 5 níveis, o coeficiente 3 corresponde ao nível importante, ou seja, este foi definido como *target* de comparação. Os níveis que ficarem inferiores a esse valor, pertencem aos níveis 1 e 2, nos quais representam escalas que consideram os itens como pouco importantes ou sem importância.

Essa análise envolve tanto as respostas de analistas iniciantes como analistas experientes, sendo assim, aqueles itens que foram julgados com valor inferior a 3, realmente não são considerados importantes por nenhum dos tipos de analistas. Cabe lembrar, que para conduzir o teste *One Sample t* também é necessário verificar a normalidade dos dados, dessa forma, isso já foi feito para a análise anterior.

Para realizar essa análise, deve-se entender o que está sendo analisado. Tem-se duas hipóteses:

- H0 = a média é igual ou maior que o target (p-value> 0,05)
- H1 = a média é significativamente menor que o target (p-value< 0,05)

Sendo assim, o coeficiente que será comparado com o target será o p-value. Com isso, tem-se que se o p-value for maior que 0,05, então, conclui-se que a média é igual ou maior que o target.

Na análise dos dados gerados pelo software Minitab®, os itens RH2 - Conduzir toda parte burocrática para a contratação e RIS3 – Separar entre riscos positivos e negativos, foram os únicos que apresentaram o p-value inferior a 0,05. Com isso, rejeita-se a hipótese nula de que a média é igual ou superior ao target. Dessa forma, estes itens estão na escala de “Pouco importante” e “Não é importante”, sendo assim, podem ser retirados da proposta, pois de acordo com os respondentes não possuem tanta importância para serem abordados e desenvolvidos em um projeto de simulação. Os demais itens apresentaram o p-value maior ou igual a 0,05, classificando-os como importantes.

Dessa forma, pode-se chegar a validação do framework, na qual considera os demais itens do constructo como estatisticamente importantes para serem desenvolvidos em um projeto de simulação. Esta conclusão somente foi possível baseando-se, nos dados fornecidos pelos respondentes dos questionários.

5. CONCLUSÕES

O presente artigo teve como objetivo conduzir uma análise multivariada de um framework voltado para o gerenciamento de projetos de Simulação a Eventos Discretos, o qual foi desenvolvido por Pereira (2017). Com a realização dessa análise multivariada, foi possível validar estatisticamente o framework.

Para que isso pudesse ser realizado, foi inicialmente apresentado conceitos básicos sobre os três principais temas desta pesquisa, sendo: Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos e Análises Multivariadas. Em seguida o framework foi apresentado. Com isso, pôde-se conduzir as análises.

A primeira análise multivariada conduzida foi a do Alpha de Cronbach, que faz o estudo da confiabilidade interna do questionário que está sendo investigado. De maneira geral, os coeficientes encontrados para cada constructo foram coeficientes satisfatórios, que demonstraram ter uma boa confiabilidade dos resultados. Dois dos construtos obtiveram coeficientes inadequados, o que foi justificado.

Em seguida, conduziu-se a análise de correlação, na qual teve como objetivo mostrar se os dados estavam correlacionados. Os resultados apresentaram que existe correlação na maioria das variáveis investigadas, no entanto, quando os constructos eram de áreas completamente diferentes a correlação era fraca ou não existia.

Já a análise de cluster permitiu fazer o agrupamento dos itens que apresentaram um nível de similaridade semelhante, com isso, foram formados 9 clusters. Uma segunda análise permitiu agrupar os respondentes, o que ressaltou uma possível relação entre o tempo de experiência de cada respondente em projetos de simulação e o nível de detalhes que o mesmo considera. Com essa hipótese levantada, pôde-se por meio da análise de cluster mostrar, que o tempo de experiência está relacionado com o nível de detalhes a se considerar no projeto. Conclui-se que a medida que o especialista obtém experiência em desenvolver projetos de simulação, ele considera menos detalhes no momento da execução.

A análise de variância apresentou uma ordem de importância dos constructos, sendo escopo, tempo, partes interessadas, comunicação, qualidade, integração, custo, aquisição, recursos humanos e riscos.

Por fim, o teste One Sample t permitiu conduzir a validação do framework. Este teste compara a média das respostas com um target pré-estabelecido. Foram observados que apenas dois itens propostos no

framework tiveram média de respostas abaixo do target, ou seja, esses itens não são considerados importantes pelos respondentes, dessa forma, estes foram retirados do framework. Assim, Com base em todas as análises estatísticas, obteve-se a validação esperada.

Como conclusão final do trabalho, destaca-se a utilização desse framework validado para o desenvolvimento de projetos de simulação, principalmente por especialistas iniciantes ou inexperientes que podem fazer uso deste framework, a fim de evitar erros e retrabalho.

Mais uma vez ressalta-se que a SED é uma ferramenta multidisciplinar, o que possibilita sua integração com demais áreas de investigação, trazendo melhorias para ambas as áreas, como no case deste artigo, que abordou a Simulação a Eventos Discretos combinada à área de Gerenciamento de Projetos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, Fapemig e Honeywell por fornecerem suporte neste artigo.

REFERÊNCIAS

Abdulmalek, F. A., e Rajgopal, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.

Ahmed, H. M., Scoble, M. J. e Dunbar, W. S. A Comparison Between Offset Herringbone and El Teniente Underground Cave Mining Extraction Layouts using a Discrete Event Simulation Technique. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, v. 30, n. 2, p. 71-91, 2016.

Balci, O. How to assess the acceptability and credibility of simulation results. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings*... Washington, DC, p. 62-71, 1989.

Booker, M. T., O'connell, R. J., Desai, B. e Duddalwar, V. A. Quality Improvement with Discrete Event Simulation: A Primer for Radiologists. *Journal of the American College of Radiology*, v. 13, n. 4, 2016.

Botín, A. J., Campbell, N. A. e Guzmán, R. A Discrete-Event Simulation Tool for Real-Time Management of Pre-Production Development Fleets in a Block-Caving Project. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, v. 29, n. 5, p. 347-356, 2015.

Chermont, G. S. A qualidade na gestão de projetos de Sistemas de Informação. 2001. 169p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia de Produção, RJ, 2001.

Corrar, J. L., Paulo, E. e Filho Dias, J. M. *Análise Multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. 1a ed., São Paulo: Atlas, 2009.

Figueiredo Filho, D. B.; Junior, J. A. S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, 2010.

Keshavarz Ghorabaee, M., Amiri, M., e Turskis, Z. A New Approach for Solving Bi-Objective Redundancy Allocation Problem Using DOE, Simulation and ε-Constraint Method. *Informatica*, v. 28, n. 1, p. 79-104, 2017.

Manly, B. F. J. *Métodos Estatísticos Multivariados: uma introdução*. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

Pereira, T. F. Metodologia para Gerenciamento de Projetos de Simulação a Eventos Discretos baseada no PMBOK®: Pesquisa-ação em uma empresa de alta tecnologia. 2017. 197p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Itajubá. Instituto de Engenharia de Produção e Gestão, MG, 2017.

Pereira, T. F., Montevechi, J. A. B., Miranda, R. D. C., e Friend, J. D. Integrating soft systems methodology to aid simulation conceptual modeling. *International Transactions in Operational Research*, v. 22, n. 2, p. 265-285, 2015.

Pollack, J. e Adler, D. Skills that improve profitability: The relationship between project management, IT skills, and small to medium enterprise profitability. *International Journal of Project Management*, v. 34, n. 5, p. 831-838, 2016.

Streiner, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of Personality Assessment*, v. 80, p. 217-222. 2003.

Tavares, A. Gerência de Projetos com PMBOK e Scrum: um estudo de caso. 2008. Trabalho de Graduação (Bacharelado). Faculdade Cenecista Nossa Senhora dos Anjos da Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2008.

Capítulo 5

A FUNÇÃO PRESCRITIVA DA MANUTENÇÃO SINCRONIZADA À GESTÃO DE ATIVOS

José Barrozo de Souza (Ifes - Engenharia Mecânica Campus - josebarrozo@gmail.com)
José Benedito Sacomano (PPGEP-UNIP - jbsacomano@gmail.com)
Sergio Luiz Kyrillos (PPGEP-UNIP - sergiolalupe@greco.com.br)
Antonio Tadeu Vago (Ifes - Técnico em Mecânica Campus - tvago@ifes.edu.br)

Resumo: O artigo aborda a produção inteligente no sentido de sincronizar a manutenção prescritiva e a Gestão de Ativos. No entanto, em pesquisas anteriores, o planejamento de manutenção considera apenas a manutenção preventiva e ou corretiva e pode resultar em falta de manutenção ou excesso de manutenção. E o estado condicional das máquinas dos prognósticos é frequentemente ignorado. O estudo apresenta uma proposta de monitoramento prescritivo de manutenção, a partir de uma revisão sistemática da literatura. Os benefícios da manutenção prescritiva nas atividades em um processo de tomada de decisão (em tempo real) são descritos para que o custo total esperado seja minimizado. A manutenção prescritiva é uma tomada de decisão, ou seja, explica ou sugere como se deve agir considerando-se o estado condicional do equipamento. E a validação da proposta foi feita por meio de fluxo produtivo hipotético e os resultados comprovam sua eficiência evitando-se as possíveis ambiguidades.

Palavras-chave: Gestão, Indústria 4.0, Produção, Sistemas digitalizados.

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento proativo de manutenção de classe mundial é quase impossível sem o suporte baseado em computador. Mas a taxa de sucesso na implementação desses Sistemas de Gerenciamento de Manutenção Computadorizada (CMMS - Computerized Maintenance Management Systems), ainda é surpreendentemente baixa (Tanja Nemeth et al. 2018).

O objetivo deste artigo é apresentar um modelo de proposta para gerenciamento da função prescritiva da manutenção sincronizado à Gestão de Ativos, levando em consideração todo o ciclo de vida dos ativos. Este artigo destacará algumas ações recomendadas para garantir uma probabilidade maior de sucesso, a partir de uma proposta de sincronismo da Função Prescritiva da Manutenção com a Gestão de Ativos.

Atualmente, a gestão de ativos físicos é reconhecida como um importante contribuinte para fomentar a geração de valor para as empresas (El-Akruti et al. 2013; Maletic et al. 2014). Além disso, a recente publicação do conjunto de normas da ISO 55000 sobre Gestão de Ativos contribuiu para reforçar o crescente interesse sobre o tema, tanto pela indústria quanto pela academia. No entanto, Gestão de Ativos como uma disciplina e processo de negócios ainda estão em sua fase inicial dentro do debate científico e soluções para apoiar a sua adoção em diferentes contextos industriais ainda estão em fase de definição.

O artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2, a partir de uma revisão sistemática da literatura são estudados assuntos relevantes para a definição do modelo de proposta, como: (Função Prescritiva da Manutenção, Digitalização do sistema produtivo CPS (Sistemas Ciber-Físicos) e Gestão de Ativos). A seção 3 fornece informações sobre a metodologia adotada para esta pesquisa. Na Seção 4, os fundamentos para o sincronismo da Função Prescritiva da Manutenção com a Gestão de Ativos em empresas de produção são detalhados, pois foram definidos com base em uma extensa revisão de literatura e discussões com especialistas da indústria. A seção 5 é dedicada às considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FUNÇÃO PRESCRITIVA DA MANUTENÇÃO

A função manutenção é definida como um todo de todas as ações técnicas tomadas para proteger ou preservar um componente, de modo que ela possa cumprir suas funções necessárias dentro do ciclo de vida desejado (Marquez, 2007).

Heizer e Render (2012) enfatizaram que a manutenção cobre todos os procedimentos realizados para garantir que o equipamento do sistema de manufatura ou serviço funcione com a produtividade esperada e sob as condições esperadas.

O monitoramento prescritivo de processos visa prever o resultado de casos em andamento de um processo de negócios com base em rastros de execução anteriores. A manutenção prescritiva inclui o monitoramento da condição e o prognóstico das condições futuras do sistema, onde a tomada de decisões de manutenção é baseada nos resultados da previsão (Ahmed Raza; Vladimir Ulansky 2017).

A Manutenção Prescritiva ainda é um tipo de manutenção de aplicação incipiente, mas que se tornará cada vez mais comum com o avanço da Indústria 4.0.

Ahmed Raza e Vladimir Ulansky (2017) propõem uma abordagem que é ilustrada pela determinação do número ideal de verificações preditivas para um processo específico de deterioração estocástica. Um exemplo numérico ilustra a vantagem da manutenção preditiva em comparação com a manutenção corretiva e preventiva.

C. Di Francescomarino et al., 2018 apresentam uma estrutura para monitoramento de processos preditivos que reúne uma série de técnicas, cada uma com um conjunto associado de hiperparâmetros. A estrutura incorpora dois algoritmos de otimização de hiperparâmetros automáticos, que, dado um conjunto de dados, selecionam técnicas adequadas para cada etapa da estrutura e configuram essas técnicas com a mínima entrada do usuário.

No entanto, os recentes desenvolvimentos das tecnologias da indústria 4.0 e as melhorias nos sistemas de monitoramento da produção forneceram novos recursos para alcançar a implementação efetiva da estratégia preditiva na indústria e revitalizaram a pesquisa nesse campo (Koochaki J, et al., 2012).

2.2 GESTÃO DE ATIVOS (SÉRIE ISO 55000)

O desenvolvimento da metodologia envolve vários domínios de especialização, como a gestão de ativos, a análise dos riscos de eventos extremos e raros e a teoria da complexidade. A revisão apresentada abaixo resume algumas contribuições importantes nessas áreas.

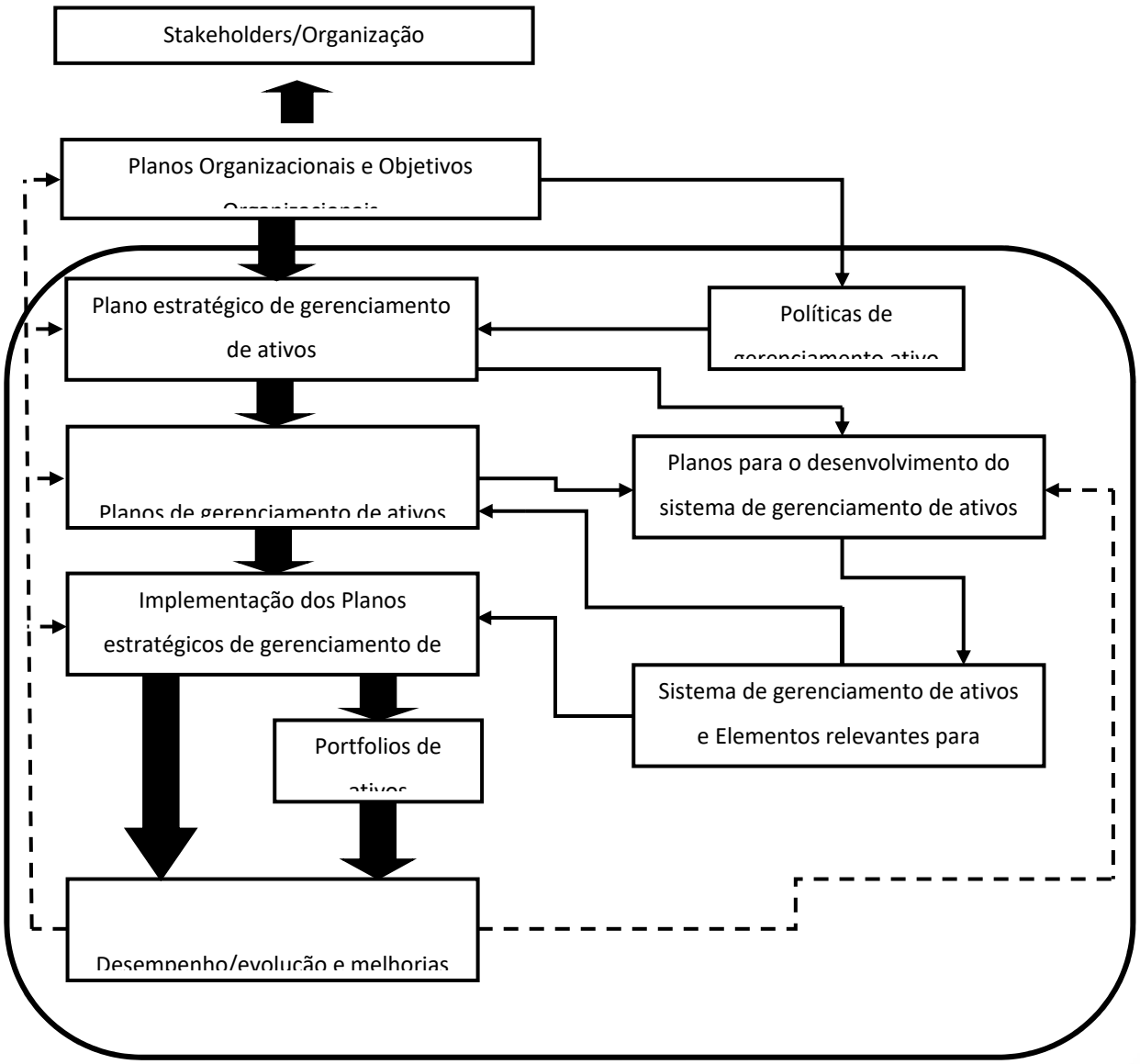
Durante as últimas décadas, o Gerenciamento de Ativos e o Gerenciamento de Continuidade de Negócios tornaram-se abordagens predominantes entre organizações de sucesso como ferramentas eficazes que permitem agregar valor aos ativos e garantir a sustentabilidade dos negócios e de suas operações (Komljenovic et al., 2015; Torabi et al., 2014).

O conceito de Gestão de Ativos está emergindo como uma expectativa "convencional" para organizações competentes, e é uma disciplina relativamente jovem. Gerou um interesse significativo em vários setores e ainda está amadurecendo (El-Akruti et al., 2013; O Instituto de Gerenciamento de Ativos, 2015). A norma ISO 55000 mencionada acima representa um consenso em toda a indústria nessa área e está sendo implementada. O sistema de gerenciamento de ativos e os relacionamentos entre elementos-chave no sistema são mostrados na Figura 1.

A evolução positiva das práticas, experiência e conhecimento da Gestão de Ativos levou à publicação de uma nova norma internacional, a ISO 55000 (ISO, 2014). A continuidade dos negócios representa a capacidade de uma organização continuar entregando produtos ou serviços em níveis predefinidos aceitáveis após incidentes disruptivos (ISO, 2012; Torabi et al., 2014).

Figura 1 – O sistema de gerenciamento de ativos, modificado da ISO 55000

Fonte: adaptado pelos autores, a partir Kans, M., Galar, D. (2017)



O campo de gerenciamento de infraestrutura tem usado a Gestão de Ativos por muitos anos (Bale et al., 2015; Bush et al., 2014; Dornan, 2002; Nikolic e Dijkema, 2010; Osman, 2012; Younis e Knight, 2014). O setor de transportes também realizou trabalhos nessa área (Ballis e Dimitriou, 2010; Dornan, 2002).

A indústria de mineração também está começando a elaborar abordagens relacionadas à gestão de ativos, mas está em estágios iniciais (Azapagic e Perdan, 2010).

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A abordagem metodológica delineada aqui tem o objetivo de fornecer uma estrutura para os tomadores de decisão de manutenção (gestores e operadores), a fim de identificar, avaliar e codificar quaisquer anomalias que possam impactar a confiabilidade e a disponibilidade dos componentes em um sistema produtivo, covariada para uso em modelos de Manutenção Baseada em Condições.

Em uma nota, Jardine et al. 2006 definem a Manutenção Baseada em Condições como política que usa as informações coletadas através do monitoramento de condições como base para recomendar ações de manutenção.

A metodologia empregada no presente artigo foi replicada com base no trabalho apresentado por Bolis et al. (2014). O método de pesquisa é todo baseado em uma análise sistemática da literatura utilizando duas abordagens complementares: a primeira é uma análise exploratória da literatura para identificar os principais bancos de dados e as principais publicações sobre Função Prescritiva da Manutenção, Gestão de Ativos e Sistemas de Manufatura Inteligentes (CPS – Sistemas Ciber-Físicos) considerando-se as palavras-chave relacionadas e referências citadas; a segunda complementa e fundamenta as conclusões da primeira abordagem mediante uma análise hermenêutica, isto é, uma crítica interpretação de uma amostra específica de artigos identificados por meio de uma pesquisa bibliográfica estruturada.

O método utilizado neste artigo é uma revisão da literatura, com o objetivo de ampliar a base de conhecimentos na área da investigação (Kumar, 2011). A revisão da literatura era esperada para expandir nossos conhecimentos e nos permitir a definição de uma proposta sobre o sincronismo da Função Prescritiva da Manutenção com a Gestão de Ativos, reforçando-os e encontrando novas conexões úteis para uma definição mais abrangente do tema.

Bancos de dados internacionais, tais como Web of Science e ScienceDirect foram usados para pesquisar literatura relacionada. A literatura relevante foi analisada e utilizada para encontrar a

solução para a questão de pesquisa formulada. Focamos nas palavras-chave: Indústria 4.0, gestão, produção e sistemas digitalizados.

Esta pesquisa também foi baseada em atividades de brainstorming e workshops com expoentes industriais que permitiram identificar e levantar hipóteses para a implementação do modelo de proposta do sincronismo da Função Prescritiva da Manutenção com a Gestão de Ativos.

Os dados da pesquisa neste estudo foram pesquisados e coletados, considerando as perspectivas da Indústria 4.0, como se segue:

a) A revisão da literatura foi planejada em 50 artigos que foram analisados segundo os seguintes critérios:

b) Conceitos da estratégia Manutenção Prescritiva;

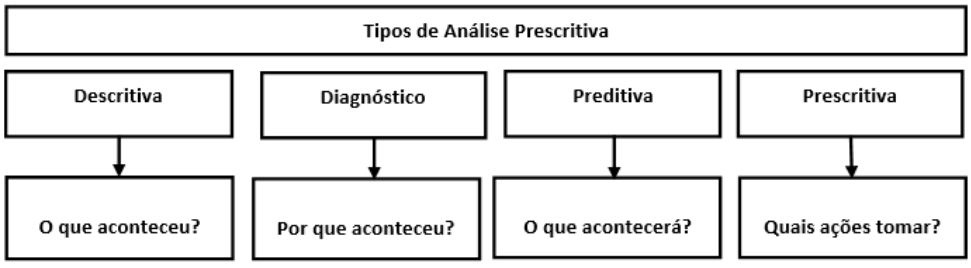
c) Compatibilidade entre abordagens metodológicas da Gestão da Manutenção, Gestão de Ativos e a natureza das exigências da Indústria 4.0;

d) Dados coletados a partir de pesquisas e participações em workshops de boas práticas da Indústria 4.0 para ajudar a revelar os atributos e barreiras na adoção de técnicas prescritivas de monitoramento. A seleção dos artigos que foram incluídos na revisão da literatura foi baseada nas etapas recomendadas conforme Moher D, et al. 2009 e mostrada no Quadro 1.

Finalmente, uma proposta de monitoramento para manutenção prescritiva é apresentada. Os benefícios da integração da proposta em um processo de tomada de decisão são descritos para que o custo total esperado seja minimizado.

A manutenção Prescritiva está baseada na análise prescritiva cuja diferença da análise preditiva está em, além de predizer, também pode oferecer alternativas de solução. As evoluções da manutenção Prescritiva que permitem a tomada de decisão estão mostradas na Figura 2.

Figura 2 – Tipos de monitoramento prescritivo



Fonte: adaptado pelos autores, a partir Tanja Nemeth et al. 2018

Por meio de um exemplo simples, demonstramos um procedimento para identificar as tomadas decisões ótimas de programação e manutenção. Em seguida, fornecemos *insights* obtidos ao estudar, o fenômeno Indústria 4.0.

Quadro 1 – Etapas para selecionar os artigos

Identificação dos trabalhos	Quanto à etapa de Identificação, foram incluídas duas bases de dados, que estavam disponíveis na instituição do autor: *Web of Science e ScienceDirect*. As bases de dados foram consultadas entre os dias 15 e 30 de dezembro de 2018 e, para cada base de dados, os resultados foram obtidos em lotes únicos e no mesmo dia.
Triagem	No que se refere à etapa de triagem, dois critérios de exclusão foram aplicados: (a) textos não científicos (por exemplo, relatórios técnicos e registros) e (b) capítulos de livros acesso total ao conteúdo negado (10 registros). Com base nesses critérios, foram excluídos 09 artigos e restaram 41 para a próxima etapa.
Elegibilidade	Quanto à etapa de elegibilidade, os conteúdos completos dos 41 artigos foram analisados à luz de um critério de exclusão e um de inclusão: (a) os artigos em que os termos "Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva" não foram utilizados no sentido da questão de pesquisa foram excluídos (total de 11 artigos); (b) trabalhos sobre Indústria 4.0 que apresentaram resultados que poderiam ser reinterpretados a partir da perspectiva do tema do artigo foram incluídos.
Inclusão	Então foram incluídos 30 artigos localizados em um arquivo, que continha: (dados de identificação_*nome do arquivo_revista_título_ano de publicação*).

Fonte: adaptado pelo autor a partir de M. Soliman, T.A. Saurin / Journal of Manufacturing Systems 45 (2017) 135–148 (2017)

Em todo o mundo, estamos testemunhando uma crescente adoção de tecnologias digitais nas indústrias de manufatura. Essa tendência é especialmente debatida sob o rótulo Indústria 4.0. Um pedido-chave apresentado nesses debates (*workshops*) é que estamos no início de uma cura econômica em longo prazo também conhecida como onda longa que remodela a vida econômica e social (KOROTAYEV et al., 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A PROPOSTA

O artigo busca o desenvolvimento de uma proposta, a fim de corroborar o sincronismo da Função Prescritiva da Manutenção com a Gestão de Ativos. Conforme mostra a Figura 3, o monitoramento

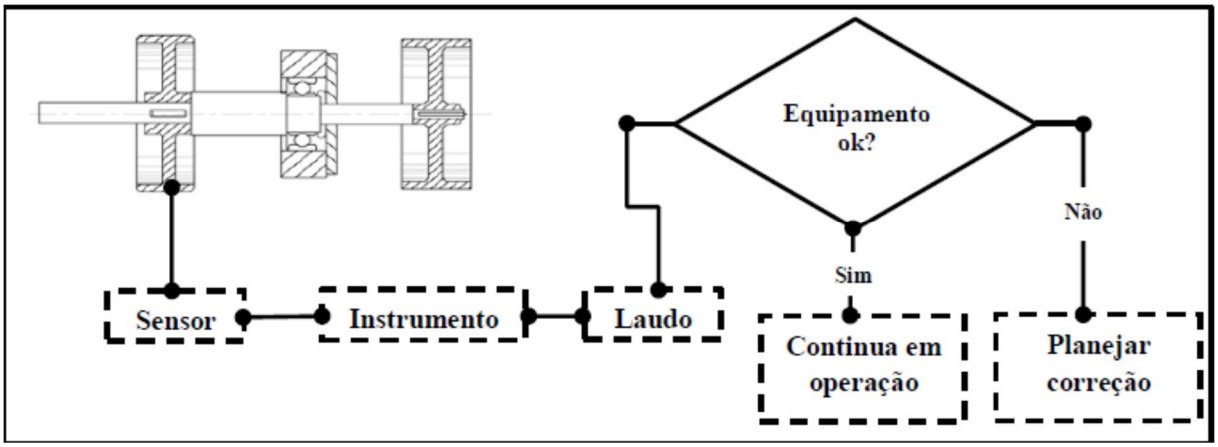
prescritivo fornece indicações e ou recomendações sobre as melhores ações possíveis que os gestores devem adotar. A análise prescritiva conforme a proposta do presente artigo requer um modelo preditivo com dois componentes adicionais:

a) Dados acionáveis;

b) Sistema de retroalimentação que rastreia o resultado produzido pelas ações realizadas.

Assim, a partir dos dados, um algoritmo sugere o que deve ser feito em função da constatação de uma falha ou degradação que já se verifica no ativo físico, como mostra esquematicamente a Figura 3.

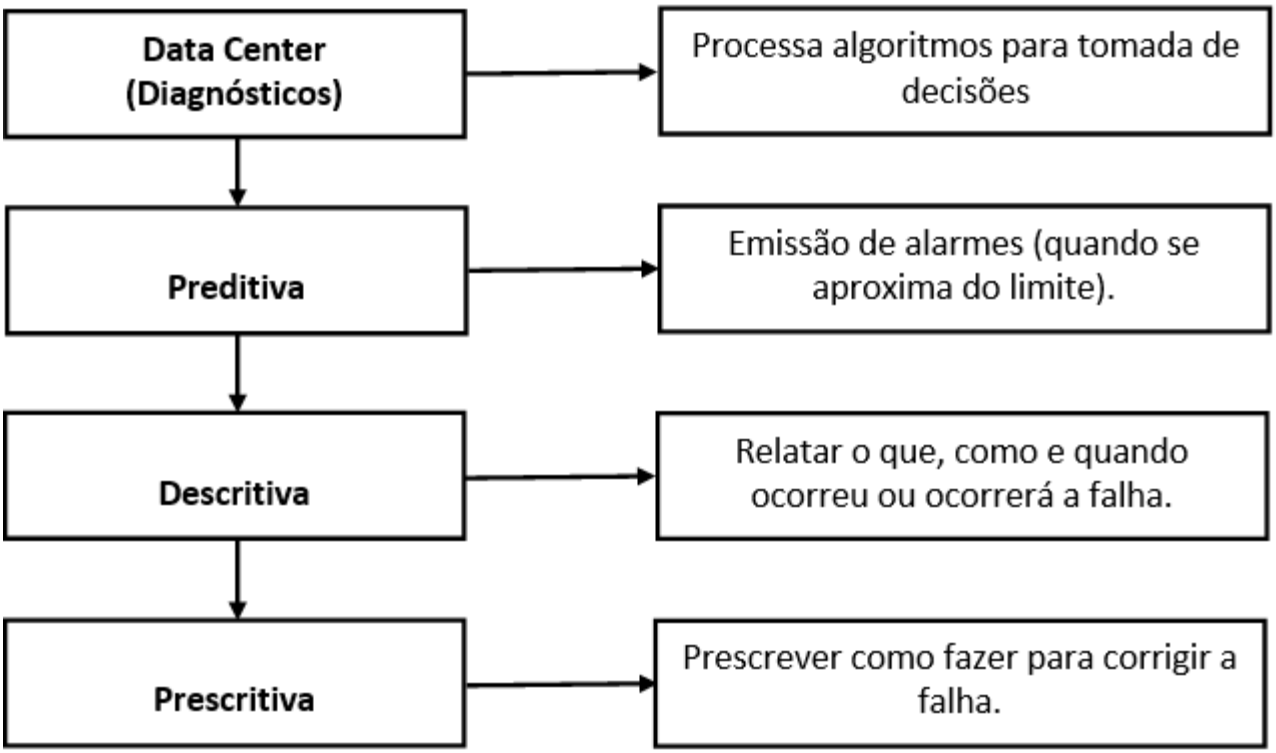
Figura 3 – Modelo de monitoramento prescritivo



Fonte: adaptado pelos autores, (2018)

1) A análise prescritiva significa um conjunto de técnicas que extraem conhecimentos de dados para que os sistemas possam tomar decisões inteligentes e até autônomas. Estudos e considerando as participações nos workshops e seminários mostraram que, mesmo com a manutenção preventiva, 82% dos equipamentos falham de maneira aleatória. Isso significa que motivos ainda não alcançados pela análise humana continuam causando problemas e quebras de equipamentos (Figura 4).

Figura 4 – A evolução das análises que permitem a tomada de decisão na Manutenção Prescritiva



Fonte: adaptado pelos autores, a partir de M. Brettel, et al 2014

O futuro das empresas está na manutenção prescritiva e é fundamental buscar formas de implementá-la. Na prática, isso deve ser feito por dois caminhos principais:

2) O primeiro é investir esforços na otimização dos outros três tipos de manutenção, pois a prescritiva depende diretamente da eficiência de todos eles.

3) O segundo lugar, é fundamental inovar continuamente, investindo em novas tecnologias. Com a transformação digital e os rápidos avanços tecnológicos, as empresas que não se atualizarem perderão gradativamente seu espaço no mercado.

A manutenção prescritiva é a mais nova estratégia de manutenção, que nasce com a quarta revolução industrial, através da análise do business analytics, prescrevendo soluções para as falhas em potenciais identificadas pela preditiva inteligente (Quadro 2).

Depois de analisar os diferentes trabalhos, concluiu-se que cada autor descreve a digitalização industrial (fábrica inteligente) respondendo às necessidades e estratégias adotadas na indústria ou país em que seu estudo se baseia. Como resultado, diferentes definições e abordagens baseadas em desafios distintos ou tecnologias capacitadoras podem ser encontradas.

Quadro 2 – O monitoramento prescritivo na Indústria 4.0

Mundo Físico	Mundo Cibernético	Soluções na Indústria 4.0
Máquinas tradicionais	Algoritmos Avançados	Manutenção Preditiva & Prescritiva
Sensores tradicionais	Análise avançada de dados	
	Sistemas de gerenciamento de dados	
	Computação na Nuvem	

Fonte: adaptado pelos autores, a partir de M. Brettel, et al 2014

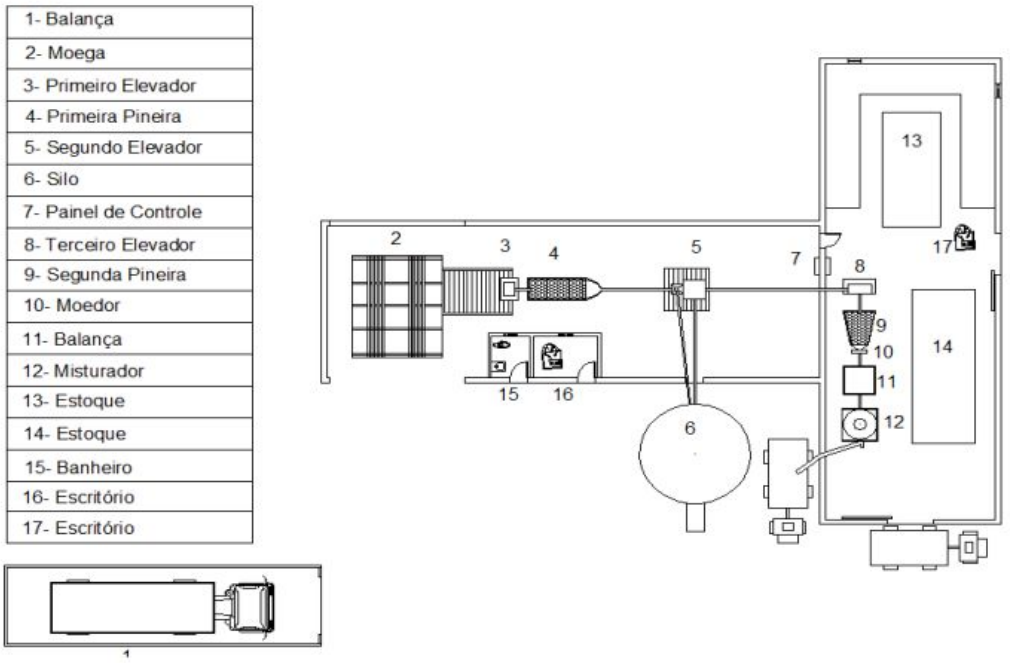
No entanto, apesar da falta de uma definição comum, parece haver um consenso sobre a descrição das características da Indústria 4.0, já que todos os autores analisados as levam em consideração em seus artigos.

Por outro lado, os artigos também revelaram como esses recursos relacionados à Indústria 4.0 estão afetando os modelos de negócios tradicionais. Por fim, alguns autores definem os principais requisitos para enfrentar os desafios (barreiras).

Assim, se considerarmos como exemplo a "interoperabilidade – um dos pilares da Indústria 4.0", que significa a conexão e comunicação entre humanos e fábricas inteligentes, revelará que barreiras tanto dentro das empresas quanto com fornecedores ou associados, são reduzidas a um ambiente mais interligado, e Como consequência, a padronização de sistemas, plataformas, protocolos e conexões, entre outros, deve ser um requisito fundamental.

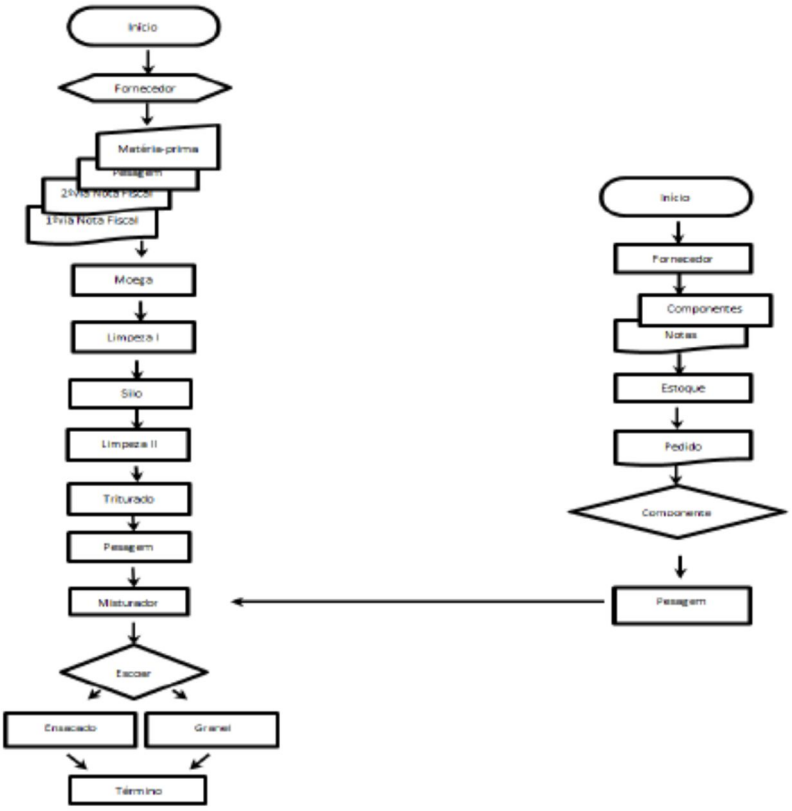
A partir das Figuras 5, 6, 7 e 8 é mostrada esquematicamente a construção da proposta do modelo de gerenciamento da manutenção prescritiva nos ativos físicos do *layout*.

Figura 5 – Fluxo produtivo (*layout*) da fábrica de ração do IFMG Campus Bambuí



Fonte: adaptado pelos autores, a partir Laureilton José Almeida BORGES et al. 2013

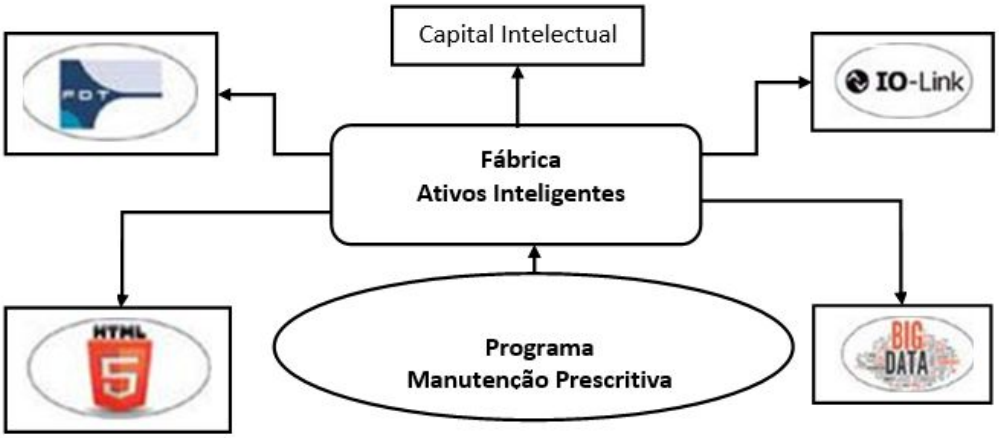
Figura 6 – Fluxograma do sistema produtivo (*layout*) da fábrica de ração do IFMG Campus Bambuí



Fonte: adaptado pelos autores, a partir Laureilton José Almeida BORGES et al. 2013

As Figuras 6 e 7 foram utilizadas para demonstrar a filosofia da abordagem cognitiva do gerenciamento da manutenção prescritiva como proposta tecnológica do artigo.

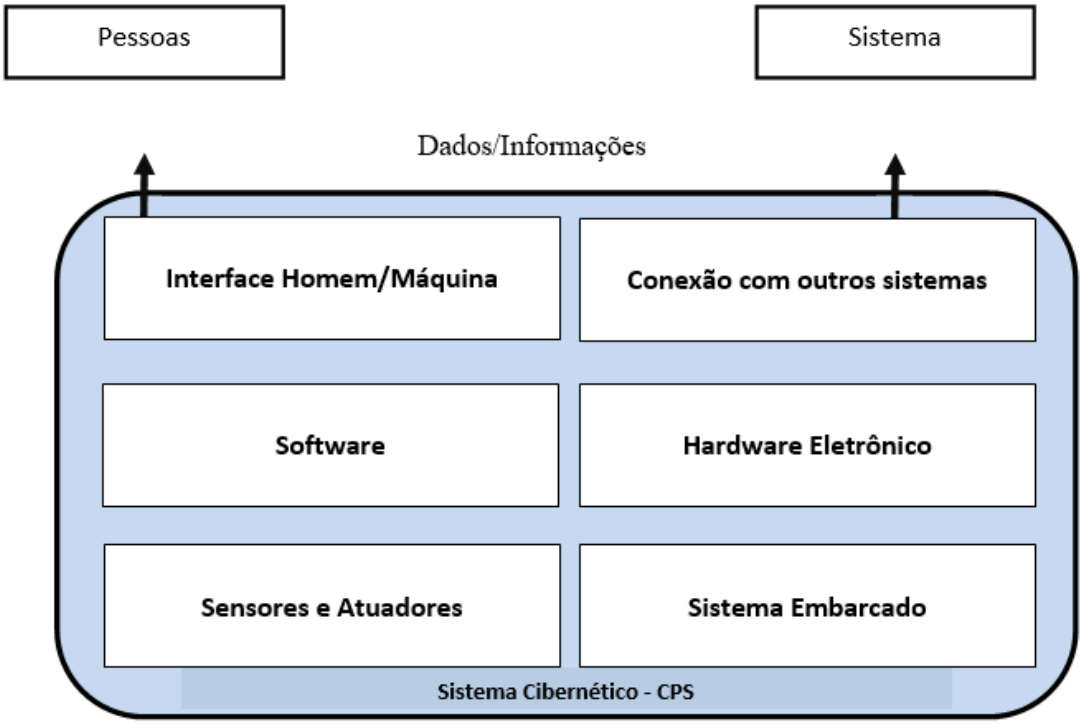
Figura 7 – Proposta do modelo de manutenção prescritiva



Fonte: adaptado pelos autores (2018)

A figura 8 descreve o sistema *ciber*-físico e os níveis importantes dentro dele que são integrações de computação, redes e elementos físicos.

Figura 8 – Interação de humanos e máquinas via processos CPS (*Cyber-Physical Systems*)



Fonte: adaptado pelos autores, a partir de M. Brettel, et al 2014

A partir da revisão bibliográfica foi proposta uma nova tipologia de Modelo de Negócio baseada na otimização de produtos e serviços, no viés apresentado pelos pesquisadores, Hoang et al. (2015; 2016) que focam na integração de indicadores de eficiência energética dentro do gerenciamento de manutenção convencional, em particular, na tomada de decisão de manutenção baseada em condições (Preditiva/Prescritiva).

Com a concretização advinda da Quarta Revolução Industrial que traz uma nova e eficiente forma de Gestão da Manutenção intitulada "Manutenção Prescritiva". O objetivo é utilizar o potencial do *business analytics,* sincronizado à computação cognitiva e desenvolver soluções para falhas potenciais e identificáveis (implementação está associada à ISO 55000).

Com a utilização do *business analytics* que cruza dados sobre o desempenho já obtido, a Manutenção Prescritiva vai mais adiante e sugere ações pontuais com base nas possibilidades. Trata-se de um indicador antecipado que mostra o que vai falhar e como proceder para evitar que isso ocorra, ou seja, provendo os tomadores de decisão com informações para melhor aproveitamento dos ativos físicos.

Na fábrica, a Manutenção Prescritiva oferece recomendações e possibilidades para evitar que falhas aconteçam. Assim, ela se relaciona diretamente com o princípio da Engenharia da Confiabilidade, visando identificar se um equipamento quebrará ou não. Por isso, há uma grande movimentação na Indústria 4.0 para apoiar a implementação desse conceito nas empresas.

Fazer a gestão prescritiva é o futuro da manutenção e isso só é possível graças às soluções tecnológicas em ascensão (Indústria 4.0). Ao contrário da manutenção preventiva, ela não tem como base um cronograma que visa cobrir as falhas mais comuns. Da mesma forma, ela se diferencia da preditiva ao ir além a suas análises.

Consequentemente, a Quarta Revolução Industrial está levando a fábrica agregar tecnologia de alto nível. Do contrário, os indicadores podem ser equivocados. Assim, acompanhar as tendências da Indústria 4.0 pode guiar seus passos na elaboração de uma infraestrutura eficiente com agregação de valores.

A descrição moderna da Gestão da Manutenção no desenvolvimento de práticas e filosofias (Cognitiva, inovação, desenvolvimento tecnológico e socioeconômico) descreverão as dinâmicas da indústria na Inovação Tecnológica, perante a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) apresentando novos ambientes estratégicos e operacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve como objetivo apresentar uma proposta de sincronismo entre a Função Prescritiva da Manutenção e Gestão de Ativos, por meio de uma revisão sistemática da bibliografia.

Por intermédio das análises dos resultados, infere-se que o tema abordado tem crescido e se tornando de grande relevância para o aparecimento e desenvolvimento de novas e importantes aplicações com o uso de sistemas ciber-físicos para os sistemas de manufatura, conceito este relacionado ao da manufatura digitalizada.

A Função Prescritiva da Manutenção sincronizada à filosofia da Gestão de Ativos transcende ativos físicos e sistemas de gestão. Este sincronismo compreende a tecnologia (a forma inteligente de agregar valor ao produto), a competitividade (a forma de inserção ao mercado global), a produtividade (eficácia, eficiência e efetividade), portanto gera probabilidade de inovação na fábrica, pois envolve parâmetros relacionados à mudança cultural e sua relação com a estrutura organizacional.

O sincronismo também envolve o comportamento operacional, abordagem sistêmica, a liderança, sistemas de gestão (relacionamento e clima organizacional), bem como gera condições para a Gestão do Conhecimento (compartilhamento de conhecimentos tácitos e explícitos) originando novas e importantes condições de comunicação e aprendizagens possibilitando estrategicamente na fábrica altos níveis de confiabilidade, disponibilidade e mantenabilidade, gerando valor dos seus ativos físicos, fundamentalmente no que tange aos ativos de alto valor e sistemas de segurança críticos.

Assim sendo, o artigo traz uma proposta inovadora quebrando paradigmas na forma de gerenciamento da função manutenção, ou seja, superando a abordagem tradicional que vinha priorizando o comportamento psicomotor do capital intelectual (políticas corretivas e preventivas), esse artigo está fundamentado no foco em pessoas, boas lideranças e estratégias, explorando os aspectos comportamentais cognitivos do capital intelectual (tomada de decisão em tempo real) baseado no fenômeno da digitalização do sistema produtivo mostrando que a função moderna da manutenção na atualidade está amparada pela tecnologia da computação cognitiva.

REFERÊNCIAS

Ahmed Raza and Vladimir Ulansky. Modelling of predictive maintenance for a periodically inspected system. Procedia CIRP 59 (2017) 95 – 101.

Azapagic, A., Perdan, S., 2010. Corporate sustainability management: a methodology and a case study in the mining and minerals sector. Int. J. Min. Min. Eng. 2 (4), 310–337.

Bale, C.S.E., Varga, L., Foxon, T.J., 2015. Energy and complexity: new ways forward. Appl. Energy 138, 150–159.

Ballis, A., Dimitriou, L., 2010. Issues on railway wagon asset management using advanced information systems. Transp. Res. Part C 18, 807–882.

Bush, S., Henning, T., Ingham, J.M., Raith, A., 2014. Agent-based modelling, a quiet revolution in asset management. In: Procedings of the IPWEA Conference NZ: Leading Tomorrow's Infrastructure – Collaborate, Transform, Deliver, Auckland, New Zealand, 26 June 2014–28 June 2014.

Chiara Di Francescomarino a, Marlon Dumas, Marco Federici, Chiara Ghidini, Fabrizio Maria Maggi, Williams Rizzi, Luca Simonetto. Genetic algorithms for hyperparameter optimization in predictive business process monitoring. Information Systems 74 (2018) 67–83.

Dornan, D. L., 2002. Asset management: remedy for addressing the fiscal challenges facing highway infrastructure. Int. J. Transp. Manage. 1, 41–54.

El-Akruti, K., Dwight, R. & Zhang, T., 2013. The strategic role of Engineering Asset Management. International Journal of Production Economics, 146(1), pp.227–239.

Heizer, J. ve Render, B. (2012). Operations Management, USA: Pearson Education Inc., ISBN-10: 0132921146. ISBN-13: 978-0132921145 Prentice Hall; 11 edition. 2012.

Hoang, A., Do, P., & Iung, B. (2016). Investigation on the use of energy efficiency for condition-based maintenance decision-making. IFAC-PapersOnLine, 49(28), 73-78.

ISO 22301, 2012. Societal Security – Business Continuity Management – Requirements. International Standard.

ISO 55000, 2014a. Asset Management – Overview, Principles and Terminology. International Standard.

Ivan Bolis, Sandra N. Morioka, Laerte I. Sznelwar, 2014. When sustainable development risks losing its meaning. Delimiting the concept with a comprehensive literature review and a conceptual model. Journal Clean. Production. 83, 7 e 20.

J. Gerring. Case Study Research: Principles and Practices, Cambridge University Press, 2006.

Kans, M., Galar, D. (2017) The Impact of Maintenance 4.0 and Big Data Analytics within Strategic Asset Management. In: Diego Galar, Dammika Seneviratne (ed.), MPMM 2016, Maintenance, Performance,

Measurement & Management: conference proceedings (pp. 96-103). Luleå: Luleå University of Technology.

Komljenovic, D., Abdul-Nour, G., 2015. Impact of Rare Events on the Strategy of Asset Management, 11e Congrès international de génie industriel – CIGI2015, Quebec, Canada, 26–28 October, 2015.

Koochaki J, Bokhorst JA, Wortmann H, Klingenberg W (2012) Condition Based Maintenance in the Context of Opportunistic Maintenance. International Journal of Production Research 50(23):6918–6929. 2012.

Korotayev, A., Zinkina, J., Bogevolnov, J., 2011. Kondratieff waves in global invention activity (1900–2008). Technol. Forecast. Soc. Chang. 78 (7), 1280–1284.

Kumar, R., 2011. Research Methodology: a Step-By-Step Guide for Beginners, third ed. Sage Publications, London.

Laureilton José Almeida BORGES; Warley Alves Coutinho CHAVES; Júlio César Benfenatti FERREIRA; Adriana Giarolla VILAMAIOR. Estudo da linha de produção de uma fábrica de ração. VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí VI Jornada Científica 21 a 26 de outubro de 2013.

M. Brettel, N. Friederichsen, M. Keller, and M. Rosenberg. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, World Acad. Sci. Eng. Technol. Int. J. Mech. Aerospace, Ind. Mechatron. Manuf. Eng. 8(1) (2014) 37–44.

Maletic, D. et al., 2014. The role of maintenance in improving company's competitiveness and profitability: A case study in a textile company. Journal of Manufacturing Technology Management, 25, pp.441–456.

Marquez, A. C. (2007), The maintenance management framework, Springer; 2007 edition, ISBN-10: 1846288207. ISBN-13: 978-1846288203. 2007.

Marlon Soliman, Tarcisio Abreu Saurin. Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. Journal of Manufacturing Systems 45 (2017) 135–148.

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med2009;6:e1000097, http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.100009

Nikolic, I., Dijkema, G. P. J., 2010. On the development of agent-based models for infrastructure evolution. Int. J. Crit. Infrastruct. 6 (2), 148–167.

Osman, H., 2012. Agent-based simulation of urban infrastructure asset management activities. Autom. Construct. 28, 45–57.

Tanja Nemeth et al. PriMa-X: A reference model for realizing prescriptive maintenance and assessing its maturity enhanced by machine learning. Procedia CIRP 72 (2018) 1039–1044.

Torabi, S.A., Rezaei Soufi, H., Sahebjamnia, N., 2014. A new framework for business impact analysis in business continuity management (with a case study). Saf. Sci.68, 309–323.

Younis, R., Knight, M. A., 2014. Development and implementation of an asset management framework for wastewater collection networks. Tunn. Undergr. Space Technol. 39, 130–143.

Capítulo 6

A IMPORTÂNCIA DA LOCALIZAÇÃO DE SENSORES DE TRÁFEGO NA REDE DE TRANSPORTES: UM ESTUDO DE CASO BRASILEIRO

Victor Hugo Souza de Abreu (Instituto Alberto Luiz Coimbra - victor@pet.coppe.ufrj.br)
Glaydston Mattos Ribeiro (Instituto Alberto Luiz Coimbra - glaydston@pet.coppe.ufrj.br)

Resumo: O uso de sensores para obter informações de tráfego em tempo real para sistemas de transporte inteligentes está se tornando cada vez mais comum. Entretanto, é um desafio determinar onde esses equipamentos devem ser localizados para maximizar o benefício de seu uso. Nesse sentido, este artigo tem como propósito discutir como o estudo sobre a localização de sensores de tráfego na rede pode afetar a qualidade e a quantidade das informações de tráfego coletadas em campo. Além disso, foca-se no caso específico de localização desses equipamentos na rede rodoviária brasileira, composta por mais de 24.000 segmentos e 20.000 nós.

Palavras chave: Modelagem Matemática, Heurísticas, Branch-and-Cut.

1. INTRODUÇÃO

O Governo brasileiro, por meio do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPAC e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, está focado no planejamento estratégico do setor de transporte rodoviário. Essa atividade torna viável o correto direcionamento de investimentos em infraestrutura viária (ampliação e implantação), a redução de custos, o aumento de competitividade e eficiência, entre outros.

Mas para que seja realizado o planejamento estratégico fazem-se necessárias a identificação do Volume Médio Diário Anual – VMDA circulante nas rodovias, bem como a distribuição desse tráfego em termos de transporte de cargas e de passageiros. Essas informações permitem a aplicação de modelos de transportes que resultam em avaliações de investimentos para o transporte rodoviário, definição da demanda de tráfego e receita futura, classificação hierárquica das vias, planejamento viário, análise de capacidade e nível de serviço, viabilidade de projetos de construção e conservação, entre outros.

Para renovação das informações sobre o tráfego rodoviário nacional, o Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT promoveu, entre os anos de 2016 e 2017, a Pesquisa Nacional de Tráfego – PNT que contemplou dados de Contagem Volumétrica e Classificatória – CVC de veículos e de entrevistas socioeconômicas com identificação de Origem e Destino – OD. A PNT 2016/2017 contou com a participação do Exército Brasileiro, que ficou incumbido de executar as pesquisas de campo durante 4 Fases distintas em 300 postos de pesquisa, distribuídos por todo território brasileiro.

Além dessas pesquisas, que são realizadas em períodos específicos, o PNCT conta com a utilização de 320 sensores de contagem de tráfego instalados permanentemente em segmentos da malha rodoviária federal, sob responsabilidade do DNIT. Esses equipamentos são pequenos dispositivos eletrônicos que indicam a presença ou passagem de veículos por um determinado ponto, durante um período de tempo especificado [Garber e Hoel, 1999], e fornecem informações para apoiar as aplicações de controle e gestão de tráfego, tais como controle de sinais, controle de rampa, detecção de incidentes e coleta de dados do volume (ou fluxo) de veículos e sua classificação [Wang, 2013].

Para que exista confiabilidade nas informações a serem obtidas, tanto relativo à quantidade quanto à qualidade, são necessários estudos específicos, uso de sistemas, modelos, parâmetros e procedimentos de campo com elevado grau de complexidade logística e operacional. Somado a isso, o número e a localização dos sensores devem ser otimizados para equilibrar os investimentos

necessários para sua implantação com a demanda por informações de tráfego. Sendo assim, uma atividade importante nos estudos de tráfego consiste na definição dos locais de instalação de sensores. Isso porque se deve levar em conta a abrangência territorial, a grande quantidade de segmentos disponíveis, o número limitado de equipamentos, devido às limitações orçamentárias, e etc. Neste contexto, está o PNCT que precisa obter dados da rede rodoviária brasileira, atualizada frequentemente pelo DNIT e apresentada na Figura 1.

Com a Figura 1, nota-se que o posicionamento dos sensores de tráfego, para monitoramento permanente, não é uma tarefa fácil. Isso porque a rede rodoviária brasileira apresenta mais de 24.000 segmentos (arestas) e 20.000 nós (entroncamentos). Sendo assim, surge a seguinte problemática: dada uma rede extensa e complexa, como a rede rodoviária brasileira, como é possível instalar sensores de contagem de tráfego de modo que os recursos limitados sejam aproveitados da melhor maneira possível, ou seja, as informações coletadas em campo forneçam dados com quantidade e qualidade suficientes para apoiar as atividades de gestão e controle de tráfego? Assim, surge o Problema de Localização dos Sensores de tráfego na Rede (PLSR) de transporte.

Uma observação importante é que mais informações de tráfego podem ser obtidas com precisão e o número de sensores pode ser significativamente reduzido, se os sensores de tráfego forem instalados de forma racional e seus locais forem selecionados de forma eficaz. Neste sentido, o presente artigo tem como propósito apresentar e descrever os principais aspectos envolvidos na proposição de um layout racional para localização de sensores de tráfego na rede, que vão desde o desenvolvimento de modelos de localização até a aplicação de métodos de solução das formulações matemáticas. Este estudo torna-se relevante ao descrever evolução dos estudos brasileiros sobre o assunto, de modo a destacar a importância de PLSR para o Brasil, bem como salientar suas contribuições para comunidade científica e indicar estratégias de melhorias nos métodos de solução do problema.

Para alcançar os objetivos propostos, este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma. Além desta seção introdutória, o trabalho, na Seção 2, apresenta a importância da coleta de dados de tráfego em campo, bem como da correta localização de sensores de tráfego, e, na Seção 3, faz um breve resumo dos principais modelos de localização de sensores na rede, existentes na literatura internacional. A Seção 4 aborda trabalhos sobre a implantação de sensores, que consideram a rede rodoviária brasileira, destacando suas contribuições e propondo mecanismos de melhoria nos métodos de solução propostos. As considerações finais são expostas na Seção 5.

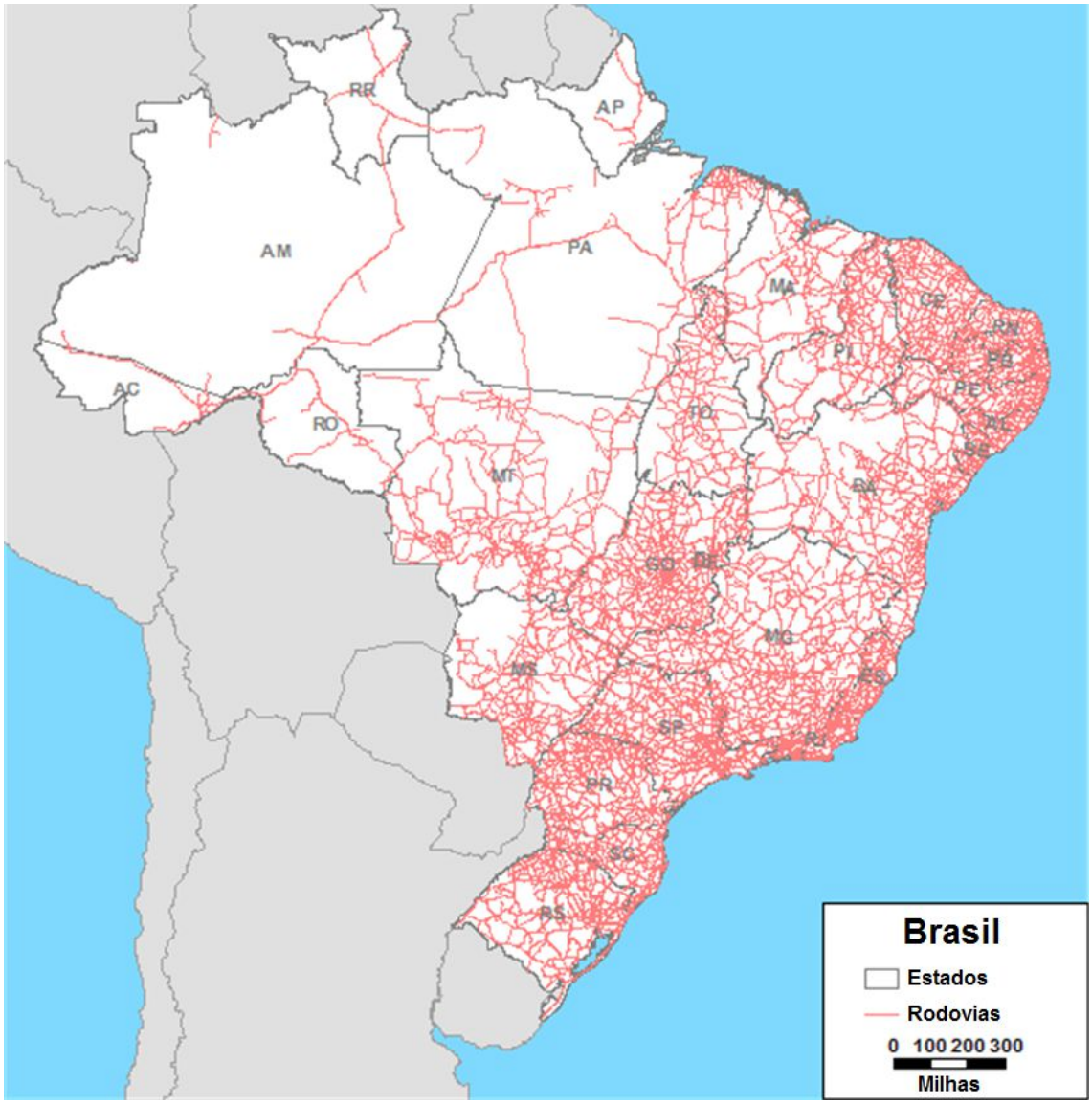


Figura 1: Rede Rodoviária Brasileira – Base de Dados de 2017.

2. PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE SENSORES DE TRÁFEGO

Esta seção tem o propósito de descrever os principais aspectos (conceitos, diferenciações, importância, relevância científica, etc.) envolvidos nos estudos de tráfego, centrando-se no problema de localização de sensores de tráfego.

Os estudos de tráfego compreendem frequentemente a caracterização das correntes de tráfego, constituídas por conjuntos de veículos que se deslocam, durante um período de tempo, em um determinado sentido ao longo de um percurso. Além disso, para uma análise mais completa do comportamento do tráfego há a necessidade do conhecimento da composição dos veículos porque, por exemplo, com o conhecimento do número de veículos pesados e, consequentemente, da

percentagem relativa ao total de veículos, pode-se avaliar a degradação dos pavimentos ou até mesmo o nível de ruído atingido.

A importância da criação contínua de um banco de dados de informações de tráfego é múltipla. A análise dos dados coletados por meio das contagens, depois que as informações são completamente processadas e tratadas, permite compreender os fundamentos do tráfego rodoviário de uma determinada área em estudo. Esses conceitos são indispensáveis para conceber e efetuar uma política de tráfego eficiente que possa colocar em prática um programa de gestão e controle de tráfego que atenda às necessidades dos usuários das vias.

A obtenção dos dados de tráfego pode ser realizada de maneira manual por meio da utilização de pessoal especializado em pesquisas de campo. As contagens manuais realizam-se, geralmente, quando é necessária a classificação rigorosa dos dados de tráfego. Essas pesquisas ocorrem temporariamente, geralmente durante uma semana, e fornecem dados essenciais para, por exemplo, o dimensionamento da infraestrutura viária ou caracterização dos movimentos direcionais para o estudo de entroncamentos.

Outra forma monitorar as condições de tráfego, tanto em dias atípicos, como em dias normais, consiste na implantação de sensores de tráfego em pontos estratégicos da rede de transportes [Fei et al., 2013]. Esses equipamentos transmitem dados permanentes que permitem a criação de bases de dados estatísticas, bem como a gestão e o controle de tráfego em tempo real.

Entretanto, existe uma grande variedade de tipos de equipamentos que, segundo Gentili e Mirchandani (2012), podem ser divididos em quatro categorias:

- Sensores de contagem de tráfego: equipamentos que medem o volume de veículos em um intervalo de tempo considerado. Quando um sensor de contagem está localizado no segmento da rede, assume-se que este mede o volume de veículos no segmento. Quando um sensor de contagem está localizado em um nó, assume-se que ele mede os fluxos de todos os segmentos de entrada e saída deste nó. Para melhor ilustrar essas duas situações, considere a rede hipotética apresentada na Figura 2 e suponha que exista um sensor situado no segmento a_1e outro sensor localizado no nó 2. Enquanto o primeiro sensor é capaz de determinar apenas o fluxo do segmento em que se encontra localizado, no caso o fluxo do segmento a_1, o segundo é capaz de determinar o fluxo de entrada no nó 2, fluxo do segmento a_1, e os de saída, ou seja, os fluxos dos segmentos a_3 e a_4;

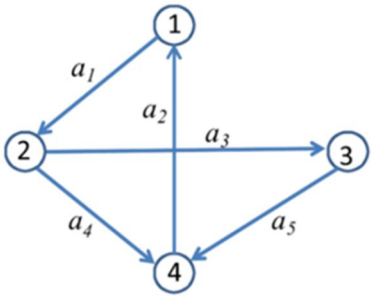


Figura 2: Rede Hipotética.

Fonte: Gentili e Mirchandani (2012).

- Sensores de identificação de rota (rota-ID): dispositivos que quando localizados em um segmento da rede podem medir os volumes de fluxo nas rotas que esse segmento pertence, por meio de tecnologias implantadas nos veículos como tags ou códigos de barras, a partir do qual pode-se obter a rota planejada do veículo. Embora os sensores rota-ID não sejam amplamente implantados, as ricas informações que eles fornecem tornariam os dados de tráfego mais significativos e reduziriam a quantidade de sensores necessariamente implementados nas vias;
- Sensores de imagem: são todos aqueles sensores que podem capturar imagens do fluxo em movimento. Ao processar as imagens, é possível reconhecer veículos em movimento na cena e, assim, dentre outras vantagens, identificar as placas e classificá-los por tipo; e
- Sensores de identificação de veículo (veículo-ID): sensores capazes de identificar informações acopladas nos veículos de maneira automática. Quando um veículo é detectado, o tempo de detecção também é conhecido, assim, se o mesmo veículo é identificado primeiramente em um segmento e posteriormente em outro, então é possível afirmar que tal veículo está usando uma rota que contenha ambos os segmentos nessa determinada ordem. Note que esse tipo de sensor, apesar de identificar características das rotas, não a determina completamente como os sensores do tipo Rota-ID.

Os dados obtidos pelos sensores fornecem informações essenciais sobre as características do tráfego, como o VMDA, quilômetros percorridos por veículo, composição do tráfego, volume de pico, etc. Além disso, podem ser eficientes no desenvolvimento das matrizes OD, que representam a distribuição espacial das viagens entre as zonas de tráfego de uma área de estudo. Assim, é possível realizar, por meio de estudos técnicos específicos, o planejamento e o gerenciamento necessários ao

desenvolvimento do setor rodoviário de transportes, inclusive, a avaliação de investimentos e alocação de recursos para infraestrutura viária, medição da demanda de serviços por via rodoviária e estabelecimento das tendências de tráfego futuro. Dessa forma, um objetivo importante desses sistemas inteligentes de transportes é construir e ampliar redes de sensores de tráfego para melhorar a observação, produtividade e eficiência dos sistemas de transporte [Li et al.,2015].

Entretanto, em redes de grandes dimensões, não é viável economicamente posicionar sensores em todos os seus segmentos porque as atividades de instalação, operação e manutenção desses equipamentos são custosas, necessitam de mão de obra específica e as agências de controle e gestão de tráfego estão submetidas às restrições orçamentárias que impedem a utilização de uma grande quantidade de sensores. Sendo assim, uma atividade importante nos estudos de tráfego consiste na definição dos locais de instalação desses equipamentos para que os recursos disponíveis sejam bem aproveitados, tal que, os dados obtidos sejam significativos e úteis para determinar o volume de tráfego nos segmentos ou nós da rede da melhor forma possível. Essa dificuldade de localização de sensores de tráfego nas vias é chamada de Problema de Localização de Sensores em Rede (PLSR).

Ao longo das últimas décadas, foram desenvolvidas várias pesquisas focadas na resolução do PLSR. De acordo com Cerrone et al. (2015), esse tipo de problema pode ser diferenciado de acordo com o tipo de sensores que precisa ser localizado (sensores de contagem de tráfego, sensores de identificação de rota, sensores de imagem, sensores de identificação de veículos, ou uma combinação deles) e fluxos de interesse (volumes de fluxo de par OD, volumes de fluxo de segmento, o volume de fluxo de rota, ou uma combinação deles). Li et al. (2015) acrescenta que o PLSR pode ainda variar de acordo com fatores como o custo do layout do sensor, que se refere principalmente ao custo do projeto para sua instalação, às características da rodovia onde esses equipamentos serão implantados e às limitantes orçamentárias.

Além disso, Gentili e Mirchandani (2012) dividiram esse problema em dois subproblemas: (I) Localizar sensores para observar completamente volumes de fluxo na rede (Sensor Location Flow-Observability Problems); e (II) Localizar sensores para estimar volumes de fluxo na rede (Sensor Location Flow-Estimation Problems).

3. MODELOS DE LOCALIZAÇÃO DE SENSORES DE TRÁFEGO

Conforme exposto na Seção 2, o PLSR pode ser dividido em dois subproblemas. Nesse sentido, esta seção tem como objetivo detalhar cada um desses subproblemas, bem como descrever alguns dos principais estudos/modelos matemáticos desenvolvidos para resolvê-los.

O problema de observação do fluxo tem como objetivo encontrar o conjunto mínimo de sensores instalados em segmentos com fluxos (ou rota, ou par OD), capaz de fornecer informações sobre segmentos não contemplados por esses equipamentos. Isso torna o sistema observável, enquanto que, ao mesmo tempo, os fluxos observados são independentes, ou seja, não há informações redundantes incluídas. As informações necessárias para resolver problemas de observação são as relações topológicas expressas na chamada incidência, que relaciona o segmento, o nó, a rota e possivelmente as variáveis OD entre si [Rinald et al., 2015]. Em relação aos trabalhos que buscam solucionar esse problema, mencionam-se aqueles desenvolvidos por Hu et al. (2009), abordagem base-segmento, Ng (2012), abordagem baseada em nós, Castillo et al. (2014), caminhos linearmente independentes, e He (2013), abordagem gráfica.

Entretanto, a análise empírica e os métodos analíticos mostraram que entre 60% e 70% dos segmentos em uma rede teriam que ser observados para atingir a observação do sistema completo [Hu et al., 2009; Ng, 2012; Castillo et al., 2013], o que é economicamente inviável para redes com grande número de segmentos e nós viários. Dessa forma, a estimativa de fluxos observados faz-se necessária para que haja redução da quantidade de sensores implantados.

O problema de estimativa do fluxo, geralmente, centra-se na estimativa de fluxo de viagens entre pares OD com sensores de contagem de tráfego instalados nos segmentos da rede de transportes e surge em dois casos distintos: (I) Quando se busca minimizar o número de sensores considerando que os recursos são ilimitados; e (II) Quando se busca maximizar algum critério ou “regra” de localização, considerando um recurso limitado como, por exemplo, que o número de sensores posicionados não ultrapasse um valor limite.

Ao introduzir pela primeira vez uma medida de variabilidade, denominada Máximo Erro Relativo Possível, que analisa a confiabilidade de uma Matriz OD, estimada a partir de contagens de tráfego, Yang et al. (1991) propuseram um modelo matemático de localização, que minimiza o número de sensores implantados na rede, e garante que os sensores devem estar localizados em segmentos viários de modo que alguma fração positiva de viagens entre qualquer par OD seja observada (ou seja,

cada par OD precisa ser coberto por pelo menos um sensor). Yang et al. (2006) elaboraram outro modelo matemático que também busca minimizar o número total de sensores implantados na rede, mas que se distingue de Yang et al. (1991) ao garantir que os sensores devem estar localizados em segmentos de modo que, para cada par de OD, todas as rotas devem ser cobertas.

Diferente dos trabalhos mencionados, diversos outros autores desenvolveram modelos matemáticos que buscam maximizar alguma "regra" de localização, dada uma restrição orçamentária. Esses modelos são mais adequados porque em redes reais, de médio e grande porte, há necessidade de implantação de um grande número de sensores e as agências de controle e gestão de tráfego, na maioria das vezes, possuem orçamento para uma quantidade pré-estabelecida de sensores, assim como ocorre no Brasil, que conta com a utilização de 320 sensores de contagem de tráfego.

Nesse sentido, Yim e Lam (1998) elaboraram um modelo matemático de localização, com restrição relativa ao número de sensores, que estabelece que os sensores devam estar localizados em segmentos de modo que, para um número de sensores, o melhor conjunto de localização é aquele que capta o maior número de viagens relacionadas a pares OD. Yang e Zhou (1998) criaram outro modelo matemático, dado um número restrito de sensores, que garante que os sensores devem estar localizados em segmentos viários de modo que cada par OD seja coberto por pelo menos um sensor e que estabelece que o melhor conjunto de localização é aquele que capta os maiores fluxos de rotas.

Os modelos propostos por Yim e Lam (1998), Yang e Zhou (1998) apresentam como desvantagem o fato de necessitarem de informações relativas ao fluxo de tráfego, obtidas previamente por meio de dados históricos, levantamentos iniciais ou modelos estáticos de atribuição de tráfego calibrados para fins de planejamento. Além disso, esses modelos não analisam a confiabilidade dos dados prévios, o que pode acarretar em informações errôneas sobre o fluxo de veículos na rede. Dessa forma, Yang et al. (2006) propuseram um modelo matemático que não depende de informações de fluxo obtidos previamente. O modelo em questão posiciona sensores em um dado número de segmentos e maximiza a cobertura de OD, ou seja, a escolha do segmento que receberá o sensor depende diretamente do número de pares OD a serem cobertos na rede e não do fluxo de veículos obtido previamente.

Os modelos matemáticos abordados nesta seção dependem de diversas fontes de informação que podem incluir a estrutura de rede (topologia, conjunto de segmentos e nós, etc.), valores médios dos fluxos de interesse e a confiabilidade dos dados. Dessa forma, a escolha de um ou outro modelo matemático pelos tomadores de decisões precisa ser minuciosamente analisada e todas as

informações e peculiaridades da rede em estudo precisam ser verificadas, de modo a garantir que o modelo utilizado para representar o problema investigado seja o mais adequado possível para implantação dos sensores na rede viária.

4. MODELOS DE LOCALIZAÇÃO DE SENSORES QUE UTILIZARAM A REDE RODOVIÁRIA BRASILEIRA

Dados os principais estudos existentes na literatura internacional para resolver o PLSR, esta seção tem o intuito de detalhar trabalhos desenvolvidos no Brasil para solucionar esse problema, tendo como estudo de caso a rede rodoviária brasileira.

Para o caso específico do Brasil, considerando a complexidade e a grandeza da rede de transporte rodoviária brasileira (conforme ilustrado na Figura 1), e o fato das restrições orçamentárias não permitirem a instalação de uma grande quantidade de sensores de tráfego, necessária ao estudo do problema de observação do fluxo, optou-se por estudar mais profundamente o problema de estimativa de fluxo. Dessa forma, buscou-se encontrar a formulação matemática que melhor representasse as peculiaridades e informações existentes atualmente sobre a rede de transportes brasileira, composta por segmentos das rodovias federais, estaduais e municipais.

Por meio do estudo de diversos modelos de estimativa de fluxo, existentes na literatura internacional, constatou-se que o modelo desenvolvido por Yang et al. (2006), que busca maximizar o número de pares OD cobertos, dado um número restrito de sensores de contagem de tráfego, apresenta características semelhantes ao problema brasileiro e, assim, deveria ser utilizado como base para a modelagem.

A formulação matemática desenvolvida por Yang et al. (2006) foi considerada a mais adequada porque em redes reais de grande porte, com elevado número de segmentos e nós, o contexto de recurso restrito é mais adequado às limitações orçamentárias a que as agências de tráfego são submetidas. Além disso, essa formulação matemática não necessita de informações relativas ao fluxo de tráfego, obtidas previamente, por exemplo, pela utilização de dados históricos, levantamentos iniciais ou modelos estáticos de alocação de tráfego.

No entanto, o custo de implantação destes equipamentos pode ser muito significativo, especialmente no Brasil, uma economia emergente, mas que tem grande dimensão territorial e relativa complexidade de rede. Portanto, deve-se atentar ao fato de que o número de faixas monitoradas tem significativa importância, porque o custo para implantar e contar adequadamente veículos que passam em um segmento com, por exemplo, três faixas de rolamento por sentido, é maior do que em segmentos com

uma faixa de rolamento apenas. Dessa forma, González et al. (2017) desenvolveram um modelo matemático que incorpora uma restrição referente ao número de faixas monitoradas pelos sensores.

A formulação matemática proposta por González et al. (2017) contém uma função objetivo que busca maximizar o número de pares OD cobertos, ou seja, interceptados pelos sensores de tráfego e uma restrição que garante a cobertura de um subconjunto de pares OD. Além disso, apresenta outras duas restrições que indicam que o número total de sensores posicionados deve respeitar o número máximo permitido e que o número de faixas observadas deve respeitar o valor máximo permitido. Por último, existem ainda restrições associadas ao domínio das variáveis de decisão.

A formulação matemática abordada apresenta relações lineares entre variáveis de decisão inteiras, restrições e função objetivo. Sendo assim, problemas com estas características podem ser resolvidos com técnicas de Programação Linear Inteira [Hillier e Lieberman, 2006]. Nesse sentido, os algoritmos necessários para obtenção de soluções para os problemas de PLI podem, por exemplo, ser divididos em: heurísticas, meta-heurísticas, exatos ou uma combinação deles (híbridos).

Dessa forma, com o desenvolvimento do modelo matemático, González et al. (2017) propuseram um algoritmo exato, Branch-and-Cut, para encontrar soluções ótimas, ou seja, melhores soluções possíveis para 26 instâncias reais, propostas por González et al. (2016), correspondentes aos estados brasileiros. Os dados foram extraídos da base georreferenciada do ano de 2016, disponibilizada pelo DNIT.

González et al. (2017) realizaram testes computacionais com instâncias associadas aos estados brasileiros. Com um tempo limite de processamento de 3600 segundos, os autores mostraram que o algoritmo proposto por eles foi capaz de encontrar a solução ótima de sete instâncias (Estados: AC, AL, AM, AP, RO, RR e SE) e fornecer boas soluções para outras treze (Estados: CE, ES, MA, MS, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, SC e TO). Entretanto, não foi capaz de encontrar uma solução viável (que respeita todas as restrições) para as Instâncias BA, GO e DF, MG, MT, RS e SP.

Para melhoria do desempenho do algoritmo exato, no que se diz respeito ao seu tempo de processamento, uso da memória e qualidade das soluções, Abreu (2018) e Abreu et al. (2018) utilizaram como alternativa viável a incorporação/combinação de três heurísticas no Branch-and-Cut. Considerou-se pertinente esse procedimento, pois se acredita que, ao fornecer ao algoritmo exato uma solução inicial viável, seu desempenho poderia melhorar substancialmente, pois alguns nós da árvore de busca podem ser eliminados mais rapidamente durante o processo, reduzindo assim o tempo de execução do algoritmo.

As três heurísticas foram desenvolvidas conforme segue. A primeira heurística verifica qual dos extremos (origem ou destino) possui menor número de arestas incidentes e localiza sensores nesse extremo. Já a segunda e a terceira heurísticas separam as origens de seus destinos por meio da aplicação sucessiva do algoritmo de corte mínimo, distinguindo-se quanto à aleatoriedade de escolha dos pares OD, ou seja, na segunda heurística os pares são escolhidos por sua ordem de inserção e resolvidos separadamente e na terceira são escolhidos aleatoriamente e resolvidos em lotes de pares OD com mesmas origens.

Os experimentos computacionais realizados por Abreu et al. (2018) foram feitos da seguinte maneira. Inicialmente, realizaram-se testes utilizando o Branch-and-Cut desenvolvido por González et al.(2017), ou seja, aquele que não utiliza os resultados das heurísticas. Destaca-se que embora esses testes tenham sido realizados nas mesmas instâncias propostas González et al. (2016), a base de dados georreferenciada correspondeu ao ano de 2017. Dessa forma, os resultados apresentados por González et al. (2017), que utilizaram a base de 2016, não puderam ser reutilizados e todos os testes foram refeitos. Posteriormente, incorporou-se o melhor resultado encontrado pelas três heurísticas ao Branch-and-Cut e novos experimentos foram realizados.

Por fim, os resultados dos dois experimentos foram comparados e discutidos. Essa atividade fez-se necessária para verificar se o algoritmo exato é capaz de fornecer soluções ótimas para todos os cenários propostos em um tempo computacional satisfatório, bem como comparar seus resultados com o do Branch-and-Cut que incorpora a melhor solução das três heurísticas, ou seja, verificar se as heurísticas desenvolvidas de fato trazem melhor desempenho computacional aos testes.

Assim, a Tabela 1 contém os resultados dos testes computacionais dos dois estudos [González et al., 2017; Abreu et al., 2018]. A primeira coluna (I) representa a instância sob análise. A segunda (Pα) e a terceira (Pβ) colunas apresentam, respectivamente, as variações relativas ao Parâmetro α (quantidade de sensores a serem implantados) e Parâmetro β (quantidade de faixas a serem monitoradas). A quarta (SBP), quinta (TBP) e sexta (GBP) representam, respectivamente, a melhor solução do Branch-and-Cut Puro, desenvolvido por González et al.(2017), para cada cenário, o tempo gasto para encontrá-la e o gap residual da execução do método (obtido ao final do processo de solução) caso o tempo limite de 3600s seja atingido. As colunas S_H1, S_H2, S_H3 e SBH representam, respectivamente, as soluções (ou seja, o maior número possível de pares OD interceptados pelos sensores de tráfego) encontradas na execução das Heurísticas H1, H2, H3 e do Branch-and-Cut com heurísticas, desenvolvidos por Abreu et al. (2018). Por fim, a coluna TBH apresenta o tempo

computacional gasto para gerar as soluções, com limite de 3600 segundos, e a coluna GBH exibe o gap residual da execução.

Tabela 1: Resultados computacionais.

I	Pα	Pβ	SBP	TBP	GBP	S_H1	S_H2	S_H3	SBH	TBH	GBH
		23	167	0,20	0	112	85	68	167	0,27	0
AC	34	46	186	0,10	0	145	99	134	186	0,13	0
		69	190	0,02	0	169	168	128	190	0,02	0
		49	4206	652,30	0	1170	2803	1086	4206	402,36	0
AL	72	98	4513	1849,04	0	2844	3478	1574	4513	736,48	0
		147	4589	39,670	0	2378	4111	3255	4589	212,99	0
		43	648	0,30	0	508	580	510	648	0,16	0
AM	63	86	666	0,02	0	634	634	525	666	0,02	0
		129	666	0,02	0	649	651	589	666	0,02	0
		20	68	0,08	0	33	49	51	67	0,17	0
AP	30	40	77	0,11	0	57	62	55	77	0,13	0
		60	78	0,04	0	63	69	42	78	0,04	0
		257	-	3600	-	19504	30629	20174	30629*	3600	149,55
BA	381	514	-	3600	-	36486	39101	38620	39101*	3600	97,95
		772	77466	3600	0,23	49370	63227	38299	77525	3600	0,15
		150	-	3600	-	4550	6092	4693	6092*	3600	146,12
CE	217	300	15315	3600	0,27	7575	8536	6524	15361	3600	0,21
		450	15488	3600	0,13	9248	12874	5279	15488	3600	0,13
		94	2631	3600	0,38	1064	1115	1122	2629	3600	0,45
ES	138	188	2743	3600	0,14	1694	2105	1550	2742	3600	0,16
		282	2770	3600	0,18	2109	2451	1693	2770	3600	0,18
		276	-	3600	-	9810	14285	12077	14285*	3600	98,98
GOeDF	388	552	-	3600	-	16830	23435	17156	23435*	3600	22,99
		828	28819	3600	0,35	20535	27115	17622	27115*	3600	6,66
		85	12345	3600	0,62	2763	3327	4709	12357	3600	0,63
MA	121	170	12907	3600	0,25	5437	9083	6118	12913	3600	0,20
		255	13060	3600	0,10	6984	11837	4285	13061	3600	0,09
		535	-	3600	-	102549	199934	116799	199934*	3600	60,12
MG	764	1070	-	3600	-	172080	252850	157486	252850*	3600	27,17
		1605	-	3600	-	210338	303565	134388	303565*	3600	6,02
		141	2769	3600	0,49	1419	1963	1472	2769	3600	0,50
MS	205	282	2841	3600	0,32	1904	2647	2246	2843	3600	0,25
		423	2850	7	0	2444	2786	2220	2850	3,08	0
		345	-	3600	-	5989	7640	6880	7640*	3600	4108,66
MT	509	690	9716	3600	0,14	8245	9538	8839	9725	3600	0,05
		1035	9730	186,86	0	9135	9729	8905	9730	190,25	0
		110	7130	3600	0,52	3932	6298	3369	7131	3600	0,52
PA	162	221	7325	3600	0,09	5349	6358	5343	7324	3600	0,10
		332	7375	3600	0,08	6599	6983	5817	7375	3600	0,08
		111	-	3600	-	5558	13616	5185	21475	3600	1,22
PB	158	222	22256	3600	0,29	11078	18800	8188	22252	3600	0,31
		334	22437	3600	0,07	13427	20565	9190	22435	3600	0,08
		116	-	3600	-	4553	9551	3972	13967	3600	1,21
PE	160	233	14502	3600	0,34	8265	11807	10519	14505	3600	0,33
		350	14625	3600	0,13	9855	12657	6949	14623	3600	0,14
		128	21496	3600	0,63	5713	14211	8858	21524	3600	0,56
PI	189	256	22103	3600	0,16	11475	13887	10294	22099	3600	0,18
		384	22255	3600	0,06	18072	19298	8169	22252	3600	0,06
PR	396	289	-	3600	-	23871	31631	20701	31631*	3600	125,65

I	Pα	Pβ	SBP	TBP	GBP	S_H1	S_H2	S_H3	SBH	TBH	GBH
		578	-	3600	-	35534	36811	26309	36811*	3600	95,91
		867	72146	3600	0,17	45361	47131	33029	72149	3600	0,17
		227	3609	3600	0,90	2574	3159	2793	3607	3600	0,93
RJ	320	454	3655	32,05	0	3277	3537	3463	3655	106,97	0
		681	3655	12,42	0	3355	3638	3443	3655	12,46	0
		101	12099	3600	0,52	3675	7425	2849	12099	3600	0,37
RN	143	202	12535	3600	0,23	6613	10958	8952	12528	3600	0,30
		303	12641	3600	0,10	7467	10816	4843	12642	3600	0,09
		66	1157	421,93	0	661	828	722	1157	802,78	0
RO	97	133	1211	3600	0,21	899	1079	780	1211	3600	0,19
		199	1225	1,70	0	900	1182	892	1225	1,26	0
		35	77	0,35	0	57	74	66	77	0,25	0
RR	52	70	78	0,04	0	77	77	74	78	0,03	0
		105	78	0,04	0	77	78	77	78	0,03	0
		221	-	3600	-	20300	23251	18952	23251*	3600	221,96
RS	305	443	-	3600	-	31694	30101	30775	31694*	3600	139,24
		664	75914	3600	0,18	43602	62493	29567	75884	3600	0,23
		136	-	3600	-	9592	24881	10017	33779	3600	1,27
SC	196	272	34809	3600	0,27	13717	28661	14507	34814	3600	0,26
		408	35049	3600	0,11	27700	30092	16415	35049	3600	0,12
		58	2503	146,28	0	990	1309	1649	2503	91,07	0
SE	85	116	2647	38,39	0	1525	1519	1320	2647	52,39	0
		174	2681	3,72	0	1998	2456	1574	2681	4,04	0
		479	-	3600	-	62528	93018	73470	93018*	3600	95,45
SP	558	959	-	3600	-	103515	146642	52474	146642*	3600	24,79
		1439	-	3600	-	120477	131568	89736	182761	3600	0,23
		119	8501	3600	0,68	2470	5169	4020	8499	3600	0,68
TO	175	239	8797	3600	0,30	4446	7847	6169	8798	3600	0,28
		358	8873	3600	0,17	6136	8207	3237	8873	3600	0,15

* Cenários em que o Branch-and-Cut não foi capaz de encontrar uma solução viável melhor que a melhor solução heurística.

Comparando os dados dos testes computacionais (conforme identificado na Tabela 1), destaca-se que o Branch-and-Cut com as heurísticas forneceu melhores soluções em 42,36 % dos casos, contra 17,95% do Branch-and-Cut Puro (sem as heurísticas). Os outros 39,74% referem-se a cenários que tiveram soluções iguais em ambos e mesmo gap (se gap é igual a zero, a solução ótima foi encontrada). Dessa forma, os resultados mostraram que a inserção das heurísticas permitiu encontrar melhores soluções ao final do processo de busca.

Entretanto, cabe mencionar que mesmo com essa inserção, o Branch-and-Cut apresentou gaps residuais (soluções ótimas não foram obtidas com 3600s de processamento), não resolvendo alguns cenários. Isso demonstra que novas estratégias precisam ser realizadas no algoritmo exato, como novas restrições de corte para que as soluções ótimas possam ser encontradas. Além disso, aperfeiçoamentos nas heurísticas, podem ser realizados para melhorar as soluções iniciais viáveis encontradas, auxiliando assim o Branch-and-Cut no seu processo de busca.

Com o intuito de verificar como as limitações referentes à quantidade de sensores e de faixas observadas afetam a cobertura dos pares OD, o trabalho desenvolvido por Abreu (2018), complementar ao estudo de Abreu et al. (2018), estabeleceu cenários em que a quantidade de sensores a serem implantados na rede rodoviária variou em 10%, 20% e 30% do número total de segmentos de cada instância e a quantidade de faixas a serem monitoradas variou em 10%, 20% e 30% do total de faixas. Essa atividade permitiu ainda determinar qual configuração (combinação entre quantidade de sensores e de faixas) é necessária para cobrir todos os pares OD existentes na instância em estudo.

Destaca-se ainda que, além de determinar quantos pares OD são cobertos, dadas as limitações de quantidade de sensores e do número de faixas observadas por eles, os algoritmos Branch-and-Cut com e sem heurísticas são capazes de apresentar todos os segmentos selecionados, pela melhor solução encontrada, para receber um sensor, na instância sob análise.

Assim, é possível exemplificar graficamente a solução de cada cenário de cada instância. Por exemplo, a Figura 3 apresenta a solução ótima da instância RJ (obtida pelo Branch-and-Cut com e sem heurísticas) para o cenário em que foram fixados 320 sensores (30% do total de segmentos da instância) e 681 faixas (30% do total de faixas da instância). A solução apresentada na Figura 3 é capaz de interceptar todos os 3.655 pares OD (municípios) do Rio de Janeiro. Nota-se que essa distribuição espacial considera os principais segmentos rodoviários como as Rodovias BR 040, BR 101 e BR 116.

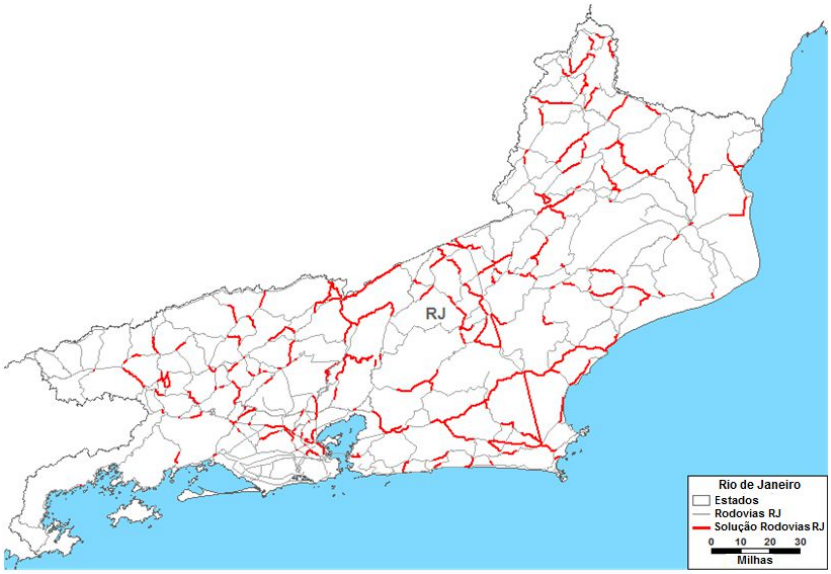


Figura 3: Solução da Instância RJ.

Considerando que, com o modelo matemático desenvolvido por González et al. (2017), são necessários cerca de 30% do total de segmentos e de faixas da instância do Rio de Janeiro (rede de

grande porte, composta por 850 nós, 1069 segmentos, 3655 pares OD e 2270 faixas de tráfego) para cobrir todos os pares OD existentes nela, percebe-se a relevância da formulação proposta basear-se no problema de estimativa do fluxo, principalmente, porque para os modelos de observação do fluxo, como já mencionado anteriormente, são necessários, geralmente, implantar sensores em cerca de 60 – 70% dos segmentos de cada instância para observar a rede por completo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sensores de contagem de tráfego são pequenos equipamentos eletrônicos que medem e classificam o volume de veículos que trafega em determinados pontos da via em um período de tempo especificado. As informações transmitidas por esses equipamentos apoiam várias aplicações de controle e gestão de tráfego. Entretanto, sabe-se que os sensores são custosos e que as agências responsáveis por sua obtenção, implantação e operação são submetidas às limitações orçamentárias que impedem a utilização de um grande número de equipamentos. Dessa forma, faz-se necessário que sejam estudadas estratégias que busquem localizar esses dispositivos da melhor maneira possível na rede de transportes.

Nesse sentido, este artigo buscou apresentar a importância da coleta de informações de tráfego para melhoria das condições das vias (investimentos em infraestrutura, realização de análise estatística de acidentes, aumento da capacidade e do nível de serviço, etc.) e os principais elementos necessários para definição da proposição de localização de sensores de tráfego na rede, que envolve a determinação do modelo matemático e dos métodos de solução que melhor representem as características e funcionalidades dos equipamentos que serão implantados na via, as peculiaridades da rede em estudo e as limitações orçamentárias das agências de gestão e controle de tráfego.

Considerando o caso específico do Brasil, que conta com a possível utilização de 320 sensores de contagem de tráfego, instalados em segmentos viários, González et al. (2017) buscaram encontrar, na literatura internacional, formulações matemáticas, comprovadamente eficientes, para modelar o problema de localização de sensores na rede rodoviária brasileira. Após análise minuciosa, os autores verificaram que o modelo matemático desenvolvido por Yang et al. (2006) melhor se adequa a realidade brasileira porque não necessita de dados de tráfego obtidos anteriormente e tem como restrição o número de sensores a serem implantados. Entretanto, os autores constataram que o modelo de Yang et al. (2006), assim como os outros analisados na pesquisa, não leva em consideração o número de faixas observadas pelos equipamentos eletrônicos e o custo para implantar e contar adequadamente os veículos que passam em um segmento com mais de uma faixa de rolamento por sentido. Sendo assim, o trabalho realizado por González et al. (2017) ganha relevância ao propor um modelo matemático que incorpora restrição relativa ao número de faixas monitoradas para auxiliar os tomadores de decisão quanto à localização ideal dos sensores de tráfego.

Além de introduzir um novo modelo matemático, González et al. (2017) desenvolveram um algoritmo exato, Branch-and-Cut, para encontrar soluções ótimas para 26 instâncias, correspondentes aos

estados brasileiros. De maneira complementar aos estudos de González et al. (2017), Abreu (2018) e Abreu et al. (2018) elaboraram três heurísticas a serem incorporadas ao algoritmo exato para melhorar o seu desempenho (qualidade das soluções e tempo de execução).

O modelo matemático, o algoritmo Branch-and-Cute as três heurísticas possibilitaram o uso eficiente dos recursos financeiros destinados à instalação, manutenção e operação de sensores para monitorar as condições de tráfego. Isso porque permite que, dada uma quantidade limitada de sensores e de faixas possíveis de serem monitoradas, estes equipamentos sejam localizados da melhor forma possível nos segmentos da rede considerada, trazendo ganhos relativos à qualidade e quantidade das informações coletadas. Destaca-se ainda que as ferramentas, desenvolvidas por González et al. (2017) e Abreu et al. (2018), podem ser utilizadas fora do contexto rural (rodovias federais, estatuais e municipais) para, por exemplo, determinar as melhores localizações de sensores de velocidade em área urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, V. H. S. (2018). Localização de Sensores de Tráfego com Limitações quanto ao Número de Equipamentos e de Faixas Observadas: Técnicas Heurísticas e um Branch-And-Cut. Dissertação de Mestrado do Programa de Engenharia de Transportes. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Abreu, V. H. S., González, P. H., Ribeiro, G. M., Orrico, R. D., Gomes, H. A., e Perim, L. R., (2018). Técnicas Heurísticas e um Branch-and-Cut para o Problema de Localização de Sensores de Tráfego com Limitações quanto ao Número de Sensores e de Faixas Observadas. In Anais do L Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, SBPO.

Castillo, E., Calviño, A., Lo, H. K.; Menéndez, J. M., e Grande, Z. (2014). Non-planar hole-generated networks and link flow observability based on link counters. Transportation Research Part B: Methodological, 68, 239–261.

Castillo, E., Nogal, M., Rivas, A., e Sánchez-Cambronero, S. (2013). Observability of traffic networks: optimal location of counting and scanning devices. Transportmetrica B: Transport Dynamics, 1 (1), 68–102 Cerrone, C., Cerulli, R., e Gentili, M. (2015). Vehicle-ID sensor location for route flow recognition: Models and algorithms. European Journal of Operational Research, 247 (2), 618–629.

Fei, X., Mahmassani, H. S., e Murray-Tuite, P. (2013). Vehicular network sensor placement optimization under uncertainty. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 29, 14–31.

Garber, N. J., e Hoel, L. A. (1999). Traffic and Highway Engineering. PWS Publishing Company, Boston, Massachusetts.

Gentili, M., e Mirchandani, P. B. (2012). Locating Sensors on Traffic Networks: Models, Challenges and Research Opportunities. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 24, 227–255.

González, P. H., Clímaco, G., Simonetti, L., Gomes, H. A., e Ribeiro, G. M. (2016). Heurísticas para o Problema de Localização de Contadores de Tráfego em Redes de Transporte. In Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET.

González, P. H., Abreu, V. H. S., Vieira, B. S., Ribeiro, G. M., Gomes, H. A., e Perim, L. R., (2017). Um Branch-and-Cut para o problema de localização de sensores de tráfego com limitações quanto ao número de sensores e de faixas de tráfego observadas. In Anais do XXXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET.

Hillier, F. S., e Lieberman, G. J. (2006). Introdução a Pesquisa Operacional. São Paulo: McGraw-Hill.

Hu, S., Peeta, S., e Chu, C. H. (2009). Identification of Vehicle Sensor Locations for Segmento-Based Network Traffic Applications. Transportation Research Part B: Methodological, 43 (8–9), 873–894.

Li, H., Dong, H., Jia, L., Ren, M., e Li, S. (2015). Analysis of factors that influence the sensor location problem for freeway corridors. Journal of Advanced Transportation, 49(1), 10–28.

Ng, M. (2012). Synergistic Sensor Location for Segmento Flow Inference Without Path Enumeration: a Node-based Approach. Transportation Research Part B: Methodological, 46 (6), 781–788.

Rinaldi, M., Corman, F., e Viti, F. (2015). Assessing the Effect of Route Information on Network Observability Applied to Sensor Location Problems. Transportation Research Procedia, 3–12.

Wang, N. (2013). Locating Counting Sensors in Traffic Network to Estimate Origin-Destination Volumes. A Dissertation Presented in Partial Fulfillment Of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. Arizona State University, USA.

Yang, H., Lida, Y., e Sasaki, T. (1991). An Analysis of the Reliability of an Origin–Destination Trip Matrix Estimated from Traffic Counts. Transportation Research Part B: Methodological, 25 (5), 351–363.

Yang, H., e Zhou, J. (1998). Optimal Traffic Counting Locations for Origin–Destination Matrix Estimation. Transportation Research Part B: Methodological, 32 (2), 109–126.

Yang, H., Yang, C., e Gan, L. (2006). Models and algorithms for the screen line-based traffic-counting location problems. Computers & Operations Research, 33 (3), 836–858.

Yim, P. K. N., e Lam, W. H. K. (1998). Evaluation of Count Location Selection Methods for Estimation of O–D Matrices. Journal of Transportation Engineering, 124, 376–383.

Capítulo 7

UM NOVO MODELO DE REDE PARA O PROBLEMA DE FLUXO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS COMPOSTOS

Catia Maria dos Santos Machado (UFRGS - catiamachado@furg.br)
Sérgio Fernando Mayerle (UFSC - mayerle@eps.ufsc.br)
Vilmar Trevisan (UFSC - trevisan@mat.ufrgs.br)

Resumo: Neste trabalho é proposto um modelo linear de Fluxo em Redes para o problema da de minimização de custos de produção e distribuição de Múltiplos Produtos Compostos (MPC). O processo de construção do novo modelo de rede permitirá quantificarr o transporte, a produção e a quantidade de formulação dos produtos compostos. A metodologia utilizada para solucionar o problema é baseada na estratégia de particionamento da matriz básica, uma especialização do método simplex primal-dual. Neste modelo, restrições de acoplamento são consideradas para tratar a proporcionalidade existente entre os diversos fluxos que formam o composto, bem como as restrições de capacidade dos arcos pelos quais estes fluxos percorrem. Testes computacionais, contendo em torno de 200.000 restrições e 370.000 variáveis, aplicados à distribuição de produtos compostos de uma indústria do setor petroquímico, foram realizados com sucesso. Os resultados obtidos demonstram eficiência computacional do algoritmo desenvolvido e a aplicabilidade do modelo formulado.

Palavras-chaves: Modelagem, Fluxo em Rede, Múltiplos Produtos Compostos

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é proposto um modelo linear de Fluxo em Redes para o problema de minimização de custos de produção e distribuição de Múltiplos Produtos Compostos (MPC). O problema da distribuição de Múltiplos Produtos Compostos (MPC) pode ser visto como uma extensão do problema com Múltiplos Produtos (MP) no qual produtos distintos são utilizados para formular novos compostos demandados pelo mercado. Tal formulação implica na identificação do local onde a mistura deve ser realizada bem como as respectivas quantidades envolvidas de modo a assegurar a proporcionalidade. O problema (MPC) surge pela necessidade de estabelecer uma solução eficiente para o problema da distribuição de produtos compostos por parte da indústria de transformação atuante no mercado de produção e distribuição desses produtos. Na indústria de transformação as funções e atividades de distribuição de produtos compostos tornam-se ao mesmo tempo mais complexas e relevantes, pois além dos pontos de produção distanciarem-se geograficamente dos pontos de demanda e consumo, o processo de distribuição não é realizado obrigatoriamente de um ponto de produção a um ponto de demanda, permitindo que pontos intermediários como bases de misturas, centros de concentração e distribuição sejam utilizados. As interligações possuem restrições de capacidade de tráfego e custos variados. Assim, com o objetivo de reduzir custos, tornando o produto competitivo no mercado, é que novos elementos de análise passaram a ser considerados na logística de distribuição, tendo em vista a necessidade de se encontrar respostas para questões como:

I. onde e quanto produzir de produtos compostos;

II. por onde e quanto transportar de produtos compostos;

III. onde realizar a mistura desses produtos;

IV. onde e quanto transportar de mistura até os mercados consumidores.

Tais questões remetem o problema na direção de uma reformulação no modelo linear de fluxo em rede para o problema de Múltiplos Produtos (MP).

2. MODELO DE REDE PARA O PROBLEMA DA DISTRIBUIÇÃO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS COMPOSTOS

O modelo de fluxo em redes para múltiplos produtos, tradicionalmente utilizados na otimização da logística de distribuição de vários produtos, pode ser reformulado a partir de uma tradução contextual conveniente do problema de múltiplos produtos compostos. Cada distribuidor ou terminal do sistema

logístico poderá ser representado no grafo por um super nó composto por diversos nós elementares associados aos produtos que por eles trafegam. Nestas entidades poderão ser realizadas formulações de produtos, a exemplo da mistura de produtos dos tipos A e B, em proporções definidas para cada tipo de mistura. A Figura 1 mostra que nos super nós B1 e B3 é permitido a formulação do composto, enquanto que no nó B2 somente é permitido o transbordo dos produtos. Considerando a representação lógica dos super nós (B1, B2 e B3), as restrições de conservação de fluxo, restrições de capacidade e restrições de proporcionalidade das misturas são satisfeitas. Salientamos ainda que, as restrições de proporcionalidade são colocadas sobre os arcos (AM1 e BM1) e os arcos (AM2 e BM2), foi nessa percepção que a técnica de particionamento pode ser aplicada e a rede lógica não necessitou representar o produto composto mas sim a fração dele correspondente.

A rede da Figura 1 mostra o problema da distribuição de produtos compostos utilizando dois componentes (A e B) na formulação do novo composto M. Essa rede contém três nós produtores (F1, F2 e F3), três nós de transbordo representando as bases de mistura (B1, B2 e B3) e dois nós consumidores (M3 e M4).

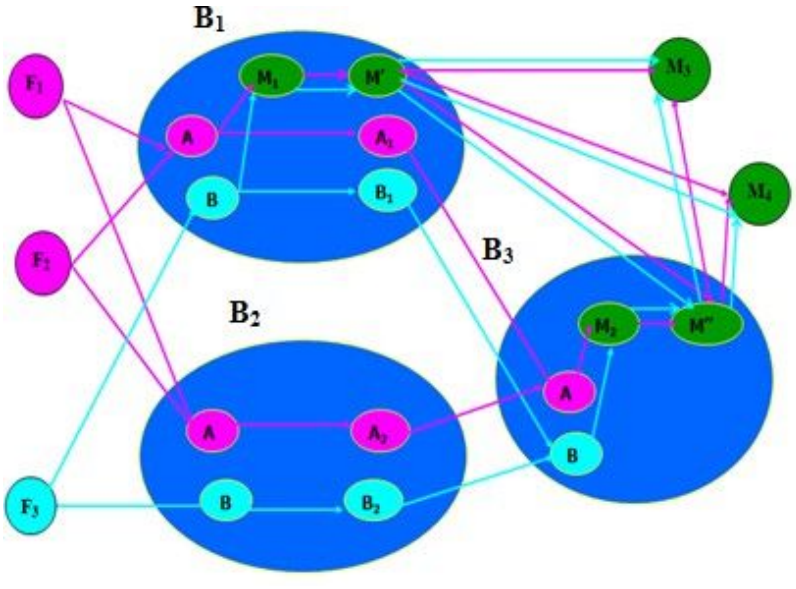


Figura1: Modelo lógico representando a distribuição de produtos compostos utilizando dois componentes (A e B) na formulação do novo composto. Nesta figura se observa o fluxo dos seguintes produtos: (a) Produto A – rosa; (b) Produto B – azul; (m) mistura (Produto A • Produto B) – verde.

Desta forma, o problema da distribuição de Múltiplos Produtos Compostos (MPC) fica caracterizado por incluir restrições de proporcionalidade nas restrições de acoplamento e a reformulação do modelo tradicional (MP) consiste basicamente na representação lógica da rede que não representa o produto composto, mas sim a fração do produto composto. A Figura 2 representa a rede completa para o fluxo do produto A, bem como sua fração de fluxo correspondente na composição da mistura. Podemos dizer que, nesse fato residiu a possibilidade da aplicação da técnica de particionamento da matriz básica, e na implementação de uma especialização do método simplex primal-dual para solucionar o problema da distribuição de múltiplos produtos compostos com particionamento primal.

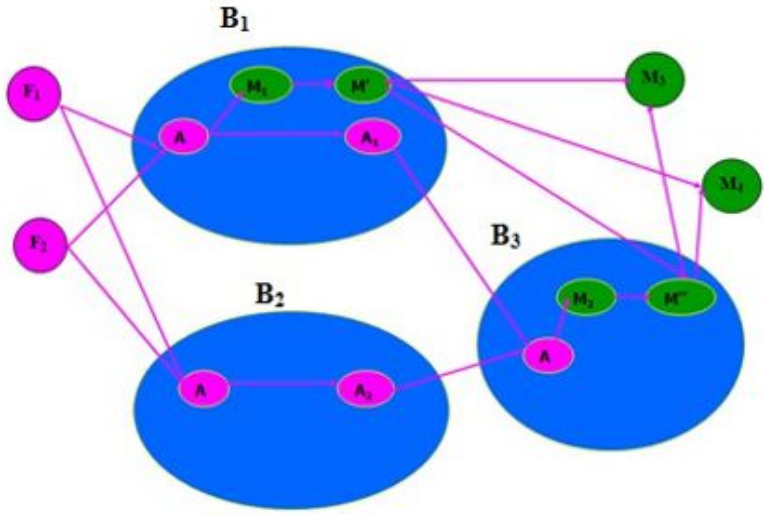


Figura 2: Modelo lógico representando a rede completa para um produto (Produto tipo A), incluído a fração correspondente do fluxo dos produtos compostos derivados (mistura Produto A • Produto B). Note-se que na Base B1 e na Base B3 é permitida a formulação do produto composto, enquanto que na Base B2 somente é permitido o transbordo dos produtos.

O modelo lógico para o problema (MPC) fica identificado pela presença de super nós contendo um conjunto de nós elementares sobre os quais se aplicam as restrições de conservação de fluxo. Aos arcos, que unem estes nós elementares, representando os fluxos de produtos, incluindo os compostos, são associadas restrições de capacidade. Restrições adicionais de acoplamento entre as diversas correntes de produtos são agregadas ao modelo para restringir as capacidades dos arcos que são compartilhados por diversos produtos, bem como para manter a proporcionalidade entre os produtos que formam o composto.

3. METODOLOGIA

O método simplex com particionamento primal para múltiplos produtos é descrito por KENNINGTON (1980) e mais tarde por CASTRO (1996) que, baseados na estratégia de dividir o conjunto de variáveis dentro de básicas, não básicas e superbásicas (ou complementares), implementam o método primal particionado.

A formulação matemática para o problema de rede para múltiplos produtos na sua forma geral é

$$MP \quad Min\ z = \sum_k c^k\ x^k \tag{1}$$

$$s.a:\ A^k x^k = r^k \quad \forall k \tag{2}$$

$$b' \le \sum_{k=1} D^k x^k \le b \tag{3}$$

$$l^k \le x^k \le u^k \quad \forall k \tag{4}$$

onde ck e xk representam o vetor de custos e de fluxo nos arcos para todos os k produtos e z o valor real da função objetivo. A matriz de incidência nó-arco associada à rede do produto k representada por Ak e o vetor de ofertas e demandas associadas a cada nó da rede para o produto k, representado por rk. As componentes dos vetores b' e b representam as capacidades mínimas e máximas associadas às restrições de acoplamento de fluxos. Estas capacidades são divididas entre os vários produtos k. Dk serve como um fator ponderado para xk em relação às limitações dessas capacidades, podendo ser expresso em unidades diferentes a partir da utilização de xk. As capacidades mínima e máxima para os arcos da rede representadas por lk e uk. Considera-se sempre, para todo produto k, a quantidade de oferta e demandas iguais.

Pela adição de variáveis artificiais e de folgas (s) ao problema formulado anteriormente obtém-se um problema com restrições de igualdade, da seguinte forma:

$$MP \qquad Min\ z = \sum_k c^k\ x^k$$

$$s.a. \quad Ax^k + e^l_{a_k} = r^k \quad \forall k \tag{5}$$

$$\sum_k D^k\ x^k + s = b \tag{6}$$

$$l^k \le x^k \le u^k \quad \forall k \tag{7}$$

onde, a_k é o arco enraizado e l o nó raiz para o grafo G associado ao produto k garantindo que [A^k | e^l] seja uma matriz com posto completo.

A matriz de restrição associada com (5) e (6) pode ser colocada sob a seguinte forma

$$A = \begin{bmatrix} A|e^1 & & & & & \\ & A|e^2 & & & & \\ & & \ddots & & & \\ & & & A|e^k & & \\ D^1|0 & D^2|0 & \cdots & D^k|0 & I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{A} & & & & \\ & \overline{A} & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & \overline{A} & \\ \overline{D}^1 & \overline{D}^2 & & \overline{D}^k & I \end{bmatrix}$$

Nesta matriz $\hat{A}$, pode-se obter uma base particionada com a seguinte estrutura

$$\overline{B} = \left[\begin{array}{ccc|ccc|c} R^1 & & & R^1 & & & 0 \\ & \ddots & & & \ddots & & \\ & & B^k & & & R^k & \\ \hline P^1 & \cdots & P^k & T^1 & \cdots & T^k & 0 \\ S^1 & \cdots & S^k & U^1 & \cdots & U^k & I \end{array}\right] = \left[\begin{array}{c|c} B & C \\ \hline D & F \end{array}\right]$$

A demonstração para obter $\overline{B}$ pode ser encontrada em [Ken80].

Proposição1

Se $\overline{B}$ é inversível, então $\overline{B}^{-1}$ será dada por:

$$\overline{B}^{-1} = \left[\begin{array}{c|c} B^{-1} + B^{-1}CY^{-1}DB^{-1} & -B^{-1}CY^{-1} \\ \hline -Y^{-1}DB^{-1} & Y^{-1} \end{array}\right]$$

onde $Y = F - DB^{-1}C$, ou ainda

$$Y = \left[\begin{array}{ccc|c} T^1 - P^1(B^1)^{-1}R^1 & T^2 - P^2(B^2)^{-1}R^2 & \cdots\ T^k - P^K(B^K)^{-1}R^K & 0 \\ \hline U - S(B)R & U - S(B)R & \cdots\ U - S(B)R & I \end{array}\right] = \left[\begin{array}{c|c} Q & 0 \\ \hline W & I \end{array}\right]$$

A matriz Q é denominada matriz ciclo ou (matriz de trabalho), pois ciclos são gerados na árvore básica. Mais especificamente, quando se refere à matriz ciclo, refere-se à matriz Q, que gera ciclos na árvore básica a partir dos arcos superbásicos, cujos arcos correspondem às restrições ativas de acoplamento.

Para resolver o algoritmo simplex especializado com particionamento primal para o problema MP, é necessário que sejam resolvidos os sistemas que determinam as variáveis duais e a atualização da coluna. Entretanto, é visto a seguir que, os sistemas de equações são reduzidos pelos fatores da matriz de trabalho Q ao invés da base B e pelo procedimento de atualização dos fatores dessa matriz a cada iteração.

Através de resultados algébricos encontrados em MACHADO (2005) obtém-se a matriz B• • necessária para resolução dos sistemas que determinam as variáveis duais e a atualizações da coluna não básica candidata a entrar na base.

$$\overline{B}^{-1} = \left[\begin{array}{ccc|c} (B^1)^{-1} + (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^K)^{-1} + (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^K)^{-1} R^K Q^{-1} \\ \hline -Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & -Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & Q^{-1} \\ VQ^{-1} P^1 (B^1)^{-1} - S^1 (B^1)^{-1} & \cdots & VQ^{-1} P^K (B^K)^{-1} - S^K (B^K)^{-1} & -VQ^{-1} \end{array}\right] \quad (9)$$

A estrutura base $\overline{B}$ pode ser utilizada eficiente para calcular as variáveis duais $\pi = c_B (\overline{B})^{-1}$, obtendo-se assim, a solução para o primeiro sistema que resolver o simplex particionado.

$$\left[\pi^1 \mid \pi^2 \mid \pi^3\right] = \left[c_B^1 \mid c_B^2 \mid 0\right] \left[\begin{array}{ccc|c} (B^1)^{-1} + (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^K)^{-1} + (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^K)^{-1} R^K Q^{-1} \\ \hline -Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & -Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & Q^{-1} \\ VQ^{-1} P^1 (B^1)^{-1} - S^1 (B^1)^{-1} & \cdots & VQ^{-1} P^K (B^K)^{-1} - S^K (B^K)^{-1} & -VQ^{-1} \end{array}\right] \begin{array}{c} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \hline 0 \\ I \end{array}$$

Para solucionar o sistema acima as partições c_B^1 e c_B^2 que representam os custos para os arcos básicos passam a ser denotadas por:

$c_B^1 = \left[c_B^{11} \quad c_B^{12} \quad \cdots \quad c_B^{1K}\right] \forall k$, indicando os custos associados aos arcos básicos,

$c_B^2 = \left[c_B^{21} \quad c_B^{22} \quad \cdots \quad c_B^{2K}\right] \forall k$, indicando os custos associados aos arcos complementares.

Resolvendo o sistema por substituição tem-se

$$\pi^3 = 0$$

$$\pi^2 = \left[-c_B^{11}(B^1)^{-1}\overline{R}^1 Q^{-1} \quad \cdots \quad -c_B^{1K}(B^K)^{-1} R^K Q^{-1}\right] + \left[c_B^{21} Q^{-1} \quad \cdots \quad c_B^{2K} Q^{-1}\right]$$

$$= \left[c_B^{21} - c_B^{11}(B^1)^{-1} R^1 \quad \cdots \quad c_B^{2K} - c_B^{1K}(B^K)^{-1} R^K\right] Q^{-1} \quad (10)$$

$$\left[c_B^{11}(B^1)^{-1} - \left[c_B^{21} - c_B^{11}(B^1)^{-1} R^1 \quad \cdots \quad c_{B=B}^{2K} - c_B^{1K}(B^K)^{-1} R^K\right] \quad Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} \cdots c_B^{1K}(B^K)^{-1} + \right.$$

Na expressão acima, substituindo (10) tem-se:

$$\pi^1 = \left[c_B^{11}(B^1)^{-1} - \pi^2 P^1 (B^1)^{-1} \quad \cdots \quad c_B^{1K}(B^K)^{-1} - \pi^2 P^K (B^K)^{-1}\right]$$

$$\pi^1 = \left\{\begin{array}{l} \pi^{11} = (c_B^{11} - \pi^2 P^1)(B^1)^{-1} \\ \vdots \\ \pi^{1K} = (c_B^{1K} - \pi^2 P^K)(B^K)^{-1} \end{array}\right\}$$

A estrutura da base B pode também ser utilizada eficientemente para atuação de uma coluna, isto é, $y = \overline{B}^{-1}\overline{\mathbf{a}}$, onde $\mathbf{a}^{-}$; é uma coluna não básica de (5) – (6). Então, o segundo sistema que resolve o simplex participando resulta em:

$$\begin{bmatrix} y^1 \\ \overline{y} \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{ccc|c} (B^1)^{-1} + (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^1)^{-1} R^1 Q^{-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & (B^K)^{-1} + (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & -(B^K)^{-1} R^K Q^{-1} \\ \hline -Q^{-1} P^1 (B^1)^{-1} & \cdots & -Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} & Q^{-1} \\ VQ^{-1} P^1 (B^1)^{-1} - S^1 (B^1)^{-1} & \cdots & VQ^{-1} P^K (B^K)^{-1} - S^K (B^K)^{-1} & -VQ^{-1} \end{array}\right] \begin{bmatrix} 0 & \alpha^1 \\ \vdots & \vdots \\ 0 & \alpha^K \\ \hline 0 & \beta \\ I & \gamma \end{bmatrix}$$

Assim, resolvendo o sistema por substituição, obtém-se:

$$y^2 = -Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} \alpha^K + Q^{-1} \beta^K = Q^{-1} \left[\beta^K - P^K (B^K)^{-1} \alpha^K \right] \qquad (12)$$

Para obter y^1 faz-se necessária a substituição de (12) (relativo aos arcos superbásicos das restrições ativas de agregação), logo

$$\begin{aligned} y^1 &= (B^K)^{-1} \alpha^K + (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} P^K (B^K)^{-1} \alpha^K - (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} \alpha^K \\ &= (B^K)^{-1} \alpha^K - (B^K)^{-1} R^K Q^{-1} [\beta^K - P^K (B^K)^{-1} \alpha^K] \\ &= (B^K)^{-1} \alpha^K - (B^K)^{-1} R^K y^2 \end{aligned} \qquad (13)$$

Para obter y^3 faz-se necessária a substituição de (12) e (13), portanto:

$$\begin{aligned} y^3 &= VQ^{-1} P^K (B^K)^{-1} \alpha^k - S^K (B^K)^{-1} \alpha^K - VQ^{-1} \beta^K + \gamma^K \\ &= -VQ^{-1} [\beta^K - P^K (B^K)^{-1} \alpha^K] + \gamma^K - S^K (B^K)^{-1} \alpha^K \end{aligned}$$

que, pode ser reescrita sob a forma

$$y^3 = -Vy^2 + \gamma^K - S^K (B^K)^{-1} \alpha^K \qquad (14)$$

Cabe salientar que, a forma produto da inversa é utilizada no processo da inversão da matriz ciclo Q. A utilização da forma produto é indicada devido à grande esparsidade dessa matriz podendo armazená-la em forma de listas através da memorização dos elementos não nulos. A técnica de inversão da matriz é detalhada em MAYERLE (1984) e ORCHARD-HAYS (1968).

Através das expressões (10)-(14) que envolvem a inversa da matriz ciclo *Q*, o algoritmo abaixo pode ser enunciado.

ALGORITMO *Algoritmo Simplex Primal Particionado para o problema MP*

P1. Uma solução básica viável $[x^B x^N]$ com uma base inicial assumindo a forma $\overline{B}$ (com pastições $R^1,\ldots, R^k$ vazias) e colunas não básicas N deve ser obtida. Arco raiz deve ser adionado $Ax^k = r^k$ a e váriaveis de folgas devem ser adcionadas a $\sum_k D^k x^k \leq b$ afim de obter uma solução inicial viavel. Os passos do algoritmo particionado são dados a seguir:

P2. *Determinação da variável candidata a entrar na base*

Para verificar a otimalidade de uma solução básica corrente, definem-se dois conjuntos de índices:

$$\Psi_1 = \left\{ i | x_i^N = l_i^N \quad e \quad c^B \overline{B}^{-1} N(i) - c_i^N > 0 \right\}$$
$$\Psi_2 = \left\{ i | x_i^N = u_i^N \quad e \quad c^B \overline{B}^{-1} N(i) - c_i^N < 0 \right\}$$

Se $\Psi_1 \cup \Psi_2 = \varnothing$, o algoritmo termina com a solução ótima. Caso contrario, seleciona-se uma variável de índice $i \in \Psi_1 \cup \Psi_2$ para entrar na base. Se $i \in \Psi_1$, a variável deverá ser aumenta; $i \in \Psi_2$, x_i^N deverá ser reduzida.

$$\begin{cases} 1, \text{ se } k \in \Psi_1 \\ -1, \text{ se } k \in \Psi_2 \end{cases}$$

No cálculo de $c^B \overline{B}^{-1} N(i) - c_i^N$ determina-se $\pi = c^B \overline{B}^{-1}$. Utilizando π obtém-se Para o $\pi N(i) - c^N$ problema de múltiplos produtos MP, π é particionado em $[\pi^{11},\ldots,\pi^{1k} \; \pi^2 \; \pi^3]$ onde $\pi 3 = 0$. Utiliza-se (10) para obter $\pi 2$ e (11) para obter $\pi^1 = [\pi^{11},\ldots,\pi^{1k}]$.

P3. *Teste de razão para determinação da variável candidata a sair da base*

No método simplex, para garantir a manutenção da viabilidade da solução, calcula-se, para uma variável x_k candidata a entrar na base, o vetor auxiliar $\overline{B}^{-1} N(k)$ para realizar o seguinte teste de razão:

$$\Delta_1 \leftarrow \min_{\sigma(y_j)=\delta} \left\{ \frac{x_j^B - l_j^B}{|y_j|}, \infty \right\}$$

$$\Delta_2 \leftarrow \min_{-\sigma(y_j)=\delta} \left\{ \frac{u_j^B - x_j^B}{|y_j|}, \infty \right\}$$

$$\Delta \leftarrow \min\{ \Delta_1, \Delta_2, u_k^N - l_k^N \}$$

Calcula-se (12) para obter $y^2 = [y^{21}, \ldots, y^{2k}]$. Em seguida, calcula-se (13) para obter $y^1 = [y^{11}, \ldots, y^{1k}]$ e finalmente (14) para obter y^3.

P4. *Atualização dos Fluxos*

A variação a ser realizada na variável não básica escolhida determina uma nova solução para o problema, e que no caso de $\Delta > 0$ (solução não degenerada), é melhor que a solução anteriormente conhecida. Portanto, faz-se:

$x_k^N \leftarrow x_k^N + \Delta\delta$, para a variável do produto k candidata a entrar na base. Na atualização das variáveis básicas em relação a cada produto k, faz-se $x^B \leftarrow x^B - \Delta\delta y$. Se $\Delta = u_k^N - l_k^N$, retorna-se para determinar uma nova variável candidata a entrar na base. Em caso contrário, segue-se com o pivoteamento.

P5. *Pivoteamento*

Para efetuar a operação de pivoteamento faz-se:

$$\Psi_3 = \{ j \mid \sigma(y_j) = \delta \ e \ x_j^B = 0 \}$$

e $$\Psi_4 = \{ j \mid -\sigma(y_j) = \delta \ e \ x_j^B = u_j^B \}$$

No entanto, a estratégia adotada na resolução dos problemas com múltiplos produtos compostos é dividida em dois estágios. E o método dual é aplicado somente no segundo estágio, a partir do momento em que as restrições de acoplamento são inseridas ao problema. O algoritmo simplex dual surge da necessidade de buscar a solução ótima para o problema de múltiplos produtos a partir da solução ótima de cada um dos problemas mono-produto. Em muitas situações práticas é importante ser capaz de encontrar a nova solução ótima sem o esforço computacional de resolver o problema a partir do ponto inicial em decorrência de modificações nas restrições de acoplamento. Além do mais,

dividir o processo para encontrar o ponto inicial viável em dois estágios tem provado ser muito eficiente em um número de iterações com relação ao método que inicia a partir de um ponto dado considerando o total de inviabilidades para todas as restrições.

Inicialmente, procura-se encontrar um ponto inicial viável onde o algoritmo considera somente as restrições de rede e restrições de limites para as variáveis do problema. Nesse estágio não são consideradas as restrições de capacidade de formulação dos produtos compostos nos super nós de produção e as restrições que agregam fluxos de um mesmo produto ou de diferentes produtos. Tenta-se obter para cada produto *k*, um ponto inicial viável para o problema linear de rede.

Ao resolver de forma desacoplada cada um dos problemas monoproduto, define-se na solução ótima de cada rede uma partição dos arcos em conformidade com as variáveis básicas e não básicas. Caso esta solução satisfaça as restrições de agregação de fluxo, onde poderão estar incluídas as restrições de proporcionalidade associadas aos produtos compostos, ter-se-á obtida a solução ótima do problema, ou seja, a solução ótima do problema original satisfaz as restrições de acoplamento com folgas positivas. Então esta é a solução ótima para o problema com restrições de acoplamento. Entretanto, em geral, a substituição das variáveis estruturais básicas e não básicas nas restrições de acoplamento não satisfazem a condição para as variáveis de folga si • 0. Existem valores de folgas negativos e os custos reduzidos, depois de inseridas restrições de acoplamento, satisfazem a regra de parada para o simplex com particionamento primal. A iteração dual é realizada para solucionar, via método dual, um problema particionado primal cuja base inicial viável não é disponível.

A iteração dual é descrita com detalhes em MACHADO (2005), para o problema particionado. Os resultados algébricos mostram como são obtidas as résimas linhas da matriz particionada $(\overline{B})^{-1}$ depois de inseridas as restrições de capacidade agregada que em geral conduzem a uma solução inviável do ponto de vista primal.

Devido à grande esparsidade da matriz inversa ciclo e a maneira eficiente de obtê-la é que a determinação de $\mathbf{e}_r(\overline{B})^{-1}\mathbf{a}_j$ torna-se possível, de modo a permitir a restauração da viabilidade através de iteração duais. Além do mais, computar $\mathbf{e}_r(B)^{-1}$ (*r-ésima* linha de $(\overline{B})^{-1}$) é tarefa não muito fácil sob o ponto de vista computacional, no entanto computar $\mathbf{e}_r(\overline{B})^{-1}\mathbf{a}_j$, é realizado de modo convenientemente simples, através de inspeção no grafo.

4. TESTES NUMÉRICOS E CONCLUSÕES

O algoritmo descrito foi implementado em Delphi 7.0. Todos os testes foram realizados em um computador com processador AMD Athlon XP 2000 contendo 758 Mbytes de memória principal.

A fim de avaliar as potencialidades do algoritmo são apresentados na tabela I os resultados de alguns problemas utilizados para testes. Foram elaborados e resolvidos com êxito problemas contendo até 370.000 variáveis e 200.000 restrições. Na referida tabela consta tempo de CPU no primeiro e segundo estágio do algoritmo. Cabe salientar que no tempo de processamento da primeira fase do algoritmo está incluído o tempo de leitura e montagem da rede e na segunda fase o tempo de inserção das restrições de acoplamento.

Nós	Arcos	Total de Variáveis	Total de Restrições	Tempo de processamento (1ª fase)	Total de Iterações (1ª fase)	Tempo de processamento (2ª fase)	Total de Iterações (2ª fase)	Total de Iterações
746	1.417	7.085	4.401	00:00:00.063	65	00:00:00.531	37	102
10.870	25.780	128.900	69.260	00:01:32	845	00:02:57	439	1.284
12.469	28.976	144.880	78.852	00:01:48	2.081	00:07:58	1.264	3.335
31.184	74.448	372.240	199.184	00:02:30	684	00:03:01	80	764

Tabela I - Tempo de CPU para os dois estágios do Algoritmo

Como pode ser observado, através da tabela acima, o número de iterações na segunda fase do algoritmo é menor quando comparado com a primeira fase. No entanto, o tempo de processamento se torna maior na segunda fase do algoritmo, devido à inclusão das restrições de acoplamento. O peso computacional exigido pela correção das inviabilidades através das iterações duais, bem como as operações de pivoteamento que se fazem necessárias na resolução de problemas de múltiplos produtos na segunda fase do algoritmo torna-se maior quando comparado com a primeira fase.

É importante salientar que as restrições de capacidade agregada atribuída aos problemas testes na avaliação do algoritmo são baseadas em sistemas de distribuição nos quais, em geral, as capacidades da maioria dos arcos são irrelevantes. Nestes casos, apenas uma parcela muito pequena em relação ao número total de arcos é considerada capacitada.

Os dois primeiros resultados correspondem a problemas com distribuição de produtos compostos, sendo que em 16 super nós de transbordo são permitidas formulações de produtos compostos. Foram atribuídas restrições de capacidade máxima de formulação do composto em dois super nós de transbordo, considerando como infinita a capacidade de formulação do composto nos 14 super nós restantes. O número de restrições de proporcionalidade é relativo a quantidade de componentes

participantes na formulação do produto composto. Com relação ao primeiro resultado foram considerados dois componentes para formulação do composto e no segundo resultado foram considerados quatro componentes para obtenção da mistura. Os dois últimos resultados não consideram formulações de produtos compostos e, portanto, não existe a presença de restrições de proporcionalidade; apenas restrições de capacidade agregada. Dessa forma, a avaliação do algoritmo, quanto à eficiência computacional, a partir de um desenvolvimento teórico baseado num método exato que utiliza um particionamento da base mostrou ser eficiente quando aplicado a problemas de médio e grande porte. Os testes indicaram que o algoritmo desenvolvido é adequado. Pode-se dizer que sua eficiência computacional fica vinculada: à formulação do novo modelo de fluxo em rede ao problema da distribuição de produtos compostos; a utilização de um método simplex primal-dual, especializado para problemas de fluxo em rede.

O trabalho apresentado não esgota o estudo sobre o método de particionamento aplicado a distribuição de produtos compostos. Os resultados obtidos até aqui são encorajadores, ainda serão investigadas no futuro a avaliação do comportamento do algoritmo com relação à carga tributária imposta. Tributos dos mais variados tipos e formas de incidência podem fazer que a estratégia logística seja totalmente modificada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, J. NABONA, N. An Implementation of Linear and Nonlinear Multicommodity Network Flows. European Journal of Operational Research, vol. 92, pp.37-53,1996.

KENNINGTON, J. Solving Multicommodity Transportation Problems Using Primal Partitioning Simplex Technique. Naval Research Logistics Quartely, vol. 24, p.309-325, 1977.

KENNINGTON, J. L. HELGASON, R.V. Algorithm for Network Programming. New York: John Willey & Sons, 1980.

MACHADO, C.M.S. Um Modelo de Fluxo em Rede para Solução de Problemas de Distribuição de Produtos Compostos. Tese de Doutorado. UFSC, 2005.

MAYERLE, S.F. Programação Linear com Trocas Múltiplas de Base (Implementação de um Sistema Computacional usando FPI), Dissertação de Mestrado, UFSC, 1984.

ORCHARD-HAYS, W. Advanced Linear-Programming Computing Techniques. McGraw-Hill, New York, 1968.

Capítulo 8

APRIMORAMENTO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR) INTEGRADA AO DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PREVENÇÃO DE RISCOS EM PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA APRI EM UMA OBRA DE SANEAMENTO NO PROCESSO DE ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO ADUTORA DE ÁGUA

Arthur Ribeiro Torrecilhas (Arthurribeirotorrecilhas@gmail.com)
Marcio Ronald Sella (sellamr@hotmail.com)
Flávio Augusto Carraro (flavio.carraro@hotmail.com)
Juliana Alberton Frias (juliana.frias@hotmail.com)

Resumo: Este trabalho tem como principal objetivo analisar e avaliar os riscos nas atividades e processos desenvolvidos em uma obra da construção civil voltada para a área de saneamento, por meio do melhoramento da Análise Preliminar de Risco (APR) integrada com o Diagrama de Ishikawa, buscando reduzir a subjetividade da técnica APR, além de identificar e caracterizar os riscos existentes nas atividades exercidas pelos trabalhadores, a probabilidade de suas ocorrências, o nível e a intensidade dos riscos, e ainda, dispor das recomendações necessárias para cada risco observado. Embasando a revisão bibliográfica, são apresentados os assuntos pertinentes ao gerenciamento de riscos com olhar voltado à Análise Preliminar de Riscos. A pesquisa se caracterizou por ser exploratória, descritiva e avaliativa. Foram realizados acompanhamentos diários em todas as etapas do processo executivo das atividades exploradas, em busca da realização da identificação dos riscos a serem analisados para constituição da APRi (Diagrama de Ishikawa integrado à APR). Um fluxograma foi criado para melhor entendimento do processo e das atividades, contendo a descrição dos processos e máquinas utilizadas pelos trabalhadores. Baseando-se nos resultados da APRi, observou-se a incidência de riscos físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes, dentre estes trinta e cinco não toleráveis, com maior probabilidade de risco nos aspectos método e meio ambiente, sendo necessário

intervenção imediata. Assim, fica evidente a importância da identificação dos riscos existentes nas atividades observadas, bem como as medidas de proteção necessárias para mitigação ou até mesmo extinção dos riscos no ambiente de trabalho, melhorando a segurança, qualidade de vida do trabalhador e, de forma consequente, a produtividade.

Palavra Chave: Diagrama de Ishikawa; Gerenciamento de risco; Gestão na construção civil; segurança do trabalho.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico é necessário para o desenvolvimento da população. Sua implantação e aprimoramento contínuo resultam em melhoria na saúde e na qualidade de vida. Levando em consideração que o progresso humano deve ser constante, e que redes de esgoto e redes de abastecimento de água devem receber manutenções e ampliações dentro dos planos desenvolvidos por cada governo, tem-se, como premissa, que obras de engenharia são necessárias constantemente. Dessa maneira, sendo a indústria da construção civil um dos setores que mais emprega trabalhadores de forma direta e indireta, e ainda, um dos setores de maior índice de acidentes do trabalho, fica evidente a necessidade de otimização nos processos de execução com foco no gerenciamento de riscos, alinhando o controle de qualidade do produto final às etapas do processo produtivo.

Ao se tratar da segurança do trabalhador, não se pode deixar desassociado as condições inseguras, sendo necessário que todas as atividades sejam analisadas de maneira sistemática, para que sejam evitados futuros acidentes no trabalho. Assim, a Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma ferramenta que pode auxiliar na detecção e prevenção de potenciais riscos no ambiente de trabalho. Segundo Jeronimo et al. (2013), a APR, trata-se de uma metodologia indutiva, estruturada em observações das condições ambientais e atividades realizadas pelos trabalhadores, tendo como objetivo analisar as formas em que os componentes do processo podem operar fora de controle e de maneira inesperada, elencando para cada situação, as causas, formas de detecção e possíveis consequências geradas. Vale ressaltar que a APR também pode ser empregada como ferramenta de melhoria continua possibilitando avaliar periodicamente os riscos do processo, até mesmo aqueles não observados anteriormente.

Por se tratar de uma metodologia qualitativa, em processos complexos a APR pode se tornar subjetiva, pormenorizando ou não considerando possíveis cenários de riscos no ambiente laboral. Desta forma, buscando elevar a confiabilidade na aplicação desta ferramenta, realizou-se a integração da APR à ferramenta conhecida como Diagrama de Ishikawa.

O objetivo deste artigo é aprimorar a ferramenta APR, reduzindo sua subjetividade e oferecendo uma maior aplicabilidade como um instrumento eficaz na gestão de riscos. Além de avaliar as deficiências da saúde e segurança dos trabalhadores nas atividades da construção civil, com foco na área de grandes obras de saneamento, analisando tarefas como escavação de valas, assentamento de tubulações em ferro dúctil e operações complexas com grandes maquinários. Com o intuito de identificar, analisar, mitigar, evitar e/ou eliminar os riscos do ambiente laboral, garantindo o melhor

controle das variáveis de um processo, possibilitando aumento na qualidade final do produto, maior segurança para a empresa e qualidade de vida para os trabalhadores.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 A ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

A APR trata de um método qualitativo de análise de risco, apresentando-se extremamente eficaz na identificação de possíveis riscos para diferentes cenários estudados. Ainda, por meio desta técnica, torna-se eficiente a tomada de decisões com o intuito de se evitar e/ou mitigar eventuais acidentes e falhas no decorrer de uma atividade ou processo (YAN; XU, 2019; HFAIEDH et al., 2017; REZAIAN; JOZI; ZAREDAR, 2016).

A ferramenta APR possui uma ampla aplicabilidade. Hfaiedh et al. (2017) utilizaram a APR para detectar erros médicos no processo de administração de medicamentos intravenosos em bebês e crianças, em um hospital pediátrico, analisando os eventos de riscos, considerando erros humanos, ambientais, logísticos, higiênicos, entre outros. Com base no plano de risco desenvolvido, foram observadas 17 situações críticas em 69 cenários de risco, e, com o desenvolvimento e aplicação do plano de respostas aos riscos, a probabilidade de ocorrência de falhas criticas foi reduzida de 17% para 0%. Monforte, Oliveira e Rocha (2015) empregaram diferentes metodologias de analise de riscos, incluindo a APR para analisar o processo de solda em um estaleiro localizado no Rio de Janeiro, Brasil, os autores concluíram que a ferramenta apresentou resultados satisfatórios quanto a identificação de possíveis riscos na atividade estudada.

Entretanto, a APR tradicional, por se tratar de um método qualitativo, é avaliada por meio da aleatoriedade e imprecisão, podendo levar facilmente a uma avaliação subjetiva (ZHAO; ZHAO; TIAN, 2009, QU; WANG; ZUO, 2014; YAN; XU, 2019). Ainda, Monforte, Oliveira e Rocha (2015) reforçam que esta metodologia só pode ser executada com o auxilio de uma equipe multidisciplinar, para que as anomalias estudadas passem por diferentes olhares e abordagens, sendo esta equipe composta por um engenheiro de saúde e segurança, pelo coordenador de operações do objeto de análise, técnico de saúde e segurança e profissional da área em estudo. Os autores também destacam que a perícia e o domínio no produto ou processo são um fator limitante para a APR.

Em atividades ou processos com alto nível de complexidade pode vir a ocorrer a falta de idealização de possíveis cenários de falhas, impossibilitando que uma maior eficiência no gerenciamento de risco

possa ser alcançada por conta do conjunto incompleto de prováveis riscos (BAYBUTT, 2018). A integridade e confiabilidade da APR é de grande importância para a prevenção de acidentes.

Baybutt, (2018) relata que a identificação de conjuntos completos de cenários de riscos é limitada por diversos fatores como, por exemplo, a usual metodologia aplicada na APR, o erro humano dos gestores que executam a análise de risco e subestimação dos possíveis riscos proporcionando a má qualidade do controle da gestão.

Dessa maneira, é necessário a adaptação da metodologia APR para que sejam identificados o máximo de cenários de falhas possíveis. Pode-se considerar como uma alternativa viável a integração de uma ou mais técnicas durante a análise. Fato esse que pode ser confirmado pelos estudos de Monforte, Oliveira e Rocha (2015), onde os autores aplicaram diferentes técnicas, como por exemplo a APR, o Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) e o Fault Tree Analysis (FTA), possibilitando o melhor entendimento dos processos, a identificação dos riscos críticos, seus efeitos e ações necessárias para minimizar e/ou extinguir as falhas do processo.

Outra ferramenta de gerenciamento, consolida e muito utilizada por gestores do mundo todo, é o Diagrama de Ishikawa. Possibilitando identificar possíveis falhas em diferentes cenários, verificando método, materiais, mão de obra, máquina, medidas e meio ambiente (JAYAPRASAD et al., 2018; HOłA et al., 2017; VARZAKAS, 2016). A integração da ferramenta Diagrama de Ishikawa e a APR, pode auxiliar em uma eficiente identificação dos cenários de possíveis falhas.

2.3 OBRAS DE SANEAMENTO BÁSICO

Com o desenvolvimento e crescimento populacional, o país requer, cada vez mais, melhorias no sistema de saneamento básico, resultando no aumento das obras de engenharia civil neste setor. Ainda, com o passar dos anos, são necessárias duplicações dos sistemas e/ou manutenção dos mesmos, reforçando a constante necessidades dessas obras.

Por se tratar de grandes obras, em sua maioria, envolvem processos de demolições, escavações, abertura de grandes valas, assentamento de tubulações pesadas, movimentação de grandes maquinários e consequentemente elevadas possibilidades da ocorrência de acidentes. Ainda, em alguns casos, estas obras são executadas dentro de centros urbanos, onde acabam por sua vez, colocando a população local diante dos riscos inerentes ao tipo de obra em questão.

Por estas razões, o ramo da construção civil voltada para o saneamento básico, envolve diversos fatores de riscos, sejam eles financeiros, à saúde do trabalhador e dos habitantes locais e até mesmo,

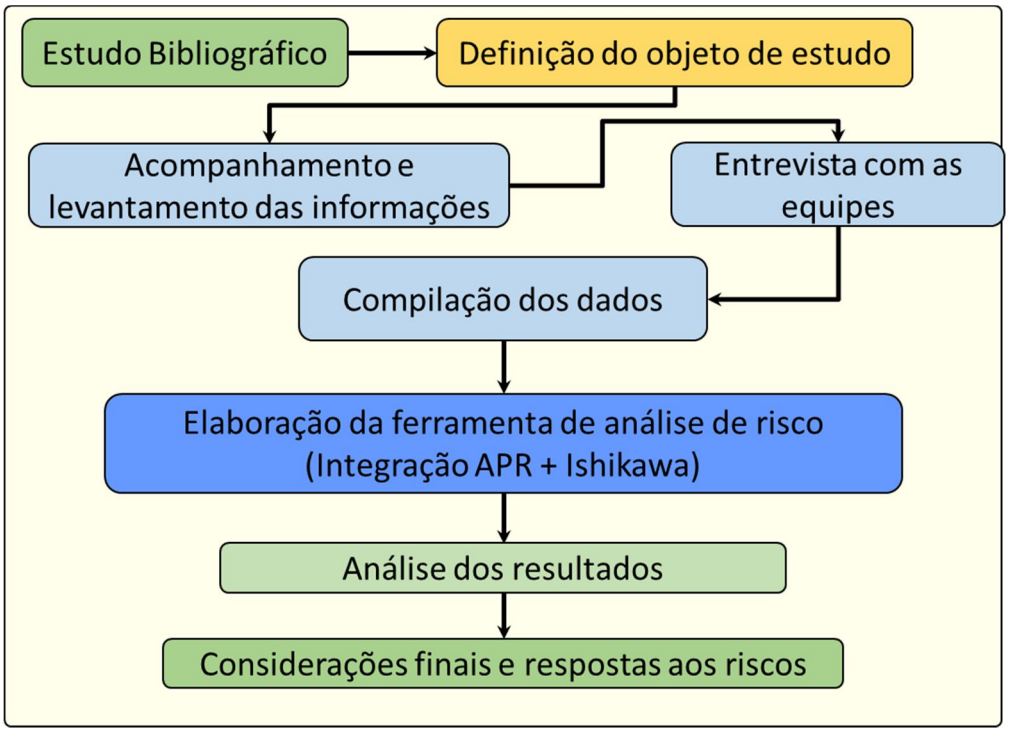
à imagem da empresa. Fatos estes que reforçam a necessidade da aplicação de técnicas de gerenciamento de riscos, evitando possíveis desgastes para os empreendimentos.

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa se descreve como exploratória, descritiva e avaliativa, pois para sua elaboração foram exigidos aspectos como, conhecer o local do objeto de estudo, análise e registro das etapas do processo de produção, para somente assim, ser possível executar a gestão dos riscos das atividades analisadas.

Considerando o cenário apresentado, este trabalho foi desenvolvido com foco na saúde dos trabalhadores em decorrência de suas atividades executadas no processo de assentamento de tubulações de Ferro Dúctil (FD) com diâmetro nominal (DN) de 800 mm, em uma rede de abastecimento de água bruta. Para tal, foram acompanhadas diversas obras envolvendo o processo de assentamento de tubulação. O fluxograma contendo as etapas para conclusão desta pesquisa, é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas para elaboração da pesquisa



Fonte: os autores (2019)

Em busca de uma ferramenta de gerenciamento de riscos mais eficiente, que fosse capaz de evitar a ausência de cenários de falhas, optou-se pela integração de duas metodologias, a APR e a metodologia de Ishikawa, que para fins didáticos, essa união será denominada de APRi.

3.1 ACOMPANHAMENTO, LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES E ENTREVISTA COM AS EQUIPES

As atividades foram acompanhadas desde o inicio do processo até sua conclusão, com realização de levantamento fotográfico das atividades. Em paralelo, foram realizados os diagnósticos do local em busca da caracterização dos riscos intrínsecos às atividades executadas, procurando analisar os processos produtivos, o ambiente de trabalho, o modo de execução das tarefas, buscando sempre não interferir nas mesmas. Por último, foram realizadas duas reuniões com os funcionários participantes no processo, uma em coletivo, onde descreveram os acidentes e quase acidentes já observados no decorrer de suas atividades relacionadas ao objeto de estudo, e a outra de maneira individual, com os funcionários que desejavam compartilhar suas experiencias de maneira privada. Estas etapas foram de fundamental importância para o levantamento de informações e elaboração da APRi.

3.2 ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE RISCO APRI

Para elaboração da APRi foi empregado os conceitos da APR, onde por meio de tabelas, são estabelecidos valores para diferentes níveis de probabilidade e severidade. A multiplicação destes tem como resultado o valor para avaliação do risco, determinando se é considerado um risco tolerável (T), moderado (M), ou não tolerável (NT). Tais tabelas são apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, e foram desenvolvidas com base nos trabalhos de França, Toze e Quelhas (2008); Qu, Wang e Zuo (2014); Monforte, Oliveira e Rocha (2015); Rezaian, Jozi e Zaredar (2016); e Lee e Park (2017).

Figura 2 – Categoria dos riscos quanto a probabilidade

	Categoria	Denominação	Descrição	Critério
Probabilidade	1	Extremamente remota	As chances de ocorrer algum dano são extremamente baixas	1 vez a cada 2 anos
	2	Remota	Existe a probabilidade mínima de ocorrer algum dano	1 vez a cada 1 ano
	3	Improvável	Existe a probabilidade moderada de ocorrer algum dano	1 vez a cada 6 meses
	4	Provável	Existe a probabilidade elevada de ocorrer algum dano	1 vez a cada 3 meses
	5	Frequente	Certamente irá ocorrer algum dano	1 vez ao mês

Fonte: os autores (2019)

Figura 3 – Categoria dos riscos quanto a severidade

Severidade	Categoria	Denominação	Descrição	Critério Econômico
	1	Leve	Acidentes não geradores de lesões (tropeços, arranhões, colisões leves, batidas leves, etc.)	Menos que R$500,00
	2	Moderada	Acidentes onde necessita do afastamento, entretanto não ocorreram lesões incapacitantes (cortes pequenos, torções leves, indisposição)	R$500,00 a R$5.000,00
	3	Grande	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, sem perdas de membros (torções graves, fraturas, cortes profundos, infecções)	R$5.000,00 a R$15.000,00
	4	Severo	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, com perda de membros (perda de dedo, braço, perna, olho, etc.)	R$15.000,00 a R$30.000,00
	5	Catastrófico	Acidentes que causam Morte ou invalidez permanente.	Maior que R$30.000,00

Fonte: os autores (2019)

Figura 4 – Matriz de risco

Probabilidade	Categoria	Denominação	Matriz de Risco				
	5	Frequente	5	10	15	20	25
	4	Provável	4	8	12	16	20
	3	Improvável	3	6	9	12	15
	2	Remota	2	4	6	8	10
	1	Extremamente remota	1	2	3	4	5
Denominação			Leve	Moderada	Grande	Severo	Catastrófico
Categoria			1	2	3	4	5
Severidade							

1 a 5	Risco Tolerável (T)
6 a 12	Risco Moderado (M)
15 a 25	Risco Não Tolerável (NT)

Fonte: os autores (2019)

Para a integração do Diagrama de Ishikawa na APR, foram considerados os conceitos: (i) método, (ii) material, (iii) mão de obra, (iv) máquina e (v) meio ambiente.

Ao analisar o conceito método, foi observada a metodologia de trabalho, levando em conta a organização das atividades e modos de execução. Quanto à análise da mão de obra, foi verificado a capacidade dos funcionários, e verificado se os mesmos apresentavam ou não domínio e conhecimento das atividades executadas. No conceito máquina, foram verificados os equipamentos e

apetrechos utilizados para elaboração das atividades, levando em conta as revisões, integridade e funcionalidade. E no quesito meio ambiente, foram observados os locais e condições em que as atividades eram executadas.

Com a integração destas duas técnicas foi possível elaborar a planilha de controle e diagnóstico dos riscos, APRi, onde são apresentadas as colunas de (i) procedimentos: referentes a atividades executadas; (ii) fonte especifica: aplicação da metodologia do Diagrama de Ishikawa para identificação dos cenários de possíveis falhas; (iii) o agente causador: referente à explicação do agente causador da falha; (iv) consequência: abordando as prováveis consequências caso o risco seja efetivo; (v) risco: enquadrando o tipo de risco no qual o trabalhador está exposto (físico, químico, biológico, de acidente e/ou ergonômico); (vi) probabilidade: valor atribuído para probabilidade do risco (Figura 2); (vii) severidade: valor atribuído para severidade do risco (Figura 3); (viii) nível de risco: identificação do nível de risco com base no resultado da multiplicação da severidade e probabilidade, e consultado pela tabela matriz de risco (Figura 4). Após a elaboração, preenchimento e análise dos dados da planilha da APRi, foram desenvolvidas as respostas aos riscos identificados, apresentando possíveis soluções e medidas para mitigação e/ou eliminação dos riscos em cada atividade executada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Durante o período de acompanhamento foram observadas as etapas do processo de assentamento da tubulação, conforme apresentadas no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma das tarefas do processo de assentamento de tubulação FD DN 800

Fonte: os autores (2019)

A princípio, em ambientes urbanizados, a equipe de segurança da empresa realizava reuniões com o órgão de trânsito do município e após a validação do plano de execução das atividades a população era comunicada do impedimento das vias por meio de rádios e jornais. Um dia antes da execução das atividades a equipe de segurança realizava as preparações para sinalização de avisos de impedimento e rotas de desvios, garantindo isolamento da área durante as movimentações de maquinários pesados, conforme observado na Figura 6.

Figura 6 – Sinalização e isolamento das vias do local da obra

Fonte: os autores (2019)

No dia seguinte as operações iniciavam logo após a verificação da sinalização, somente assim iniciavam-se as atividades. As escavadeiras realizavam a abertura de valas, onde dependendo do local e da cota de arrasamento da tubulação podia chegar até a 6 metros de profundidade. Em certas situações eram feitas escavações com a formação de taludes inclinados, evitando o desmoronamento da vala, nas circunstâncias onde não havia possibilidade de abertura de vãos muito largo era necessário a utilização de escoramento ou do uso de equipamentos de proteção coletiva, conforme observado na Figura 7.

Durante a abertura das valas, uma equipe realizava a inspeção da tubulação como por exemplo, verificação do diâmetro e tipo de tubo, inspeção dos anéis de vedação, lubrificação das juntas e ponta-bolsa com vaselina e posicionamento da cinta de içamento, conforme observado na Figura 7.

Figura 7 – Abertura de vala e preparo para içamento da tubulação

a) Abertura de vala para assentamento de tubo; **b)** Inspeção, preparo e içamento da tubulação.

Fonte: os autores (2019)

Enquanto isso, quando necessário, outro funcionário realizava o alinhamento de locação da tubulação, para garantir o correto posicionamento da peça, conforme observado na Figura 8.

Figura 8 – Locação e alinhamento da tubulação

Fonte: os autores (2019)

Subsequente, a retroescavadeira ou caminhão munck realizava o içamento da tubulação, e um funcionário a conduzia, até a vala aberta, por meio de uma corda. Quando posicionada próximo ao solo e da extremidade da tubulação já existente, outro funcionário mantinha-se de pé sobre a tubulação existente coordenando o encaixe dos dois tubos, conforme observado na Figura 9.

Figura 9 – Assentamento e içamento da tubulação

a) Tubulação com cinta de içamento; **b)** Funcionário guiando tubulação para assentamento em vala.

Fonte: os autores (2019)

Após encaixados, era necessário a inspeção no interior do tubo verificando se o encaixe havia sido executado com sucesso, caso contrário, deveria ser retirado e executado novamente.

Quando todo o trajeto, de tubulação a ser assentado, era concluído, a vala era fechada com o material retirado na abertura, compactada e finalizada com uma camada superficial de pedra rachão e graduada, formando a base para a pavimentação. Esta base era compactada novamente para recebimento da pintura de ligação, dando sequência ao recebimento do CBUQ e finalizado com a compactação asfáltica, conforme Figura 10.

No período de observação das atividades, foram identificados atos de imprudência. Um dos funcionários, que trabalhava dentro de valas profundas, se recusava ficar dentro do equipamento de proteção coletiva, a “blindagem de vala”, uma gaiola de contenção para proteção contra desmoronamento do solo (Figura 11).

Também foram identificados momentos de jornadas de trabalho exaustivas, pois algumas atividades precisavam ser concluídas no menor tempo possível, dessa maneira, os funcionários trabalhavam mais de 8 horas seguidas, com pequenas pausas para refeições, e ainda, algumas vezes, sob condições climáticas ruins como chuva, frio, vento e pouca iluminação, conforme observado na Figura 12.

Figura 10 – Fechamento de vala e pavimentação

a) Fechamento de vala e recebimento de material base para pavimentação; **b)** Compactação de material base com compactador hidropneumático acoplado em retroescavadeira; **c)** Aplicação de CBUQ; **d)** Regularização do CBUQ; **e)** Rolo compressor asfáltico; **f)** Pavimentação concluída.

Fonte: os autores (2019)

Figura 11 – Funcionário dentro da “blindagem de vala” e sem o uso da “blindagem de vala”

a) e **b)** Funcionários dentro da blindagem de contenção; **c)** Funcionários sem o uso da blindagem de contenção.

Fonte: os autores (2019)

Figura 12 – Funcionário em jornada exaustiva e condições climáticas ruins

a) Trabalhadores em ambiente com pouca iluminação, frio, chuva e jornada de trabalho exaustiva;

b) Trabalhadores em ambiente com pouca iluminação e jornada de trabalho exaustiva.

Fonte: os autores (2019)

Em um dos acompanhamentos, o solo apresentava-se saturado por conta de uma forte chuva do dia anterior. Durante a tarefa de limpeza da tubulação para recebimento de uma outra a equipe foi surpreendida por conta de um desmoronamento do solo, por sorte, nenhum funcionário se machucou (Figura 13).

Figura 13 – Desmoronamento de solo saturado

a) Ruptura por cisalhamento do solo saturado; **b)** Solo saturado desmoronado.

Fonte: os autores (2019)

Após o período de observação foram realizadas as entrevistas individuais e coletivas com os funcionários da empresa, levantando suas reclamações, experiencias profissionais, acidentes e quase acidentes já observados.

4.2 ELABORAÇÃO DA APRI

Com base no levantamento de dados foi desenvolvida a planilha da APRi e as respectivas respostas aos riscos identificados, seu resultado é apresentado pelas tabelas das Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Figura 14 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 1

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
1	Sinalização	Método	Sinalização mal executada	Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	2	1	2	T	Melhorar instruções com treinamento das equipes de segurança
			Não comunicação da população		Acidente	2	1	2	T	Realizar checklist das atividades necessárias antes do início das obras
		Material	Sinalização frágil	Podem ser removidas por fatores externos	Acidente	3	1	3	T	Reforçar qualidade dos materiais empregados; Adicionar pesos extras à sinalizações, fixando-as ao chão.
			Sinalização sem refletores	Dificuldade de visualizar a sinalização no período noturno	Acidente	3	2	6	M	Aquisição ou adaptação de sinalizações
		Mão de Obra	Falta de vigia	Roubo ou retirada da sinalização por terceiros	Acidente	4	2	8	M	Melhora no sistema de fiscalização; Disponibilização de um funcionário para controle de avarias
				Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	3	1	3	T	
		Máquina	Não identificado no período de estudo							
		Meio Ambiente	Má visibilidade da sinalização	Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	2	2	4	T	Melhorar instruções com treinamento das equipes de segurança
				Atropelamento de sinalização por veículos.	Acidente	3	1	3	T	Melhora no sistema de fiscalização; Disponibilização de um funcionário para controle do trânsito
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	

Fonte: os autores (2019)

Figura 15 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 2

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
2	Abertura de vala com retroescavadeira	Método	Elevação excessiva do braço da escavadeira próximo de redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	4	5	20	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.
			Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoronamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT	Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessários operações próximas da borda
			Uso de equipamento de forma incorreta	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	4	20	NT	Fiscalização do comportamento do operador; Fornecimento de treinamento sobre condutas irregulares e capacidades e limitações do equipamento utilizado
		Material	Não identificado no período de estudo							
		Mão de Obra	Operador não qualificado	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	1	5	5	T	Qualificar o operador; substituir por operador mais eficiente
			Operador sem condições de operar o maquinário		Acidente	1	5	5	T	Substituir o trabalhador; realização de exames médicos
		Máquina	Equipamento sem inspeção	Rompimento do pistão hidráulico, ocasionando queda de materiais ou não sustentação do peso do próprio do maquinário quando apoiado ou suportando alguma carga.	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento)
			Equipamento muito antigo		Acidente	3	4	12	M	Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular
				Vibração excessiva do equipamento	Físico	2	2	4	T	
			Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	
		Meio Ambiente	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando
			Pontos cegos do equipamento		Acidente	5	5	25	NT	
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
			Tempo chuvoso	Acidente por falta de estabilidade no equipamento por conta do barro e da tração nos pneus.	Acidente	2	4	8	M	Treinamento dos trabalhadoresTreinamento dos trabalhadores e operadores de máquinas;

Fonte: os autores (2019)

Figura 16 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 3 e 4

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
3	Inspeção de Tubulação	Método	Colocar de forma incorreta a cinta de içamento	Tubulação pode escorregar e cair	Acidente	2	4	8	M	Fornecimento de EPIs: luvas e capacetes Capacitação aos trabalhadores
			Não utilizar suportes para escoramento da tubulação (calço)	Tubulação pode rolar sobre o funcionário	Acidente	2	4	8	M	
			Empilhar a tubulação de forma incorreta		Acidente	2	5	10	M	
			Agachamento para inspeção da tubulação	Esforço da coluna	Ergonômico	5	1	5	T	
			Vaselina para lubrificação	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos.	Químico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
		Material Mão de Obra Máquina	Não identificados no período de estudo							
		Meio Ambiente	Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
			Tempo chuvoso e lamaçal	Trabalhador pode escorregar e cair	Acidente	3	1	3	T	Utilização de EPIs: Botas de segurança Treinamento dos trabalhadores
4	Alinhamento e Locação da tubulação	Método	Vala sem proteção contra desmoronamento	Soterramento do trabalhador	Acidente	5	5	25	NT	Utilização de EPCs: Blindagem de vala; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários
			Retirada do trabalhador da vala com uso de equipamentos em péssimo estado	Queda do trabalhador	Acidente	2	4	8	M	Adequação de equipamentos de elevação; Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.
		Material Mão de Obra Máquina	Não identificados no período de estudo							
		Meio Ambiente	Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); treinamento dos trabalhadores
			Trabalho em ambiente alto	Queda do trabalhador	Físico	5	3	15	NT	Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça

Fonte: os autores (2019)

Figura 17 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 5

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
5	Assentamento de tubulação, serviço realizado dentro de valas profundas	Método	Vala sem proteção contra desmoronamento	Soterramento do trabalhador	Acidente	5	5	25	NT	Utilização de EPCs: Blindagem de vala; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários
			Trabalhar próximo dos taludes		Acidente	5	5	25	NT	
			Retirada do trabalhador da vala com uso de equipamentos em péssimo estado	Queda do trabalhador	Acidente	2	4	8	M	Adequação de equipamentos de elevação; Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.
			Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoronamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT	Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessários operações próximas da borda
			Inspeção do anel de vedação no interior da tubulação assentada	Espaço confinado, risco de desmaio	Acidente	4	4	16	NT	Utilização de EPIs: máscara de oxigênio, cinto com linha de vida, rádio comunicador, lanterna elétrica; Treinamento do trabalhador em espaços confinados; Realização de exames médicos periódicos; Checklist de conformidades antes de entrar em locais confinados
				Intoxicação por poeiras e agentes químicos	Químico	5	4	20	NT	
				Posição inadequada para execução da tarefa	Ergonômico	5	1	5	T	
				Soterramento do trabalhador	Acidente	3	5	15	NT	
			Trabalhador próximo à tubulação durante o assentamento	Esmagamento de membros	Acidente	5	4	20	NT	Utilização de EPIs: luvas e capacetes; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários
		Material	Cinta de içamento gasta, velha ou com carga superior à solicitada	Queda da tubulação no trabalhador	Acidente	3	5	15	NT	Checklist de inspeção dos materiais antes de iniciar as atividades
		Mão de Obra	Trabalhador inexperiente	Sobrecarga de atividade nos demais trabalhadores, mal comportamento dentro de valas	Ergonômico	1	4	4	T	Realização de treinamento com trabalhador.
			Trabalhador com excesso de autoconfiança	Expõem-se a si mesmo e aos outros colegas à situações de risco	Acidente	2	5	10	M	
			Permanência próxima dos maquinários e materiais em suspensão	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os maquinários	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização.
		Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.
			Permanência próxima dos trabalhadores e suspensão de materiais	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os trabalhadores	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização. Limitação do espaço de permanência dos trabalhadores
		Meio Ambiente	Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); Treinamento dos trabalhadores
				Saturação do solo, desabamento		4	5	20	NT	
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
			Trabalho em ambiente alto	Queda do trabalhador	Físico	5	3	15	NT	Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.
			Locais encharcados ou alagados	Contrair doenças respiratórias decorrente a umidade excessiva	Físico	4	1	4	T	Fornecimento de EPIs: botas de segurança, capas de chuva, toalhas para se secar.

Fonte: os autores (2019)

Figura 18 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 6

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
6	Fechamento de vala, compactação e pavimentação	Método	Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoronamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT	Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessários operações próximas da borda
		Material	Aplicação de primer (pintura de ligação)	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	4	2	8	M	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
				Queimaduras	Químico	2	2	4	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, avental, máscaras, óculos
			Aplicação do CBUQ	Temperaturas elevadas	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
				Queimaduras	Físico	1	2	2	T	
				Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
				Queimaduras	Químico	1	2	2	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, avental, máscaras, óculos
			Pó de pedra rachão e/ou graduada	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
		Mão de Obra	Operador não qualificado	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	1	5	5	T	Qualificar o operador; substituir por operador mais eficiente
			Operador sem condições de operar o maquinário		Acidente	1	5	5	T	
		Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.
			Equipamento sem inspeção	Vibração excessiva do equipamento	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento); Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular
			Rolo compressor para pavimentação		Físico	5	1	5	T	
			Equipamento muito antigo		Físico	2	2	4	T	
		Meio Ambiente	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando
			Pontos cegos do equipamento		Acidente	5	5	25	NT	
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
			Tempo chuvoso	Acidente por falta de estabilidade no equipamento por conta do barro e da tração nos pneus	Acidente	2	4	8	M	Treinamento dos trabalhadores e operadores de máquinas;

Fonte: os autores (2019)

Figura 19 – Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 7

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte especifica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco
7	Execução de tarefas com prazos curtos	método	Jornada de trabalho excessiva	Execução de manobra perigosa	Ergonômico	4	4	16	NT	Revesamento e pausas para descanso
				Falta de atenção nas atividades	Ergonômico	4	1	4	T	
				Cansaço físico e mental	Ergonômico	4	1	4	T	
		Material	Não identificado no período de estudo							
		Mão de Obra	Trabalhador inexperiente	Sobrecarga de atividade nos demais trabalhadores, mal comportamento dentro de valas	Ergonômico	1	4	4	T	Realização de treinamento com trabalhador.
			Trabalhador com excesso de autoconfiança	Expõem-se a si mesmo e aos outros colegas à situações de risco	Acidente	2	5	10	M	
			Permanência próxima dos maquinários e materiais em suspensão	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os maquinários	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização. Limitação do espaço de permanência dos trabalhadores
		Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.
			Equipamento sem inspeção	Rompimento do pistão hidráulico, ocasionando queda de materiais ou não sustentação do peso do próprio do maquinário quando apoiado ou suportando alguma carga.	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento)
			Equipamento muito antigo		Acidente	3	4	12	M	Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular
				Vibração excessiva do equipamento	Físico	2	2	4	T	
			Permanência próxima dos trabalhadores e suspensão de materiais	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os trabalhadores	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização. Limitação do espaço de permanência dos trabalhadores
		Meio Ambiente	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando
			Pontos cegos do equipamento		Acidente	5	5	25	NT	
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.
			Falta de iluminação	Risco de acidentes	Acidente	5	2	10	M	Fornecimento de iluminação por geradores de energia
			Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); treinamento dos trabalhadores
				Saturação do solo, desabamento	Acidente	4	5	20	NT	
				Vento	Físico	4	1	4	T	Fornecimento de EPIs: botas de segurança, capas de chuva, toalhas para se secar.
				Frio	Físico	4	1	4	T	
			Locais encharcados ou alagados	Contrair doenças respiratórias decorrente a umidade excessiva	Físico	4	1	4	T	
			Trabalho em ambiente alto	queda do trabalhador	Físico	5	3	15	NT	Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.

Fonte: os autores (2019)

4.3 ESTATÍSTICAS DOS RESULTADOS DA APRI

Os resultados apresentando os percentuais e quantitativos de riscos e níveis de riscos são apresentados na Figura 20.

Figura 20 – Compilação dos dados da APRi, análise dos riscos e resposta aos riscos por procedimento

Procedimento: 1

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	1	11,1	Tolerável (T)	7	77,8
Químicos	-	-	Moderado (M)	2	22,2
Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	-	-
Biológicos	-	-	Total	**9**	**100**
Acidente	8	88,9			
Total	**9**	**100**			

Procedimento: 2

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	3	21,4	Tolerável (T)	4	28,6
Químicos	-	-	Moderado (M)	4	28,6
Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	6	42,9
Biológicos	-	-	Total	**14**	**100**
Acidente	11	78,6			
Total	**14**	**100**			

Procedimento: 3

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	1	14,3	Tolerável (T)	4	57,1
Químicos	1	14,3	Moderado (M)	3	42,9
Ergonômicos	1	14,3	Não Tolerável (NT)	-	-
Biológicos	-	-	Total	**7**	**100**
Acidente	4	57,1			
Total	**7**	**100**			

Procedimento: 4

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	2	40,0	Tolerável (T)	1	20,0
Químicos	-	-	Moderado (M)	1	20,0
Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	3	60,0
Biológicos	-	-	Total	**5**	**100**
Acidente	3	60,0			
Total	**5**	**100**			

Procedimento: 5

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	4	20,0	Tolerável (T)	4	20,0
Químicos	1	5,0	Moderado (M)	3	15,0
Ergonômicos	2	10,0	Não Tolerável (NT)	13	65,0
Biológicos	-	-	Total	**20**	**100**
Acidente	13	65,0			
Total	**20**	**100**			

Procedimento: 6

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	6	31,6	Tolerável (T)	10	52,6
Químicos	5	26,3	Moderado (M)	5	26,3
Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	4	21,1
Biológicos	-	-	Total	**19**	**100**
Acidente	8	42,1			
Total	**19**	**100**			

Procedimento: 7

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	6	28,6	Tolerável (T)	7	33,3
Químicos	-	-	Moderado (M)	5	23,8
Ergonômicos	4	19,0	Não Tolerável (NT)	9	42,9
Biológicos	-	-	Total	**21**	**100**
Acidente	11	52,4			
Total	**21**	**100**			

Tabela Resumo dos Procedimentos

Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	23	24,2	Tolerável (T)	37	38,9
Químicos	7	7,4	Moderado (M)	23	24,2
Ergonômicos	7	7,4	Não Tolerável (NT)	35	36,8
Biológicos	-	-	Total	**95**	**100**
Acidente	58	61,1			
Total	**95**	**100**			

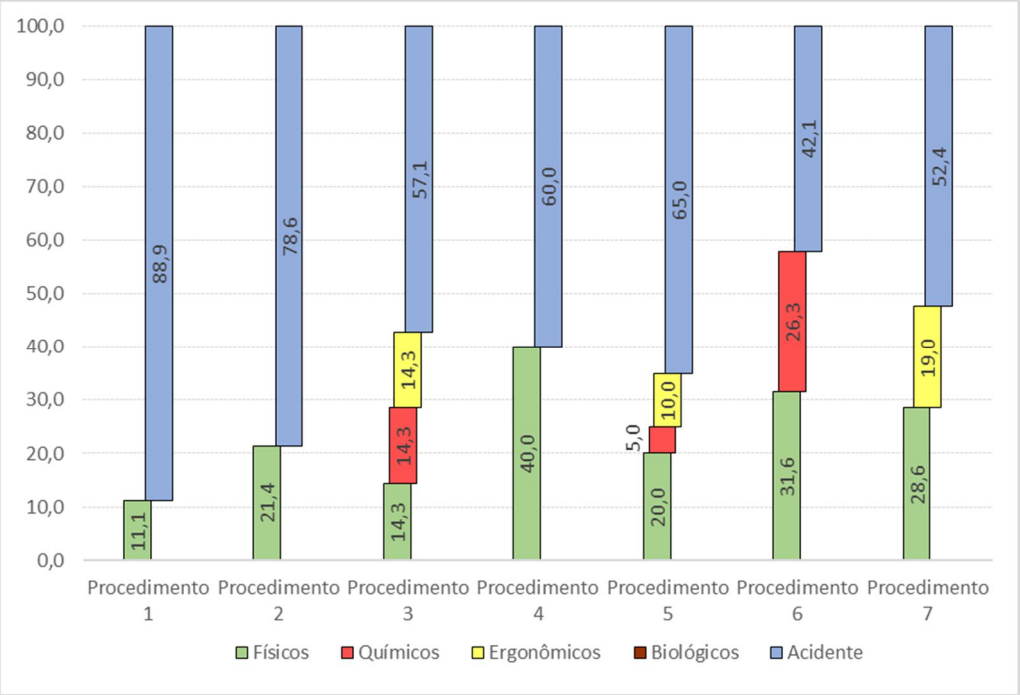
Fonte: os autores (2019)

O uso da ferramenta APRi, possibilitou a identificação de 95 cenários de risco, no processo de assentamento de tubos FD DN800, sendo 39% de riscos toleráveis, 24% moderados e 37% de riscos não toleráveis. Estes últimos sendo necessário medidas de controle imediatas.

Realizando uma verificação dos riscos por procedimentos executados (Figura 21), pode-se observar que há a predominância dos riscos do tipo Acidente, para todos os procedimentos, seguido de riscos Físicos, Químicos e Ergonômicos. Durante todo o acompanhamento das atividades, não foram

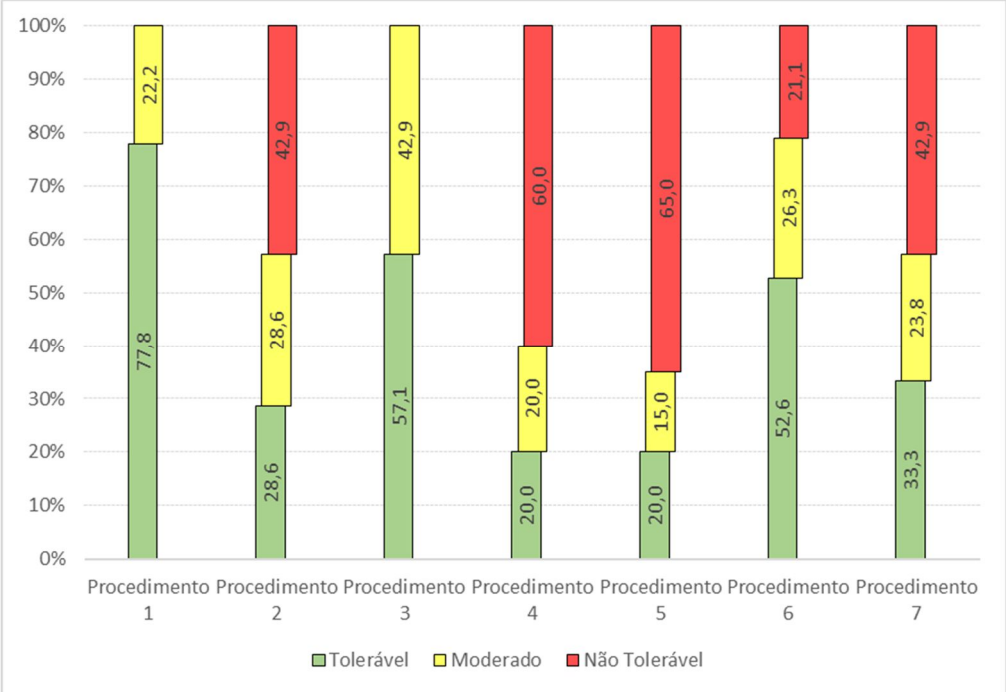
identificados riscos do tipo Biológico. Os percentuais de respostas aos riscos foram compilados e apresentados conforme Figura 22.

Figura 21 – Percentual de riscos por procedimentos executados



Fonte: os autores (2019)

Figura 22 – Percentual da classificação dos riscos por procedimentos executados



Fonte: os autores (2019)

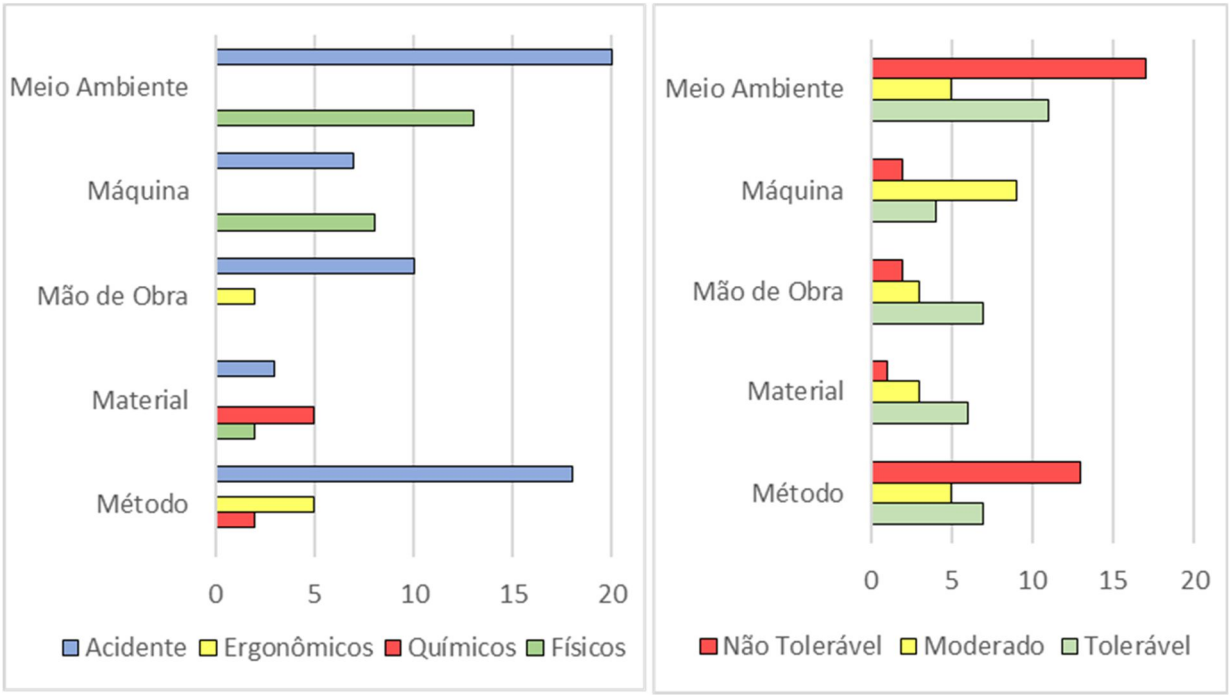
Observa-se a maior predominância de riscos não toleráveis nos procedimentos 4 e 5, que correspondem àqueles onde o trabalhador executa suas atividades próximo ou dentro de valas.

Analisando a Figura 23, onde a identificação dos riscos é isolada pela metodologia do Diagrama de Ishikawa, é possível observar que os fatores de riscos se concentram nos cenários de Método, Mão de obra e Meio ambiente. Enquanto que os níveis de risco mais críticos concentram-se no Método e Meio ambiente.

Figura 23 – Riscos e níveis de riscos em relação aos cenários baseados na metodologia do Diagrama de Ishikawa

Tabela resumo dos procedimentos					
Ishikawa	Físicos	Químicos	Ergonômicos	Biológicos	Acidente
Método	-	2	5	-	18
Material	2	5	-	-	3
Mão de Obra	-	-	2	-	10
Máquina	8	-	-	-	7
Meio Ambiente	13	-	-	-	20

Ishikawa	Tolerável	Moderado	Não Tolerável
Método	7	5	13
Material	6	3	1
Mão de Obra	7	3	2
Máquina	4	9	2
Meio Ambiente	11	5	17



Fonte: os autores (2019)

5. CONCLUSÃO

Foram identificados 95 riscos no ambienta laboral em 7 procedimentos analisados na construção civil em uma grande obra de saneamento. Dentre estes riscos 39% foram classificados como toleráveis, 24% moderados e 37% não toleráveis, sendo estes, os de maior urgência para aplicação de medidas de controle. Constatou-se que o risco de maior predominância nas atividades executadas foi do tipo Acidente.

A APR demonstrou sua eficiência na identificação de diversos riscos em diferentes cenários encontrados, graças ao auxílio da integração do Diagrama de Ishikawa. Dessa maneira, a ferramenta APRi apresentou um resultado satisfatório, possibilitando além da identificação dos riscos inerentes às atividades, a observação dos cenários de riscos.

Os aspectos de maior atenção foram voltados para a metodologia de como são executadas as atividades e o meio ambiente, que apresenta riscos inerentes a ele, uma vez que são atividades que envolvem riscos de desabamento, soterramento, elevação de materiais pesados entre outros apresentados neste estudo.

Foram observados comportamentos de funcionários que resistiam ao uso dos equipamentos de proteção, merecendo maior atenção da gestão e segurança do trabalho, aplicando treinamentos e utilização de EPIs conforme legislações vigentes.

Ainda, destaca-se a importância da conscientização dos funcionários e da empresa quando a saúde e segurança no ambiente laboral.

REFERÊNCIAS

BAYBUTT, Paul. On the completeness of scenario identification in process hazard analysis (PHA). Journal Of Loss Prevention In The Process Industries, [s.l.], v. 55, p.492-499, set. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2018.05.010.

FRANÇA, Sergio Luiz Braga; TOZE, Marco Antonio; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. A gestão de pessoas como contribuição à implantação da gestão de riscos. O caso da indústria da construção civil. Revista Produção Online, [s.l.], v. 8, n. 4, 25 nov. 2008. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v8i4.142.

HFAIEDH, Nadia et al. Performing a preliminary hazard analysis applied to administration of injectable drugs to infants. Journal Of Evaluation In Clinical Practice, [s.l.], v. 23, n. 4, p.875-881, 4 maio 2017. Wiley. http://dx.doi.org/10.1111/jep.12748.

HOłA, Bożena et al. Identification of factors affecting the accident rate in the construction industry. Procedia Engineering, [s.l.], v. 208, p.35-42, 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.018.

JAYAPRASAD, G. et al. Analysis of low isolation problem in HMC using Ishikawa model: A case study. Microelectronics Reliability, [s.l.], v. 81, p.195-200, fev. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.microrel.2017.12.041.

JERONIMO, Carlos Enrique et al. Contribuições a gestão da segurança e saúde ocupacional de colaboradores do cultivo do mamão na região de Baraúna-RN. Holos, [s.l.], v. 4, p.101-110, 22 set. 2013. Instituto Federal de Educação, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.1000.

LEE, In-bok; PARK, Seunghee. Improving Tube Design of a Problematic Heat Exchanger for Enhanced Safety at Minimal Costs. Energies, [s.l.], v. 10, n. 8, p.1236-1251, 21 ago. 2017. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/en10081236.

MONFORTE, Priscila Morcelli; OLIVEIRA, Ualison Rébula; ROCHA, Henrique Martins. FAILURE MAPPING PROCESS: AN APPLIED STUDY IN A SHYPYARD FACILITY. Brazilian Journal Of Operations & Production Management, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p.124-134, 2015. DOI: 10.14488/BJOPM.2015.v12.n1.a12.

QU, Fang; WANG, Xiao; ZUO, Zhe. Preliminary Hazard Analysis on Fire and Explosion Hazard of Stevedoring Process in LNG Terminal. Applied Mechanics And Materials, [s.l.], v. 496-500, p.2863-2866, jan. 2014. Trans Tech Publications. http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.496-500.2863.

REZAIAN, S.; JOZI, S.a.; ZAREDAR, N.. Environmental risk assessment of a dam during construction phase. Global Journal Of Environmental Science And Management, [s.l.], v. 2, n. 4, p.345-356, dez. 2016. Iran Solid Waste Association. http://dx.doi.org/10.22034/gjesm.2016.02.04.004.

TAVARES, José da Cunha. Noções de Prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho. São Paulo: Senac, 2012.

VARZAKAS, T.. HACCP and ISO22000: Risk Assessment in Conjunction with Other Food Safety Tools Such as FMEA, Ishikawa Diagrams and Pareto. Encyclopedia Of Food And Health, [s.l.], p.295-302, 2016. Elsevier. http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00320-2.

YAN, Fang; XU, Kaili. Methodology and case study of quantitative preliminary hazard analysis based on cloud model. Journal Of Loss Prevention In The Process Industries, [s.l.], v. 60, p.116-124, jul. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2019.04.013.

ZHAO, Nuo; ZHAO, Tingdi; TIAN, Jin. Reliability Centered Preliminary Hazard Analysis. 2009 Annual Reliability And Maintainability Symposium, [s.l.], jan. 2009. IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/rams.2009.4914669.

Capítulo 9

ESTUDO DE VIABILIDADE NO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS CONDENSADORES EVAPORATIVOS EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Carlos Felipe Zacher (Universidade de Passo Fundo)
Anderson Hoose (Universidade de Passo Fundo)
Nilo Alberto Scheidmandel (Universidade de Passo Fundo)
Cézar Leandro Petri (Universidade de Passo Fundo)
Adalberto Pandolfo (Universidade de Passo Fundo)

Resumo: Neste trabalho é apresentado o estudo de viabilidade para a reutilização da água proveniente do processo de arrefecimento de quatro condensadores evaporativos de uma indústria alimentícia de abate de suínos. A empresa descarta na estação de tratamento de efluentes (ETA) grande quantidade de água proveniente destes condensadores. As literaturas pesquisadas abrangem os conceitos relacionados à sustentabilidade no uso dos recursos naturais e a reutilização da água na indústria. Os autores: Boff (2016), Klemes (2012) e Maron Junior (2006) referenciam esta pesquisa. O procedimento metodológico utilizado para a pesquisa é de natureza exploratória, sendo que a empresa estudada não possui nenhum projeto para o reuso de água, que passa pelos condensadores. Desta forma, o pesquisador conduziu junto à indústria um levantamento de dados, com registro dos tempos, possíveis setores onde pode ser feito o reuso da água, comparando o volume hídrico descartado para a ETA e o investimento necessário no projeto de captação e reuso do recurso. Entre os resultados constatados têm-se: a quantidade de água utilizada na limpeza é equivalente ao volume utilizado pelos quatro condensadores e a viabilidade do projeto, que apresenta um prazo de retorno de investimento de 15 meses.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Reuso da água, Payback.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um estudo de viabilidade referente ao reaproveitamento da água dos condensadores evaporativos de uma indústria alimentícia de abate de suínos.

A investigação iniciou a partir da identificação de uma empresa com grande volume de água sendo descartada. Verificou-se que a água ao passar pelo processo de arrefecimento da tubulação dos condensadores evaporativos, precisa ser constantemente trocada, não podendo ser reutilizada para o mesmo processo, sendo a mesma descartada para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETA).

Diante disso, surgiu a oportunidade de elaborar este estudo, pois a água é considerada de boa qualidade microbiológica e pode ser reaproveitada para outros fins. Entretanto, este trabalho não apresenta para qual finalidade esta água pode ser reutilizada em definitivo, apenas apresenta o estudo de viabilidade, caso seja possível o reuso na limpeza de quatro setores.

Este estudo tem relevância, pois parte da água utilizada no arrefecimento é provida de poços artesianos. Assim, realizou-se também o levantamento referente ao investimento necessário para a captação e possível reutilização da água, bem como o prazo de retorno deste investimento, com a utilização do método payback.

A pesquisa demonstra os valores referentes ao total de água gasto semanalmente para a limpeza de quatro setores em comparação com o total de água descartada no processo do condensador. Após elaborou-se a demonstração do investimento necessário para a atividade de reutilização desta água, assim como o cálculo do prazo de retorno do investimento.

Neste contexto o cuidado com o meio ambiente possibilita por meio de projetos a sustentabilidade nos sistemas de produção industrial, onde se observa que a indústria de alimentos produz uma série de resíduos que podem ser reaproveitados (CASTRO et al., 2011).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUSTENTABILIDADE

Um comportamento consciente e ético frente à escassez de recursos vem de encontro ao que hoje se denomina desenvolvimento sustentável. É necessário impor um sentido de medida e autocontrole contra os impulsos de produção e consumo da sociedade (BOFF, 2016).

Como recomendam Cortez e Ortigoza (2007), é fundamental que o consumo assegurado seja o propósito para a redução e/ou eliminação dos impactos ambientais no descarte ou no uso exagerado dos recursos naturais, conscientizando-se o consumidor à prevenção do uso e a sustentabilidade destes recursos.

Assim, é necessário que se repense a visão e o estilo de vida, utilizando um padrão condizente com o mundo sustentável, proporcionando ações que sejam efetivas e coerentes quanto à utilização dos recursos naturais (NALINI, 2004).

Conforme Maron Junior (2006), a água é essencial para a vida humana, sendo utilizada para fins sanitários, cozinhas, refeitórios, fins potáveis, equipamentos de segurança, dentre outros. Sendo assim, o consumo proporciona o atendimento das necessidades individuais de alimentação, habitação e desenvolvimento humano, mas é necessário que se faça uma análise constante da capacidade de suporte do planeta em contrapartida ao consumo contemporâneo (FELDMANN, 2007).

Considera-se que o Brasil é um país com vocação para a sustentabilidade, em razão de suas reservas naturais e biodiversidade. Possui uma infraestrutura industrial e tecnológica ainda em desenvolvimento, possibilitando a adoção de novas tecnologias para atender as exigências da sustentabilidade, sem demandas significativas em sua infraestrutura, o que pode contribuir potencialmente para as mudanças climáticas de forma positiva (KRUGLIANSKAS; PINSKY, 2014).

2.2 A REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida. Acreditava-se que era um bem ilimitado com alta capacidade de regeneração, mas com o crescimento da população e das atividades industriais, foi verificado que a crença era falsa e a quantidade de água é, na verdade, limitada, assim como a sua quantidade e qualidade deterioram-se com o crescimento da população (BEECKMAN, 1998).

Conforme Mierzwa (2005), o reuso da água é uma prática pela qual é possível utilizá-la novamente, inclusive dentro da indústria. Desta maneira, é necessária a caracterização do efluente e posterior tratamento da água, para deixá-la em condições de uso. Os critérios de pureza dependem da finalidade para a qual ela será utilizada.

O uso racional da água vem sendo tema de discussão nos órgãos governamentais e não governamentais. Por se tratar de um bem natural que está cada vez mais raro e caro, a água tem na maioria dos processos industriais uma ampla gama de aplicações. Sendo assim, processos e sistemas

industriais estão cada vez mais sujeitos a rigorosas leis ambientais relacionadas à descarga de efluentes (KLEMES, 2012).

Abordar o conceito de conservação e reuso de água na indústria alimentícia, buscando mostrar a potencialidade de redução do consumo deste recurso e avaliar as questões relacionadas à disponibilidade hídrica nos mananciais superficiais e subterrâneos, sua quantidade e a qualidade adequadas para consumo são demandas da sociedade como um todo. Assim, muitas empresas já aderiram ao reuso total ou parcial desse bem natural (BIXIO et al., 2006; MATSUMURA, 2007).

Em razão dos custos elevados da água industrial e das crescentes demandas por água potável, as indústrias têm como alternativa, seu uso racional, além da possibilidade de recirculação de água e reuso no próprio processo. Os principais motivos destes custos são: alto custo para a produção e distribuição de água potável; o alto custo no tratamento para atendimento aos limites legais requeridos na legislação; a disponibilidade cada vez menor dos recursos hídricos em grandes centros e a criação de uma consciência social para uso dos recursos hídricos disponíveis na terra (MARON JUNIOR, 2006).

O autor Hespanhol (2002), relata a possibilidade de aproveitamento da água e o seu reuso na indústria, que geralmente ocorre em torres de resfriamento, usando água de reposição; em caldeiras; em construção civil, incluindo preparação e cura de concreto; em irrigação de áreas verde; em lavagens de pisos e de peças, principalmente na indústria mecânica e, em diversos processos industriais.

2.3 PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DE INVESTIMENTO - PAYBACK

O método payback representa o prazo de retorno do investimento inicial, ou seja: é o período de tempo necessário para que as entradas de caixa geradas por um determinado projeto se igualem ao valor do investimento (SANTOS, 2001). Também pode ser considerado como o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento em que o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento, assim quanto menor o tempo de recuperação, mais interessante se toma o investimento (LAPPONI, 2007).

Este método estima em quanto tempo ocorrerá a recuperação do capital investido em função do fluxo de caixa gerado.

> O critério do período *payback*, na tomada de decisão de investimento, é simples. Seleciona-se certo período de corte, digamos de dois anos. Todos os projetos que tiverem períodos de *payback* de dois anos ou menos serão aceitos, e todos os que proporcionarem recuperação do investimento em mais de dois anos serão rejeitados (ROSS, WESTERFIELS e JAFFE, 2002 p. 127)

Pode ser aplicado de duas formas: payback simples e payback descontado. Conforme Santos (2001), uma alternativa para diminuir a imprecisão do critério do tempo de retorno é considerar os fluxos de caixa pelo seu valor presente líquido (VPL).

O método do Payback simples é conveniente quando se têm grande volume de decisões com relativa importância a considerar. Nesta decisão não vale a pena realizar análises detalhadas, pois o custo da análise superaria o custo da análise de um possível erro (ROSS et al., 2002).

O payback descontado é o tempo necessário do investimento inicial, levando-se em consideração o custo de oportunidade do capital investido (PUCCINI, 2009).

Segundo Abreu Filho (2008), o payback descontado objetiva corrigir uma das desvantagens do Payback Simples, que é de não considerar o valor no tempo. Tal objetivo é alcançado pelo desconto do valor presente nos fluxos de caixa do projeto sob análise.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O trabalho foi realizado em uma unidade frigorífica, de uma indústria alimentícia, localizada no norte do Rio Grande do Sul. Esta unidade abate, industrializa e comercializa carne suína para o mercado interno e externo.

Os equipamentos incluídos nesse estudo são quatro condensadores evaporativos, que juntos possuem uma autonomia de armazenamento de água de 15.800 litros. A Figura 1 apresenta um condensador evaporativo existente na empresa.

Figura 1 - Foto do Condensador Evaporativo

Fonte: condensador evaporativo da indústria alimentícia

Esta indústria possui uma linha de líquido refrigerante (NH3 Amônia) que é distribuída ao longo da planta, com um ponto de arrefecimento deste líquido refrigerante, através de condensadores evaporativos.

O processo de arrefecimento ocorre nos condensadores evaporativos que utilizam a água, em um processo de resfriamento por convecção. Esta água precisa ser constantemente trocada, chegando a uma vazão de descarte de 60 litros/hora. O descarte é realizado diretamente na linha de efluentes, sendo conduzido a Estação de Tratamento e Efluentes da Empresa (ETA).

A iniciativa da pesquisa compreende a investigação de uma alternativa na captação desta água e reutilizá-la na empresa da melhor maneira possível, a um custo baixo. Foi elaborado também um levantamento de dados para verificar a viabilidade de investimento na captação desta água.

O estudo, no entanto apresenta uma limitação quanto aos dados coletados, restringindo-se somente aos tempos de limpeza e quantidade de água gasta para a limpeza de quatro ambientes, os valores dos materiais hidráulicos e elétricos para o investimento no equipamento de captação da água, o valor do m³ da água e o total de água descartada dos condensadores evaporativos. Os dados abrangem a quantidade média de água utilizada durante três semanas. Não foi realizada a análise da água captada a partir do condensador evaporativo. A Figura 2 demonstra a caracterização do procedimento metodológico.

Metodologia	Caracterização
Natureza da Pesquisa	Pesquisa exploratória
Abordagem do estudo	Quantitativa e qualitativa
Delimitação do universo da pesquisa	Pesquisa ação
Definição da amostra	Amostra acidental
Definição do método de amostragem	Não probabilístico (amostra acidental)
Plano de procedimento para coleta de dados.	Visitas a campo, observação participante e da vida real, formulário.

Figura 2 - Caracterização do procedimento metodológico

Fonte: Do autor (2019)

O presente estudo, quanto aos seus objetivos, consiste em uma Pesquisa Exploratória. Conforme Cervo et al. (2007), normalmente é aplicada quando há pouco conhecimento sobre o problema a ser estudado. A dificuldade percebida é a elevada quantidade de água descartada pelos quatro condensadores evaporativos da indústria. Também é evidente que está água descartada pode ser reutilizada em outra atividade.

Os dados inicialmente foram registrados em um formulário, como: tempo de limpeza, setores, quantidade de água utilizada, e posteriormente tabulados para uma planilha eletrônica (software excel).

Quanto à abordagem do estudo, Diehl e Paim (2002), citam dois tipos de dados utilizados:

a) Dados quantitativos: provenientes dos tempos de limpeza, quantidade de água gasta para limpeza, água descartada dos condensadores evaporativos e valores financeiros do investimento;

b) Dados qualitativos: aparecem de forma descritiva, como o entendimento da atividade do condensador evaporativo, avaliação do prazo de retorno do investimento e o *feedback* da empresa.

Segundo o procedimento técnico, conforme Diehl e Paim (2002), a pesquisa caracteriza-se como uma Pesquisa-ação, que é definida como uma pesquisa com base empírica, onde o pesquisador e participantes estão reciprocamente envolvidos.

Esta pesquisa foi realizada por amostragem, coletando os dados referentes ao período de três semanas, pois segundo Barros e Lehfeld (2007), nem sempre é possível obter informações de toda a população que se deseja estudar, sendo o fator tempo uma limitação.

A amostra representa o tempo e a quantidade de água gasta para a limpeza e também no descarte. Obteve-se uma Amostra Acidental e não probabilística. De acordo com Barros e Lehfeld (2007), os elementos foram aparecendo e coletaram-se as informações com uso de cronômetro e observações no local de trabalho. Após finalizar o limite de tempo necessário para a coleta de dados, teve-se uma amostragem formada pelo registro de tempo das atividades e total de água utilizada.

Foi utilizado o instrumento da entrevista não estruturada. Conforme Barros e Lehfeld (2007), o pesquisador foi buscar por meio da conversação, dados que possam ser utilizados em análise qualitativa, considerando aspectos relevantes do problema da pesquisa. Assim, as entrevistas foram dirigidas aos operadores envolvidos com a manutenção do equipamento e ao supervisor do setor de produção.

Os dados foram coletados, observando o critério de tempo e quantidade de litros de água utilizada no processo de limpeza e de refrigeração. Posteriormente, fez-se um levantamento do material hidráulico e elétrico necessário para elaboração do projeto de reuso da água. Com o uso do método *payback* foi possível estimar o prazo de retorno do investimento.

4.RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 SITUAÇÃO ATUAL E DADOS DO PROJETO DE CAPTAÇÃO

O processamento da matéria-prima e os sistemas de transporte de fluídos são fundamentais no estudo da eficiência do processo industrial alimentício. Deste modo, realizou-se o estudo para possibilitar a captação da água dos condensadores evaporativos, suscitando futuro reaproveitamento.

Os condensadores evaporativos estão situados na área externa da empresa, próximos de setores onde ocorre a atividade de limpeza. A limpeza é realizada por uma empresa terceirizada, que utiliza uma máquina lavadora de alta pressão da marca KARCHER modelo 585 PRO, com uma vazão de 8,3 l/min. O processo de lavagem é realizado com detergente para piso (PLURON) e água, que é fornecida da estatal CORSAN.

Os dados foram coletados e repassados para a Tabela 1, onde constam as áreas que são higienizadas, juntamente com os dias da semana (estes dados são os resultados finais provenientes da média de

três semanas analisadas). Também foi cronometrado o tempo (minutos) gastos para realizar a limpeza de cada setor. A quantidade de água utilizada para fazer a limpeza, foi multiplicada pela capacidade de vazão que a lavadora de alta pressão possui. A Tabela 1 mostra relação das áreas que foram lavadas, juntamente com período de tempo e a quantidade de água utilizada.

	Dias da semana / Tempo (min)						
	(Tempo médio e consumo médio de água de 3 semanas)						
Áreas Higienizadas	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Setor A (min.)			180				
Setor B (min.)						90	
Setor C (min.)				60			
Setor D (min.)	90	90	90	90	90	90	
Total tempo (min.)	90	90	270	150	90	180	0
Total Consumo Água litros/dia (limpeza)	747	747	2241	1245	747	1494	0
Total de água (litros) consumido/semana (limpeza)	**7221**						
Total de água (litros) descartada dos condensadores evaporativos/dia	1440	1440	1440	1440	1440	1440	0
Total de água (litros) descartada dos condensadores/semana	**7200**						

Tabela 1 - Relação entre áreas lavadas, período de tempo e litros de água utilizados

Fonte: Do autor (2019)

A partir dos dados da Tabela 1 percebe-se que o provável reaproveitamento da água, pode atender as áreas a serem lavadas. O consumo médio de água utilizado para a limpeza dos quatro setores é de 7.221 litros/semana, enquanto que a quantidade total de litros descartados pelo condensador evaporativo é de 7.200 litros/semana.

Entretanto, para a instalação do projeto de captação é necessário um investimento financeiro, com a aquisição de material elétrico e hidráulico. O projeto proposto refere-se à instalação de uma tubulação

para os pontos de conexão com a lavadora de alta pressão, onde será feita a captação da água proveniente do arrefecimento dos condensadores.

Nas Tabelas 2 e 3 estão elencados os materiais necessários e seus respectivos valores de mercado, tanto a parte hidráulica quanto elétrica para a realização do projeto proposto. Na Tabela 3, do material elétrico, consta um item que não possui valor, Bomba hidráulica (Moto-bomba), pois a empresa já possui este material, não sendo necessária a aquisição.

Material Hidráulico	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caixa de água 15.000L	1	R$ 3.947,91	R$ 3.947,91
Tubo Sold. 32mm PVC	198,5	R$ 6,00	R$ 1.191,00
Tee Sold. 32mm PVC	6	R$ 4,66	R$ 27,96
Joelho sold. 90° 32mm PVC	32	R$ 1,10	R$ 35,20
Curva sold. 90° 32mm PVC	32	R$ 5,00	R$ 160,00
Registro 1" Inox	6	R$ 78,37	R$ 470,22
Adaptador mangueira (macho)	6	R$ 68,90	R$ 413,40
Adaptador mangueira (fêmea)	6	R$ 103,84	R$ 623,04
Adaptador sold. c/ anel para caixa d'agua PVC	1	R$ 4,50	R$ 4,50
Adaptador sold. Curto c/ bolsa e rosca para registro PVC	1	R$ 0,90	R$ 0,90
Cantoneira 1/2 (1 barra)	1	R$ 790,00	R$ 790,00
Total			**R$ 7.664,13**

Tabela 2 - Materiais hidráulicos para o projeto de captação de água

Fonte: Do autor (2019)

Material elétrico	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Bomba hidráulica (Motobomba)	1	-	-
Quadro de comando	1	R$ 58,32	R$ 58,32
Disjuntor 4 a 6,5	1	R$ 179,09	R$ 179,09
Disjuntor monofásico 6A	1	R$ 26,18	R$ 26,18
Contatora D25	1	R$ 157,86	R$ 157,86
Fonte	1	R$ 183,03	R$ 183,03
Botão de pulso	1	R$ 59,19	R$ 59,19
Prensa cabo de 1/2	3	R$ 1,02	R$ 3,06
Temporizador	1	R$ 67,45	R$ 67,45
Contato Aberto	1	R$ 12,97	R$ 12,97
Adaptador p/ contato	1	R$ 7,09	R$ 7,09
Cabo PP 4x1,5	50	R$ 2,55	R$ 127,50
Cabo PP 4x2,5	100	R$ 3,98	R$ 398,00
Total			**R$ 1.279,74**

Tabela 3 - Material elétrico para o projeto de captação de água

Fonte: Do autor (2019)

Somando os valores das Tabelas 2 e 3, o total do investimento é de R$ 8.943,97 .

O Total de água (Tabela 1) gasto por semana para fazer a limpeza é de 7.221 litros ou 7,221m³.

Valor do m³ da água (CORSAN) R$ 23,22.

O total de água descartada dos condensadores evaporativos 1.440 litros/dia (média de 3 semanas).

Considerando o valor do m³ de água cobrado pela CORSAN (R$23,22), e multiplicando pela quantidade de água para realizar a limpeza (7,221m³/semana.), tem-se uma redução de custo de R$ 670,68/mês. Cálculo demonstrado na Equação (1).

Redução de Custo= R$ 23,22 x 7,221m³ x 4 semanas = R$ 670,68/mês (1)

4.2 PRAZO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Com base nos valores da redução de custo de R$ 670,68/mês e o levantamento dos dados de investimento no total de R$ 8.943,97, segue demonstrado na Figura 3, o gráfico *payback,* onde se verifica o prazo de retorno do investimento.

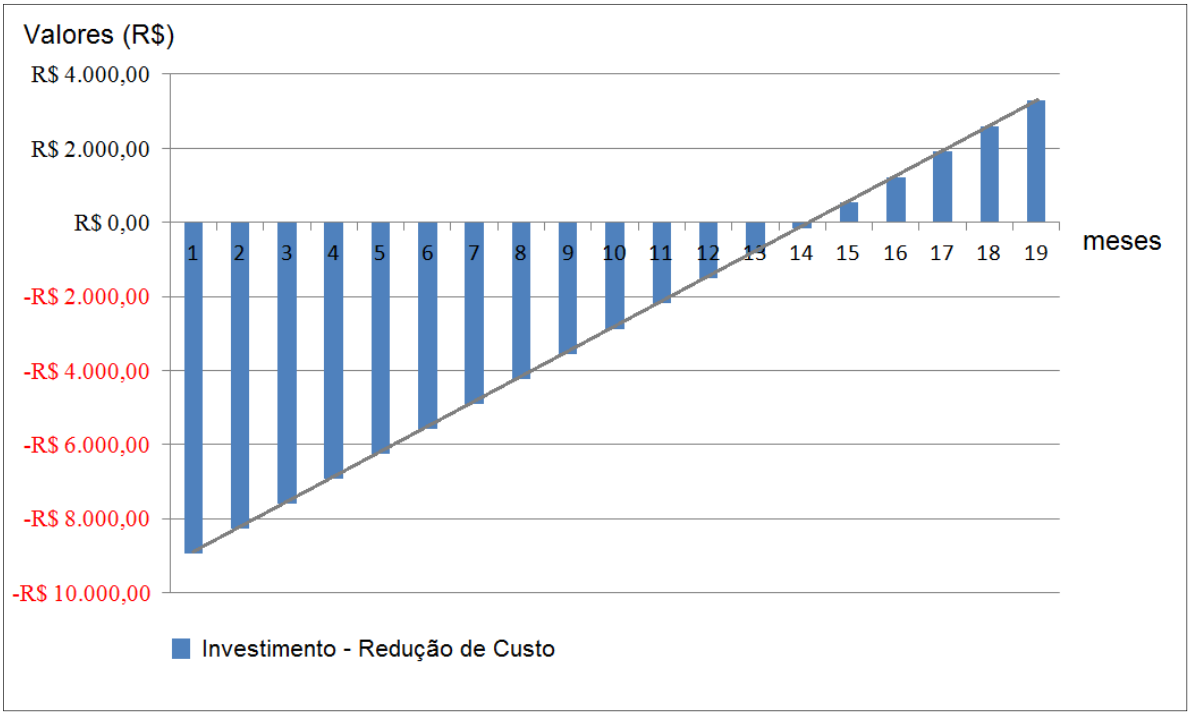


Figura 3 - Gráfico *Payback* do investimento

Fonte: Do autor (2019)

A Figura 3, demonstra que diluindo valor de R$ 670,68/mês gasto de água para realizar a limpeza dos ambientes, do valor do investimento total de R$ 8.943,97, o prazo de retorno do investimento é de 15 meses.

Os dados foram apresentados para a empresa, onde se obteve o feedback como sendo o investimento considerado viável. Entretanto a empresa recomendou como importante a realização de uma análise da água que é proveniente dos condensadores evaporativos, para que seja confirmado se este recurso hídrico pode ser utilizado para a limpeza dos quatro setores citados neste estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na empresa analisada foi identificado que a atividade do processo de arrefecimento da tubulação dos condensadores evaporativos, exige alto volume de água, 7.220 litros/semana. Esta água, precisa ser constantemente trocada, não podendo ser reutilizada para o mesmo processo, sendo a mesma descartada para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETA).

Percebe-se que a quantidade de água utilizada para fazer a limpeza em quatro setores da indústria corresponde a 7.221 litros/semana, o equivalente a água que é utilizada pelo arrefecimento nos condensadores evaporativos.

Constata-se que é possível elaborar e executar um projeto para realizar a captação desta água, através da instalação de uma tubulação para os pontos de conexão com a lavadora de alta pressão, onde será feita a captação da água proveniente do arrefecimento dos condensadores.

O investimento total é de R$ 8.943,97, o prazo de retorno do investimento é de 15 meses, representando uma economia para a empresa de R$ 670,68/mês. Assim, a empresa considera o investimento viável.

O estudo teve uma limitação quanto à análise da água, que é utilizada pelo condensador evaporativo, não sendo comprovado se a mesma pode ser utilizada para a limpeza dos quatro setores propostos. Entretanto a empresa recomendou um estudo com relação a este aspecto.

Como recomendação para um trabalho futuro tem-se: a análise da água, após a mesma passar pelo condensador evaporativo.

REFERÊNCIAS

ABREU Filho, José Carlos Franco de. Finanças Corporativas. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Fundamentos de Metodologia Científica. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BEECKMAN G. B. Water Conservation, Recycling and Reuse. Water Resources Development, Oxford, Vol. 14 Nº.3, pp.353 – 364, 1998.

BIXIO, D.; THOEYE, C.; DE KONING, J.; JOKSIMOVIC, D.; SAVIC, D.; WINTGENS, T.; MELIN, T. Wastewater reuse in Europe. Desalination, v. 187, n. 1-3, p.89-101, 2006.

BOFF, Leonardo. Sustentabilidade: o que é: o que não é. 5 ed. revista e ampliada. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

CASTRO, I. P. M.; ALVIM, T. C.; SANTANA, W. R.; CARVALHO, D. P.; SILVEIRA, M. A. Efeito da adição de soro de queijo no processo de obtenção de etanol a partir de batata-doce. Ciência Agrotécnica, v.35, p.980-986, 2011.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G. (Orgs). Consumo Sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício. São Paulo: Unesp, 2007.

DIEHL, Astor Antônio; PAIM, Denise Carvalho Tatim. Metodologia e Técnica de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas. Passo Fundo: Clio Livros, 2002.

FELDMANN, Fábio Apud MILARÉ, Edis. Direito do Ambiente: a Gestão Ambiental em Foco - doutrina, jurisprudência, glossário. 5ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

HESPANHOL, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 7, Nº.4, pp. 75 – 95, 2002

KLEMES, J.J. Industrial water recycle/reuse. Current opinion in chemical engineering, v. 1, n. 3, p. 238-245. 2012.

KRUGLIANSKAS, I.; PINSKY, V. C. (Org.) Gestão estratégica da sustentabilidade: experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

LAPPONI, J. C. Projetos de investimento na empresa. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MARON JUNIOR, Romario. Reúso de água em indústria metalúrgica rolamenteira – estudo de caso da SKF do Brasil Ltda. Dissertaçao (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica USP, 79 p., São Paulo, 2006.

MATSUMURA, Erika Myho. Perspectivas para conservação e reúso de água na indústria de alimentos - estudo de uma unidade de processamento de frangos. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica USP. 249 p., São Paulo, 2007.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na Indústria – Uso Racional e Reúso, São Paulo. Ed. Oficina de Texto, 2005.

NALINI, J. R. A Cidadania e o Protagonismo Ambiental. In: Revista de Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais, n. 35, julho-setembro, 2004.

PUCCINI, Abelardo de Lima. Matemática Financeira: objetiva e aplicada. 8. Ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

ROSS, Stephen; WESTERFIELS, Raandolph W. e JAFFE, Jeffrey F. Administração Financeira. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, Edno Oliveira dos. Administração financeira da pequena e média empresa. São Paulo: Atlas. 2001.

Capítulo 10

ESTIMAÇÃO DA INEFICIÊNCIA ECONÔMICA GERADA NO VAREJO DE GASOLINA COMUM EM MINAS GERAIS

Rosangela Aparecida Soares Fernandes (UFV - rosangela.fernandes@ufop.edu.br)
Sarah Lorena Peixoto (UFOP - sarahpeixoto21@gmail.com)
Cristiane Márcia dos Santos (UFV - Cristiane@ufop.edu.br)
Graciela Aparecida Profeta (UFV - graciela_profeta@yahoo.com.br)

Resumo: A revenda de gasolina comum em Minas Gerais viabiliza comportamento colusivo pelos revendedores trazendo implicações negativas sobre o bem-estar social. O objetivo foi avaliar a ineficiência gerada ao consumidor em relação à perda de bem-estar social no período de 2008 a 2010. Para tal, mensurou-se a demanda e o peso morto usando a metodologia desenvolvida em Daskin (1991). Os resultados sugeriram que a demanda por gasolina é inelástica em relação ao preço. Verificou-se também que a magnitude do peso morto atingiu 11,73% em relação ao faturamento do setor, sugerindo uma perda para a sociedade em torno de R$ 918.232,23.

Palavras-chave: Gasolina. Bem-estar. Varejo. Peso morto. Minas Gerais-Brasil.

1. INTROCUÇÃO

No estado de Minas Gerais, assim como no mercado nacional, a revenda de gasolina comum se estrutura conforme um oligopólio concentrado. Em 2010, aproximadamente 70% das vendas totais desse combustível foram realizadas pelas quatro maiores empresas, BR, IPIRANGA, ALE, SHELL. (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, 2010) Embora a concentração não seja fator determinante para o exercício de poder de mercado, é condição necessária, mas não suficiente para sua existência. Conforme ressaltou Freitas (2010) neste setor existe um conjunto de condições que viabilizam um comportamento colusivo por parte dos postos revendedores, dentre os quais se destacam: a homogeneidade do produto, a estrutura de custos semelhantes, a atuação ativa dos sindicatos e o monopólio na fonte primária de produção. O Quadro 1 abaixo, sintetiza os fatores elencados pela jurisprudência do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) que facilitam a coordenação entre agentes no mercado de revenda de combustíveis:

Quadro 1 - Características da revenda de combustíveis destacadas pelo CADE

Fatores que favorecem a coordenação entre firmas	Produtos homogêneos
	Firmas homogêneas
	Transparência de preços ou outros termos de venda
	Histórico de controle de preços pelo governo
	Presença de associações e/ou sindicatos empresariais
	Demanda pulverizada

Fonte: adaptado do Departamento de Estudos Econômicos do CADE (2014).

Esses fatores podem influenciar na decisão das empresas de adotar condutas uniformes de forma tácita ou explícita no mercado de revenda de combustíveis. Além disso, estudos empíricos sobre a demanda de gasolina no mercado brasileiro evidenciaram que os consumidores são inelásticos em relação às variações no preço desse combustível.

Os trabalhos de Roppa (2005), Nappo (2007), Diehl e colaboradores (2007), corroboram empiricamente essa afirmação, uma vez que os resultados encontrados para as suas estimativas revelaram que a demanda por gasolina comum é inelástica no curto e longo prazos. A inelasticidade da demanda em relação a seu preço, aumenta a possibilidade de existência de exercício de poder de mercado. Mediante esse cenário, espera-se que as revendedoras de gasolina comum, no estado de Minas Gerais, não só tenham significativo poder de mercado, mas também possam exercê-lo, trazendo implicações negativas sobre o bem-estar social.

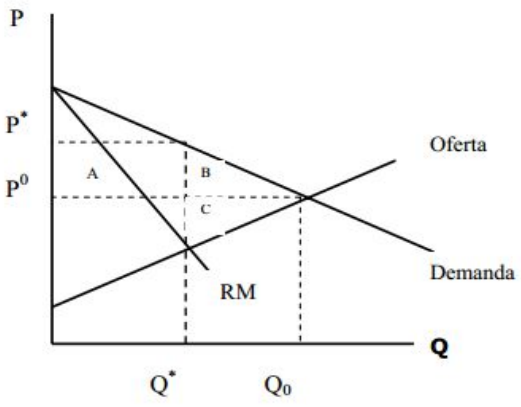
Conforme ressaltaram Reis e colaboradores (2013), as diferenças entre preços e custos marginais advindas das imperfeições de mercado podem induzir a situações em que os excedentes adicionais por uma indústria ou firma, valendo-se de algum tipo de poder de mercado são insuficientes para compensar as perdas atribuídas aos consumidores por força da elevação dos preços, o que consequentemente determina uma perda líquida para a sociedade. Desse modo, análises quantitativas sobre as variações no nível de bem-estar para os mercados anticompetitivos tem sido motivação para vários estudos em razão de sua expressiva relevância empírica.

Em suma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a ineficiência gerada ao consumidor final de gasolina comum em Minas Gerais no que se refere à perda de bem-estar entre os anos de 2008 a 2010. Ao que tudo indica, ainda não há estudos empíricos dessa natureza na literatura, para este mercado relevante (geográfico e de produto) específico.

2. A PERDA DE BEM-ESTAR

As variações no nível de bem-estar associadas às estruturas em competição imperfeita têm sido, frequentemente, alvo de estudos que buscam quantificar os impactos do uso de poder de mercado sobre a sociedade. A mensuração da perda de bem-estar é relevante, pois determina as perdas que os consumidores sofrem em decorrência do exercício de poder de mercado. De acordo com Araújo (2001), nos trabalhos mais recentes sobre esse tema, evidências empíricas parecem indicar que as perdas de bem-estar podem ser significativas, ensejando um amplo escopo para políticas de defesa da concorrência. A Figura 1 ilustra a perda de bem-estar associada ao exercício de poder de mercado, em que preço e quantidade demandada em competição perfeita são representados por P^0 e Q^0, respectivamente.

Figura 1 - Perda de bem-estar associada ao exercício de poder de mercado



Fonte: Carlton e Perloff (2005).

No monopólio, preço e quantidade são definidos por P* e Q*. A transferência de renda do consumidor ao produtor, em razão de determinado grau de poder de mercado é representada pela área A, na Figura 1. Todavia, esta não representa uma perda do ponto de vista da sociedade. Por outro lado, o triângulo formado pela soma das áreas B e C, representa a perda de bem-estar social que reflete o excedente potencial que seria apropriado por algum grupo (consumidor ou produtor) em uma estrutura de competição perfeita.

O custo para uma sociedade de um mercado não operar de maneira eficiente como em estruturas de mercado em competição perfeita é a perda de bem-estar. Porém, conforme Martin (1993), a transferência de renda do consumidor para o produtor não pode ser considerada bem-estar social, quando é compensada pelo lucro do monopólio que vai para os proprietários das firmas que exercem poder de mercado.

A medida da perda de bem-estar, o peso morto (PM), buscando estimar a perda de eficiência do mercado, foi inicialmente elaborada por Harberger (1954). Seu trabalho foi o pioneiro na tentativa de estimar o valor da perda de bem-estar. A ideia básica que norteia sua formulação é a de que o objetivo da firma é colocar o preço acima do custo marginal reduzindo o excedente do consumidor, aumentando o lucro em relação ao ambiente competitivo. Diante disso, o autor calculou o peso morto para o setor manufatureiro dos Estados Unidos, como percentual do Produto Interno Bruto (PIB), e concluiu que seu valor era aproximadamente de 0,08%.

Entretanto, o autor utilizou algumas simplificações que geraram diversas críticas a seu modelo. Primeiramente, fixou o valor da elasticidade-preço da demanda em 1 para todas as indústrias. As demais críticas referem-se ao cálculo utilizado para determinação do lucro do monopolista, e o fato do autor não considerar a interdependência entre a variação nos preços e nas quantidades ofertadas. A primeira formulação do cálculo da perda do bem-estar em monopólio, sugerida por Harberger (1954), foi definida por:

$$\mathrm{DWL} = (12)(\Delta p)(\Delta q) \qquad (1)$$

em que $\Delta p = p_m - p_c$ e $\Delta q = q_m - q_c$ representam desvios do preço e produção do equilíbrio competitivos que resulta de um exercício de poder de mercado. Contudo, Harberger (1954) e outros autores apresentaram uma reformulação dessa equação, permitindo a mensuração da perda de bem-estar em mercados oligopolísticos (DASKIN, 1991). Os autores reescreveram a equação que determina

a perda de bem-estar em termos de variáveis observáveis, de modo que a mensuração da perda de bem estar é expressa por:

$$\mathrm{DWL} = (12)\pi^2\eta R \qquad (2)$$

em que, η é o valor absoluto da elasticidade-preço da demanda, π é o lucro do monopolista e R a receita total. Essa expressão apresentada no trabalho de Daskin (1991) flexibiliza o pressuposto anterior de que a elasticidade-preço da demanda é unitária.

As ocorrências de monopólios e custos marginais constantes são relativamente pouco frequentes, e o objetivo de quantificar as perdas de bem-estar conduz a uma descrição modelar das estruturas de oligopólio. De maneira geral, essas descrições podem ser sofisticadas ou simples, conforme a necessidade permitida ou desejada para as estimativas. (ARAUJO, 2001) Porém, existem importantes limitações para mensurar a perda de bem-estar de diversos setores da economia, em razão da indisponibilidade de dados desagregados em nível de firma, o que muitas vezes inviabiliza a utilização de metodologias mais complexas.

3. MENSURAÇÃO DA PERDA DO PESO MORTO

Conforme Mas-Colell e colaboradores (1995), o deadweight loss (DWL) pode ser formalmente definido como a redução do bem-estar ocasionada pela distorção da quantidade com respeito à situação de equilíbrio competitivo. Assim, considerando as funções, Q(P) e Cmg, de demanda e custo marginal da indústria, respectivamente, a variação do bem-estar social pode ser analiticamente descrita como:

$$\mathrm{DWL} = \int_{\mathrm{Pcp}}^{\mathrm{Po}} \{Q(p) - \mathrm{Cmg}[Q(P)]\}\,\mathrm{dP} \qquad (3)$$

O primeiro termo da diferença refere-se ao excedente do consumidor (EC), e o segundo, ao excedente do produtor (EP). A medida de variação do excedente do consumidor também é aceita como medida de bem-estar, e requer somente o conhecimento da curva de demanda. Daskin (1991), a partir da derivação das expressões para o excedente do consumidor e excedente do produtor, mostrou que a perda de bem-estar em decorrência de distorções no equilíbrio competitivo pode ser determinada pela diferença entre o excedente do consumidor e o excedente do produtor. Logo, a equação do excedente do produtor é definida por:

$$\mathrm{EP} = \sum_{K=1}^{N} \Pi_K = \sum_{K=1}^{N} [P(Q) - C_i] * q_i = \sum_{K=1}^{N} \frac{[P(Q) - C_i]}{P(Q)} * \frac{q_i}{Q} * [P(Q) * Q] \qquad (4)$$

$$\mathrm{EP} = \mathrm{RT}(Q)_0 * \sum_{i-1}^{N} L_i * S_i \qquad (5)$$

$$\mathrm{EP} = \mathrm{RT}(Q)_0 * \sum_{i-1}^{4} \frac{S_i}{\varepsilon} * S_i \qquad (5)$$

em que $\mathrm{RT}(Q)_o$ é a receita total da indústria, L_i é o índice de Lerner[1], S_i é a parcela de mercado da firma individual e N, representa o número de um conjunto de firmas. Neste trabalho foram utilizadas as cinco maiores empresas.

Daskin (1991) propôs uma adaptação ao modelo teórico com relação ao critério de escolha das firmas em análise. Ao invés de incluir as firmas com menor custo, $C \quad = \mathrm{Min}_i C_i \quad = P(Q)_{\mathrm{CP}}$, sugeriu a escolha daquelas com maiores lucros, e, portanto, que detenham maior parcela de mercado. Isso porque, diante das assimetrias de informação em relação aos custos das empresas, não é possível ter acesso a todos os dados das mesmas, de modo que, o cálculo pode induzir a sérias distorções. O autor ressaltou que o excedente do produtor não necessariamente requer informação a respeito da parcela ou margens preço-custo de uma firma individual.

Portanto, sugeriu a utilização da parcela de mercado de uma média ponderada das maiores firmas; especificamente em seu trabalho, utilizou das quatro maiores firmas. O excedente do consumidor é determinado pela área abaixo da curva de demanda entre o preço e o custo marginal. Conforme apresentado no trabalho de Daskin (1991), a partir do desenvolvimento de manipulações algébricas,[2] obtém-se a equação do excedente do consumidor conforme se segue:

$$\mathrm{EC} = \frac{\mathrm{RT}(Q)_o}{(1-\varepsilon)}\left[1 - (1 - L_i)^{(1-\varepsilon)}\right] \qquad (6)$$

$$\mathrm{EC} = \frac{\mathrm{RT}(Q)_o}{(1-\varepsilon)}\left[1 - \left(1 - \frac{S_i}{\varepsilon}\right)^{(1-\varepsilon)}\right] \qquad (6')$$

$$\mathrm{DWL} = \left\{\frac{\mathrm{RT}(Q)_o}{(1-\varepsilon)} * \left[1 - \left(1 - \frac{S_i}{\varepsilon}\right)^{(1-\varepsilon)}\right] - \left[\mathrm{RT}(Q)_o * \sum_{i=1}^{4} \frac{S_i}{\varepsilon} * S_i\right]\right\} \qquad (7)$$

---

[1] índice de Lerner é definido por: $L_i = \frac{[S_i(1-\alpha_i)+\alpha_i]}{\varepsilon}$. Para os casos de oligopólios com produtos homogêneos, o comportamento das firmas se aproximam de um comportamento de concorrência perfeita, assim, a variação conjectural, α_i, nesse caso é zero. Portanto, $L_i = \frac{[S_i]}{\varepsilon}$

[2] $L_i = \frac{[S_i(1-\alpha_i)+\alpha_i]}{\varepsilon}\alpha_i L_i = \frac{[S_i]}{\varepsilon}$ Para mais informações a respeito das derivações dos excedentes do produtor e do consumidor ver Schimidt e Lima 2006.

Note que o DWL é a variação do excedente total, ou seja, $\Delta \mathrm{ET} = \mathrm{DWL} = \mathrm{EC} - \mathrm{EP}$. Daskin (1991) concluiu que, quando o equilíbrio é o de concorrência perfeita $(Q_{\mathrm{CP}}, P_{\mathrm{CP}})$, como $L_i = 0 \ \forall i = 1,\ldots N, \mathrm{EP} = 0$, e quando o equilíbrio é o de oligopólio (Q_o, P_o), $\mathrm{EC} = 0$.

3.1 ESTIMAÇÃO DA EQUAÇÃO DE DEMANDA

Para a mensuração da perda de bem-estar social em razão do exercício do poder de mercado na revenda de gasolina comum, equação 7, será necessário obter a estimativa da elasticidade-preço da demanda. Assim, na próxima seção será apresentada a especificação da equação da demanda por gasolina comum bem como o método de estimação utilizado.

Neste trabalho, a função de demanda de gasolina C no estado de Minas Gerais, é representada por uma função do tipo Cobb-Douglas. Uma das principais propriedades desse tipo de função é o fato de que as elasticidades são constantes e iguais aos coeficientes das variáveis na forma logarítmica. Diante disso, esta função foi especificada da seguinte forma:

$$\mathrm{Qg}_t = C \cdot \mathrm{Pg}_t^{\beta_1}.\mathrm{Pa}_t^{\beta_2}.R_t^{\beta_3}.e_t^{\varepsilon_I} \qquad (8)$$

em que Qgt é quantidade consumida de gasolina C, em metros cúbico; Pgt, é o preço da gasolina C, em reais, no varejo; Pat é o preço do álcool hidratado, em reais, no varejo; Rt, renda do consumidor – folha de pagamento real por trabalhador relativa a indústria geral em Minas Gerais; et, termo de erro com pressuposições usuais; e t, tempo, periodicidade mensal[3]. Aplicando o logaritmo natural a equação (8), pode ser expressa na forma linear conforme a equação (9):

$$\ln\mathrm{Qg}_t = \ln C + \beta_1 \ln\mathrm{Pg}_t + \beta_2 \ln\mathrm{Pa}_t + \beta_3 \ln R_t + \varepsilon_{\mathrm{lt}} \qquad (9)$$

Para estimar a equação (7), optou-se por utilizar os procedimentos propostos por Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990), especificamente, o método de Cointegração e o Mecanismo de Correção de Erros (MCE). Para tal, foi necessário realizar primeiramente, os testes de estacionariedade e cointegração nas séries para verificar a viabilidade da utilização desse método.

[3] $L_i = \frac{[S_i(1-\alpha_i)+\alpha_i]}{\varepsilon}\alpha_i L_i = \frac{[S_i]}{\varepsilon}$ Na equação de demanda estimada, não se incluiu a variável frota de veículos, como usualmente se verifica na literatura em trabalhos dessa natureza. A justificativa para esta omissão ocorreu em razão das indisponibilidades de dados para essa variável mensal para o estado de Minas Gerais neste período. Geralmente, os dados disponíveis são anuais.

A metodologia consiste em estimar o(s) vetor(es) de cointegração a partir da modelagem de um vetor autoregressivo (VAR), na primeira etapa do processo, e na segunda, estimar um mecanismo de correção de erros (MCE) com vetor de cointegração. A opção por esse modelo justifica-se pelo fato de as séries temporais analisadas serem não estacionárias. O MCE utilizado para estimação está representado pela equação (10):

$$\Delta \ln \mathrm{Qg}_t = \gamma + \theta_1 \Delta \ln \mathrm{Pg}_t + \theta_2 \Delta \ln \mathrm{Pa}_t + \theta_3 \Delta \ln R_t + \delta \varepsilon_{t-1} + v_t \qquad (10)$$

em que: Δ indica a primeira diferença da série; γ é o intercepto; $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ são as respectivas elasticidades-preço direta, preço cruzada e renda da demanda por gasolina de curto prazo; ε_{t-1} é o resíduo estimado da equação cointegrante defasado em um período; v_t é o termo de erro com pressuposições usuais; t é o tempo, em meses.

O termo ε_{t-1} representa a estimativa empírica do termo de erro de equilíbrio, que capta o ajustamento para o equilíbrio de longo prazo. O parâmetro δ é o coeficiente de ajustamento que indica qual a proporção do desequilíbrio na variável dependente, em um período, é corrigida no próximo período.

3.2 DESCRIÇÃO E FONTE DE DADOS

Para a estimativa da equação de demanda os dados utilizados nesse trabalho foram mensais, de janeiro de 2002 a dezembro de 2010. As vendas pelas distribuidoras (em metros cúbicos) e os preços (em reais) da gasolina C e álcool hidratado no mercado varejista do estado de Minas Gerais, foram coletados na Agência Nacional de Petróleo (ANP). As vendas de gasolina C pelas distribuidoras foram utilizadas para representar o consumo desse combustível no estado, em razão da indisponibilidade desses dados no varejo. A série que representou a renda do consumidor mineiro foi a folha de pagamento real por trabalhador relativa à indústria geral em Belo Horizonte, *proxy* da renda, obtida junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para a mensuração do DWL, além dos dados supracitados, utilizou-se a parcela de mercado das firmas revendedoras de gasolina comum em Minas Gerais. Com relação aos dados da quantidade comercializada de gasolina C, utilizou-se as vendas realizadas pelas distribuidoras às revendedoras de gasolina comum em Minas Gerais devido à carência de informações relativas ao setor varejista em nível estadual. Entretanto, sugere-se que o uso de tal *proxy* não constitui fator impeditivo para a

análise das variações na perda de bem-estar social dado que uma parcela significativa das vendas das distribuidoras é destinada aos postos de gasolina e consequentemente, aos consumidores finais.

Os dados das parcelas de mercado das maiores distribuidoras de gasolina comum do estado de Minas Gerais foram retirados da Associação Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis, Lubrificantes, Logística e Conveniência (2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O deadweight loss mensura a perda monetária causada à população devido ao poder de mercado exercido pelas firmas. A mensuração da perda de bem-estar é relevante uma vez que ela determina as perdas que os consumidores sofrem devido às estruturas de um mercado anticompetitivo. Segundo Schmidt e Lima (2006), a importância do cálculo do DWL não se concentra apenas em apurar a magnitude da perda monetária causada à sociedade devido à prática colusiva exercida pelas indústrias, mas, sobretudo, fazer com que os resultados apurados possam servir como base para eventuais políticas adotadas pelos órgãos antitruste.

Neste trabalho calculou-se a variação da perda de bem-estar social relativa às estruturas do mercado revendedor de gasolina C de Minas Gerais nos anos de 2008, 2009 e 2010. Esses anos foram utilizados como representativos devido à ausência de dados sobre as parcelas de mercado referentes aos anos anteriores a 2008. Conforme salientado anteriormente, para a realização dessa análise é necessário obter, previamente, a estimativa da elasticidade preço da demanda. Portanto, nas próximas seções apresenta-se o resultado da demanda estimada para o período de 2002 a 2010 e, na sequência, a análise da perda de bem-estar social.

4.1 ESTIMAÇÃO DA DEMANDA DE GASOLINA COMUM NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Para se obter a estimativa da demanda de gasolina comum é necessário a realização prévia de alguns testes econométricos. Inicialmente, foi realizado o Teste de Raiz Unitária de Dickey-Fuller (DF) Aumentado (ADF), para testar a estacionariedade das séries estudadas. Os resultados obtidos encontram-se reportado na Tabela 1:

Tabela 1 - Teste de Raiz Unitária ADF realizados nas séries lnQg, lnPg, lnPa, lnR,

no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2010

Série	Defasagem	Integração	Resultado do teste ADF
LnQg	1	I(1)	-2,634*
LnPg	0	I(1)	-8,450***
LnPa	0	I(1)	-12,259***
LnR	1	I(1)	-6,309***

Fonte: elaborada pelas autoras.

Nota: (***) significativo a 1% e (*) significativo a 10%.

Os resultados obtidos evidenciaram que, considerando as séries em nível, não se pode rejeitar a presença de raiz unitária, sugerindo que todas as séries foram não estacionárias.[4] Assim, justifica-se a estimação da equação de demanda de gasolina comum em Minas Gerais a partir do MCE. Os resultados do vetor de cointegração estimado, representa a relação de longo prazo da demanda de gasolina C no mercado varejista do estado de Minas Gerais e os seus principais determinantes, Tabela 2.

Tabela 2 - Vetor de cointegração normalizado pelo método de Johansen,

janeiro de 2002 a dezembro de 2010

$LnQg_t$	Constante	$LnPg_t$	$LnPa_t$	LnR_t
1,0000	-0,792****	0,058***	-0,139***	-1,000***
	(0,584)	(0,379)	(0,201)	(0,129)

Fonte: elaborada pelas autoras.

Notas: as estatísticas entre parênteses referem-se ao desvio-padrão; e, (***) significativo a 1%. Valores estimados pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Todas as variáveis foram tomadas em logaritmo, portanto, os coeficientes estimados representam as respectivas elasticidades, de longo prazo, da demanda de gasolina C, equação (11):

$$\mathrm{LnQg}_t = 0{,}792 - 0{,}058\mathrm{LnPg}_t + 0{,}139\mathrm{LnPa}_t + 1{,}000\mathrm{LnR}_t \qquad (11)$$

4 $L_i = \frac{[S_i(1-\alpha_i)+\alpha_i]}{\varepsilon}\alpha_i L_i = \frac{[S_i]}{\varepsilon}$ Na identificação do número de defasagens do modelo VAR, foram utilizados os critérios de Akaike (1974) e Schwarz (1978) . De acordo com ambos os critérios de informação, o modelo VAR deve conter apenas uma defasagem. Na sequência, foram realizados os testes do Traço e do Máximo Autovalor, que sugeriram a existência de um vetor de cointegração. Tais resultados encontram-se reportados no anexo.

Todos os parâmetros estimados apresentaram sinais coerentes como sugerido pela teoria econômica e revelaram-se estatisticamente significativos. A elasticidade-preço direta da demanda, sugeriu que, tudo mais permanecendo constante, uma variação de 10% no preço da gasolina C no mercado varejista induz a variação, inversamente proporcional na quantidade demandada de gasolina C de 5,83%. Portanto, a demanda por gasolina C revelou-se inelástica em relação ao preço no longo prazo. **N**a Tabela 3 apresentam-se os resultados do ajustamento de curto prazo para cada uma das variáveis logaritimizadas.

Tabela 3 - Coeficientes de ajustamento do modelo de correção de erros irrestrito,

janeiro de 2002 a dezembro de 2010

LnQgt	LnPgt	LnPat	LnRt
0,0667***	- 0,042***	0,143***	0,657***
(0,0814)	(0,022)	(0,083)	(0,116)

Fonte: elaborada pelas autoras.

Notas: as estatísticas entre parênteses referem-se ao desvio-padrão;e, (***) significativo a 1%. Valores estimados pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Os resultados sugerem que a demanda por gasolina comum também é inelástica no curto prazo,-0, 0417. Assim, tanto no curto quanto no longo prazo, o consumidor mineiro é inelástico em relação às variações no preço da gasolina C. Além disso, o coeficiente da elasticidade-preço da demanda foi comparativamente superior no longo prazo. Tal resultado já era esperado, uma vez que, no longo prazo, os consumidores têm mais tempo para buscar alternativas de locomoção e abastecimento.

Ressalta-se que a inelasticidade da demanda em relação ao preço favorece o exercício de poder de mercado, e consequentemente, perdas para o bem-estar social. Especificamente, no varejo de gasolina comum, embora com a introdução dos veículos com tecnologia *flex fuel,* exista a possibilidade de substituição entre álcool e gasolina, tal substitubilidade entre ambos é imperfeita em razão de diversos fatores. Assim, a possibilidade de elevação de preços sem grandes perdas de participações de mercado pode gerar peso morto considerável.

4.2 ANÁLISE DA MENSURAÇÃO DA PERDA DE BEM-ESTAR SOCIAL

Conforme mencionado anteriormente, a mensuração da perda de bem-estar social foi realizada para os anos de 2008, 2009 e 2010, em razão da indisponibilidade de dados das participações individuais das empresas para outros anos.

Para o cômputo do DWL foi necessário obter a elasticidade-preço direta da demanda, o faturamento (receita total) das N maiores firmas e a parcela de mercado. O faturamento do setor foi obtido com base no preço médio de gasolina C aos consumidores e na quantidade comercializada deste combustível pelas distribuidoras, em m3, para cada ano. Com relação aos dados da quantidade comercializada de gasolina C, utilizou-se as vendas realizadas pelas distribuidoras às revendedoras de gasolina comum em Minas Gerais devido à carência de informações relativas ao setor varejista em nível estadual.

Entretanto, sugere-se que o uso de tal proxy não constitui fator impeditivo para a análise das variações na perda de bem-estar social dado que uma parcela significativa das vendas das distribuidoras são destinadas aos postos de gasolina e consequentemente, aos consumidores finais. Assim, na Tabela 4 exibiu-se os resultados do peso morto em relação ao faturamento, nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Tabela 4 - Estimativa do peso morto em relação ao faturamento no setor de combustível em Minas Gerais para o período de 2008, 2009 e 2010

Ano	2008	2009	2010	Média
DWL (em R$)	992.596,52	822.921,92	939.178,25	918.232,23
DWL/RT	13,85%	11,21%	10,13%	11,73%

Fonte: elaborada pelas autoras.

Para os três anos analisados verifica-se que a magnitude do peso morto não é desprezível quando comparado ao faturamento do setor. No ano de 2008, verificou-se o maior valor para DWL, sendo que a queda do ano subsequente pode ser atribuída, pelo menos em parte, como reflexo da crise do ano anterior. Na média, o percentual atingiu 11,73% em relação ao faturamento do setor, sugerindo que existe uma perda para a sociedade em torno de R$ 918.232,23.

Dentre os fatores que podem explicar esse resultado tem-se aqueles que viabilizam o exercício de poder de mercado, como por exemplo: a demanda inelástica pela gasolina comum, bem como a concentração de mercado. Especificamente, a inelasticidade da demanda em relação ao preço aumenta a possibilidade de existência e exercício de poder de mercado, implicando em perdas para o bem-estar social. Conforme mencionado anteriormente em Minas Gerais os consumidores reagem pouco às alterações de preço desse combustível.

No que tange a concentração verificada nesse mercado, esta é uma condição necessária, mas não suficiente para existência de poder de mercado. Especificamente, maiores concentrações de mercado

não determinaram os maiores DWL para os anos em análises, entretanto, sua contribuição para a determinação das perdas verificadas nesse mercado não deve ser negligenciada. Os dados das parcelas de mercado das maiores distribuidoras de gasolina comum do estado de Minas Gerais referentes aos anos de 2008, 2009 e 2010 encontram-se reportados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parcela de mercado e razão de concentração das quatro maiores distribuidoras de gasolina comum em Minas Gerais

Empresa	2008	2009	2010
BR	28,30%	28,80%	28,40%
Ipiranga	14,10%	16,80%	19,30%
Alesat	12,90%	13,10%	12,00%
Shell	9,50%	10,40%	10,60%
CR4	64,80%	69,10%	70,30%

Fonte: elaborada pelas autoras.

Verifica-se que de 2008 a 2010, as quatro empresas citadas responderam por uma quantia considerável das vendas totais do mercado de combustíveis, indicando que neste estado existe um setor concentrado. Sabe-se que as vendas das distribuidoras são direcionadas, em grande parte, aos postos de gasolina filiados às suas marcas e que estes postos, por sua vez, repassam os combustíveis aos consumidores finais – considerando que os postos de gasolina não detêm grandes quantidades de combustíveis em estoque. Os consumidores optam, na maioria das vezes, por abastecerem nesses postos ao invés dos postos de bandeira branca, por uma questão de confiabilidade na qualidade do combustível adquirido para o abastecimento de seus veículos.

Além disso, algumas considerações adicionais sobre o ambiente concorrencial desse mercado devem ser consideradas. Conforme mencionado anteriormente, o varejo de gasolina comum apresenta características que favorecem o comportamento colusivo – produto homogêneo, custos semelhantes, atuação ativa dos sindicatos dentre outros. É importante ressaltar que o fato de existir um número suficientemente elevado de postos de combustíveis em determinados mercados geográficos (como em Minas Gerais) não consiste em fator impeditivo para a formação de carteis.

Conforme o CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA (2014), a justificativa não esta relacionada somente à atuação ativa dos sindicatos, mas também por que muitas vezes, a pulverização é aparente, com muitos dos postos concentrados em poucos grupos econômicos. Também, a revenda de combustíveis tem outra característica que facilita o monitoramento de eventual acordo de cartel,

relacionada à regulação do setor. De acordo com a SECRETARIA DE DIREITO ECONÔMICO (2009), a regulação determina que os preços devem ser apresentados em painéis visíveis, na entrada dos postos, de modo destacado e de fácil visualização à distância, durante o dia e a noite, para que se tenha transparência de preços e, consequentemente, reduza o custo de informação sob a ótica do consumidor. Porém, essa transparência tem o mesmo efeito para os demais atuantes no setor, que podem monitorar com facilidade aqueles que cumprem ou não o acordo ilícito.

Ainda, é importante destacar que existem consideráveis barreiras à entrada inibindo a formação de um ambiente competitivo. Tais barreiras podem ser representadas pelo requerimento de autorização para funcionamento da ANP e de licenças municipais condicionadas ao atendimento das restrições da legislação de ordenamento urbano.

Em suma, tudo isso tem implicações negativas sobre o ambiente concorrencial, uma vez que viabiliza o comportamento colusivo e, portanto, o exercício de poder de mercado ocasionando perdas para a sociedade. De maneira geral, esse trabalho é relevante para que se tenha uma melhor compreensão a respeito do setor varejista de gasolina C do estado de Minas Gerais visando, sobretudo, auxiliar nas decisões políticas dos órgãos reguladores, uma vez que estas devem ser cautelosas e baseadas em estudos econômicos detalhados. Controlando-se a conduta empresarial dos postos revendedores é possível preservar o bem-estar dos consumidores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revenda de gasolina comum em Minas Gerais apresenta um conjunto de condições que viabilizam um comportamento colusivo por parte dos postos revendedores. Ao que tudo indica, os postos possuem e exercem significativo poder de mercado trazendo implicações negativas sobre o bem-estar social. O objetivo desse trabalho foi avaliar a ineficiência gerada ao consumidor final de gasolina comum em Minas Gerais no que se refere à perda de bem-estar entre os anos de 2008 a 2010.

Os resultados sugeriram que a demanda por gasolina comum é inelástica em relação a seu preço. Tal fato tem implicações sobre as perdas de bem-estar social, uma vez que, a inelasticidade da demanda em relação ao preço favorece o exercício de poder de mercado. Ressalta-se que a introdução dos veículos com tecnologia *flex fuel,* existe a possibilidade de substituição entre álcool e gasolina, entretanto, tal substitubilidade entre ambos é imperfeita em razão de diversos fatores. Os resultados encontrados para a elasticidade preço cruzada corroboram tal afirmação. Assim, a possibilidade de elevação de preços sem grandes perdas de participações de mercado pode gerar peso morto considerável.

A respeito da perda de bem-estar social, para os três anos analisados verifica-se que a magnitude do peso morto não é desprezível quando comparado ao faturamento do setor. Em 2008, verificou-se o maior valor para DWL, sendo que a queda do ano subsequente pode ser atribuída, pelo menos em parte, como reflexo da crise do ano anterior. Na média, o percentual atingiu 11,73% em relação ao faturamento do setor, sugerindo que existe uma perda para a sociedade em torno de R$ 918.232,23.

Espera-se que este trabalho auxilie nas decisões políticas dos órgãos reguladores, uma vez que estas devem ser cautelosas e baseadas em estudos econômicos detalhados. A preservação do bem-estar dos consumidores desse combustível pode ser realizada a partir do controle da conduta empresarial dos postos revendedores de gasolina comum no estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. *Levantamento de preços* 2010. Disponível em: http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/levantamento-de-precos?view=default/. Acesso em: 12 de out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. *Vendas pelas distribuidoras, dos derivados de combustíveis de petróleo (metros cúbicos)*.2010. http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Vendas_de_Combustiveis_m3.xls. Acesso em: 12 de out. 2011.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, Boston, v. 9, n. 6, p. 716-723, 1974.

ARAUJO, R. L. W. *Mercado de cerveja no Brasil*: um estudo econométrico. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia) – Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2001.

CARLTON, D. W.; PERLOFF, J. M. *Modern industrial organization*. 3th ed. [*S. l.*]: Addison-Wesley Longman, 2005.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. *Varejo de gasolina*. Brasília, DF: Departamento de Estudos Econômicos, 2014. (Cadernos do Cade). Disponível em: http: http://www.cade.gov.br/acesso-a-informacao/publicacoes-institucionais/dee-publicacoes-anexos/cadernos-do-cade-varejo-de-gasolina.pdf. Acesso em: 15 mar. 2015.

DASKIN, A. J. Deadweight loss in oligopoly: A new approach. *Southern Economic Journal*, [*s. l.*], v. 58, n. 1, p. 171-185, July 1991.

DIEHL, D. ; ANDRIOLLI, M.; BACCHI, M. R. P. (2007). Elasticidades-renda das despesas com álcool e gasolina para automóveis e comerciais leves no Brasil em 2002-2003. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. *Anais* [...] Londrina: [*s. n.*], 2007. 1 CD-ROM.

FREITAS, T. A. de. *A defesa da concorrência no mercado de combustíveis líquidos*: teoria, evidências e o uso de filtros para detectar cartéis. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

HARBERGER, A. C. Monopoly and resource allocation. *The American Economic Review*, [*s. l.*], v. 44, n. 2, p.77-87, May 1954.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 12 nov. 2015.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, [*s. l.*], v. 12, n. 2-3, p. 231-254, June.-Sept. 1988.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration: with application to the demand for money. *Oxford Bulletin on Economics and Statistics*, [*s. l.*], v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990.

MARTIN, S. *Industrial economics*: Economic analysis and public policy. 2th ed. [*S. l.*]: MacMillan, 1993.

MAS-COLELL, A; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University, 1995.

NAPPO, M. *A demanda por gasolina no Brasil*: uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros biocombustível. 2007. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) – Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2007.

REIS, J. D.; MORAIS, M. A. F. D.; BACCHI, M. R. P. A demanda do aço brasileiro e a perda de bem-estar ocasionada pelo exercício do poder de mercado no período de 2006 a 2008. *Revista de Defesa da Concorrência*, Brasília, DF, v. 1, n.1, p. 170-196, maio 2013.

ROPPA, B. F. *Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades*: 1973 a 2003. 2005. 64f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SCHIMIDT, C. A. J.; LIMA, M. A. M. A perda do peso morto e a elasticidade-preço da demanda do setor siderúrgico no Brasil. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 127-147, jan.-mar. 2006.

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. *The Annals of Statistics*, Hayward, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.

SECRETARIA DE DIREITO ECONÔMICO. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. 2009. *Combate a cartéis na revenda de combustíveis*. 1 ed. Brasília: SDE/ MJ, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES, LOGÍSTICA E CONVENIÊNCIA. Distribuição e logística. Disponível em: https://somosplural.com.br/dados-do-setor/. Acesso em: mai. 2012.

Capítulo 11

LOGÍSTICA 4.0 E A RASTREABILIDADE DE MATERIAIS: PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS

Karoline Nunes Lima (kahnunesl18@gmail.com)
André de Lima (andredelima.andre@gmail.com)
Wanderson Henrique Stoco (wandersonstoco@yahoo.com.br)

Resumo: Devido às rápidas mudanças de mercado, alta competitividade e crescente pressão para redução de custos, todo custo que não agrega valor ao cliente deve ser eliminado. Dessa forma, a Logística 4.0 visa justamente eliminar os processos que não agregam valor à cadeia, trazendo vários benefícios. O presente trabalho teve por objetivo principal indicar os passos para melhorias de rastreabilidade de materiais de uma empresa de autopeças, em função das dificuldades encontradas para gerenciar materiais dentro da logística. Por isso, a metodologia utilizada para o trabalho foi baseada em levantamento bibliográfico através de livros, sites, monografias e artigos científicos. Portanto, são apresentados os problemas relacionados à movimentação de materiais na empresa, propostas de melhoria utilizando ferramentas da Logística 4.0, a intervenções necessárias, gerando como resultados: melhoria na assertividade de estoques, redução de perda de ativos e mudança na cultura organizacional.

Palavras-chave: Logística 4.0; Indústria 4.0; Rastreabilidade de Materiais; Autopeças; Drummer; RFID.

1. INTRODUÇÃO

No mundo industrial, as dimensões competitivas mais comuns costumam ser o custo, a qualidade, o desempenho das entregas (delivery performance) e a flexibilidade (apud. PIRES, 1995). O custo continua sendo uma dimensão competitiva básica especialmente para produtos e mercados que tendem a se comportar cada vez mais como de commodities. (PIRES, 2007, p.34).

Como o estoque de matéria-prima é caracterizado pela empresa como um alto custo e não agregar valor, quando à maior, é extremamente importante uma boa administração de materiais.

Gonçalves (2010) explica que se uma administração de materiais for bem estruturada, é possível aumentar a vantagem competitiva no mercado através de redução de custos, redução de investimento em estoque, do inventário, e até melhorar as condições de pagamento das compras realizadas com os fornecedores e os produtos oferecidos aos clientes e consumidores da empresa.

Dessa forma, através das novas tecnologias advindas da IoT, será possível criar uma rede de conexão entre dispositivos em tempo real. A Intel (2014), nos mostra a ideia por trás da tecnologia de integração de dados. Imagine vias de trânsito equipadas com câmeras de segurança. Agora, imagine que essas câmeras enviam dados em tempo real para uma base onde ela está integrada ao sistema de controle de semáforos e automaticamente identifica a via que possui mais movimento. Dessa forma, será priorizado o local de mais movimento para evacuação.

Para a logística, funciona da mesma forma: dados em tempo real interconectados com uma rede cheia de informações de diversos dispositivos. O controle de estoque, por exemplo, pode ser realizado de forma eficiente e eficaz, atingindo assim, o objetivo de dada companhia: o lucro.

Logo, o objetivo desse trabalho é focado em propor meios de rastreio de matéria-prima dentro da empresa, utilizando conceitos da Logística 4.0, para fins de controle de estoque e, consequentemente, melhorar o planejamento de materiais diretos à fabricação com a finalidade de reduzir custos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os principais temas tratados neste estudo acerca da Logística 4.0 e rastreabilidade de materiais.

2.1 LOGÍSTICA

Paura (2012) explica que a logística possui suas origens em civilizações antigas. Alexandre, o Grande, Napoleão e Hitler foram exemplos da necessidade do planejamento logístico, mesmo que de forma subjetiva. No caso, Alexandre acertou ao aplicar seus conhecimentos para melhoria dos processos logísticos durante a guerra. No entanto, Napoleão e Hitler não tiveram a mesma sorte. O berço da logística moderna oriunda da Segunda Guerra Mundial.

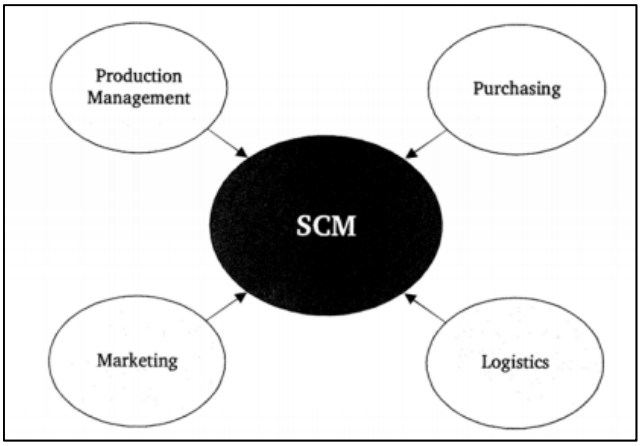
"Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços de informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes" (BALLOU, 2006, p. 27.).

Buller (2009) expõe que a proposta principal da logística é propor melhorias no processo, visando agregar valor ao cliente, que é influenciado, principalmente, pelo alinhamento da operação de materiais e fluxo de informações, além do comprometimento dos envolvidos e planejamento da gestão dos serviços.

2.2 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)

O *Supply Chain Management (SCM)* não se restringe apenas à uma definição. Dessa forma, Pires (2007) afirma que *SCM* é multifuncional e que abrange diversas áreas tradicionais das empresas industriais. Então, pode-se considerar que é uma das áreas responsáveis por agregar conhecimento de diversas áreas. Porém, há quatro áreas especiais, representadas na Figura 1:

Figura 1: Potenciais origens da *SCM*



Fonte: PIRES, 2007

Pires (2007) explica que existem 4 áreas que a SCM pode atuar como expansão. São elas: Gestão da Produção, Logística, Marketing e Compras (Purchasing). A SCM é uma expansão natural dentro da Manufatura, onde deve estar diretamente ligada às necessidades da Produção. Dessa forma, a gestão da Produção e das matérias-primas devem ultrapassar os limites físicos da empresa. Hoje, a necessidade é justamente de gerenciar negócios – chaves, utilizando-as como expansão da produção da própria empresa.

Chopra e Meindl (2016) explicam que o SCM diz respeito à todas as partes envolvidas na solicitação de um cliente, seja de forma direta, ou indireta. Dessa forma, ela engloba o fabricante, fornecedores, transportadoras, armazéns, varejistas e até mesmo o cliente. A SC abrange todas as áreas de uma organização: desde o desenvolvimento do produto, até áreas como finanças, logística, marketing.

2.3 INDÚSTRIA 4.0

Coelho (2016) nos explica que Klaus Schwab foi um dos pioneiros na difusão d o conceito de Industria 4.0. Dessa forma, o termo Indústria 4.0; smart factory; inteligent factory; factory of the future são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro. Nesta visão as fábricas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis. Outra definição para “smart factory” é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes.

Ainda segundo Coelho (2016), o impacto da Indústria 4.0 vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, com pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição.

De acordo com Rizzo (2016), na edição de 2011 da feira de Hannover, o conceito de Indústria 4.0 começou a ser difundido. A iniciativa, que foi fortemente patrocinada pelo governo alemão em parceria com empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa do país propôs uma mudança no paradigma da forma como as fábricas operam hoje.

2.4 LOGÍSTICA 4.0

Conforme Duarte (2001), o termo Logística 4.0 fora utilizado pela primeira vez durante a feira de tecnologia em Hannover, Alemanha. Essa fase, a qual foi denominada como Quarta Revolução Industrial, é uma junção de tecnologias e integração de redes.

A logística busca atender o cliente com confiabilidade, no local e hora corretos, tornando um grande diferencial no mundo globalizado (MAZZEO, 2001). Dessa forma, a logística busca otimizar processos e recursos de modo a garantir o abastecimento correto de produtos e/ ou serviços ao longo da cadeia de suprimentos.

“Os conceitos da Logística 4.0 podem ajudar os profissionais a reduzir a perda de ativos, gerar economia de custos de combustível, garantir estabilidade de temperatura, gerenciar estoque do armazém, ter uma visão do usuário e criar eficiência de frotas.” (FRAGA et al., 2016, p. 113).

Dessa forma, a Logística 4.0 propõe não só o monitoramento de processos e eventos em tempo real, mas também, garantir também o funcionamento de tais processos.

2.5 IOT (INTERNET OF THINGS)

“A Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things*) emergiu dos avanços de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento.” (SANTOS; SILVA; CELES, et. al 2016, p.2).

De acordo com Pereira e Carvalho (2017), atualmente, vem ocorrendo uma grande mudança tecnológica mundial em função da *IoT*, principalmente em função de termos hardwares mais acessível no mercado, com pesos mais baixos, gerando um custo menor de fabricação.

Seguindo a linha de raciocínio de Pereira e Carvalho (2017), a *IoT* é uma evolução da comunicação M2M (Máquina – a – Máquina), que são as máquinas inteligentes que se interconectam entre redes, com a finalidade de transmitir informação uma à outra, proporcionando monitoramento, autonomia e controle de processos. Dessa forma, teremos evolução em todas as áreas: cidades e carros inteligentes, agricultura, medicina, bancos, entre outros.

2.6 RASTREABILIDADE

A rastreabilidade (PALLET et al., 2003, apud. PORTO; LOPES; ZAMBALDI, 2004) é um mecanismo que permite identificar todas as etapas que o produto passou, incluindo o campo, até a chegada ao

consumidor, mesmo que tenha sido processado. Além disso, objetiva controlar e monitorar todas as movimentações nas unidades (entrada e saída), melhorando a qualidade e garantindo a origem através de um conjunto de medidas.

“Uma técnica importante e necessária na qualidade do produto que envolve a documentação da engenharia, da produção e do “histórico” da distribuição de produtos para permitir rastreabilidade do produto no campo, de tal forma que tendências na qualidade possam ser consideradas e ação corretiva rápida possa ser adotada em casos extremos, como o recolhimento do produto, com custo mínimo.” (VINHOLIS e AZEVEDO, 2002 apud. FEIGENBAUM, 1994, p.6). De acordo com a WK Sistemas (2017), há muitas referências para os tipos de rastreabilidade. Dessa forma, há 4 tipos principais de rastreabilidade: à montante, onde a empresa consegue localizar em qualquer etapa do processo; à jusante, pela qual o rastreio é dado a partir do momento em que o produto está em terceiros; produto, relacionada ao lote de produção (como por exemplo Recall de veículos) e Interna, a qual controla os produtos que entram e saem da Indústria, incluindo matéria-prima.

3. ESTUDO DE CASO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o estudo de caso realizado em uma empresa multinacional do seguimento de autopeças, a qual será identificada como Delta LTDA.

3.1 PRODUTO

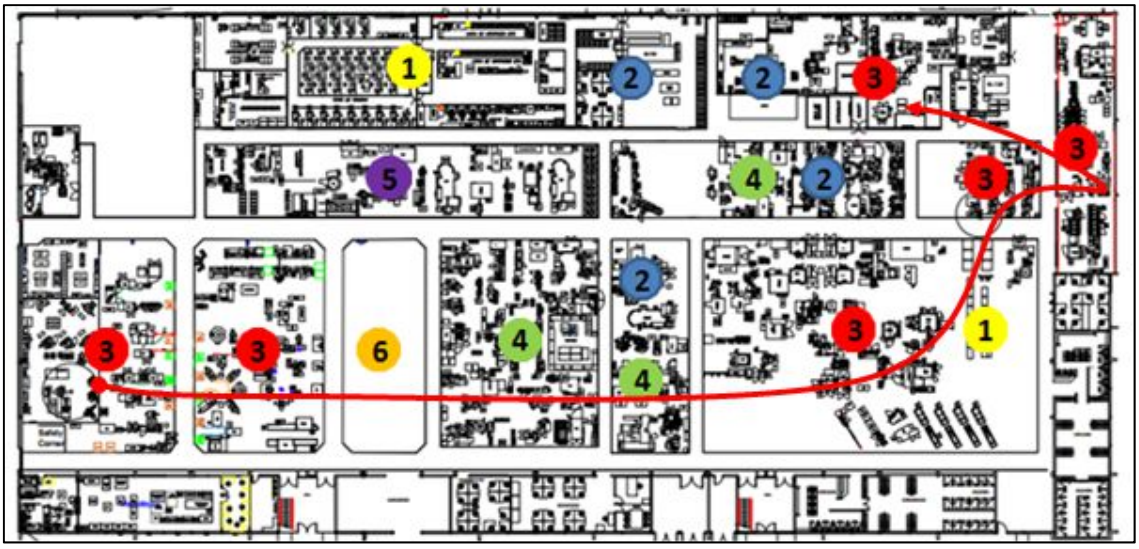
A empresa Delta LTDA fornece sistemas de combustão, produtos de eletrificação, software e controles, além de atuar nos mercados de automóveis de passageiros, de veículos comerciais e na reparação de veículos por meio de uma rede global de pós-vendas.

3.2 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL

O estudo baseia-se na planta direcionada à fabricação de produtos ligados à linha Diesel, onde são realizados processos em peças compradas para posterior montagem. Os produtos que são comercializados provenientes dessa divisão são: bombas, injetores de combustíveis e filtros.

De acordo com o layout de processos da Diesel, é possível identificar o trajeto que leva uma peça até seu destino final, Na Figura 2, é possível visualizar dados processos:

Figura 2: *Spaghetti Chart* Diesel



Fonte: Autor, 2018

O nível de complexidade para fabricar uma peça é relativamente alto (principalmente para a montagem de Injetores) em função das maioria das operações serem realizadas de modo manual e do *lead time* de produção (tempo que a o item final leva para ficar pronto, considerando início de processo já com a matéria-prima em estoque). Dessa forma, são necessários diversos estágios de apontamentos de matéria-prima, indicando em qual estágio o item se encontra. No entanto, esses apontamentos nem sempre são feitos rapidamente e acabam interferindo na visão de matéria-prima no sistema MRP (*Manufacturing Resource Planning*), em função dos atrasos no consumo.

Esse atraso de consumo acaba impactando diretamente no planejamento das áreas de Manufatura e Logística no que diz respeito à assertividade de estoque.

Simulação: Se no MRP indica que há uma demanda de 200 injetores. Ainda de acordo com o sistema, é indicado 100 itens no estoque de prontidão. A *BOM (Bill of Material)*, conhecida como a lista técnica do produto, demanda 5 componentes para montá-lo e 1 unidade de cada componente. No estoque, constam que há todos os componentes, exceto 1 peça (denominada de B), a qual possui apena 80 peças em estoque. Portanto, o cálculo que será disparado para necessidade de produção será:

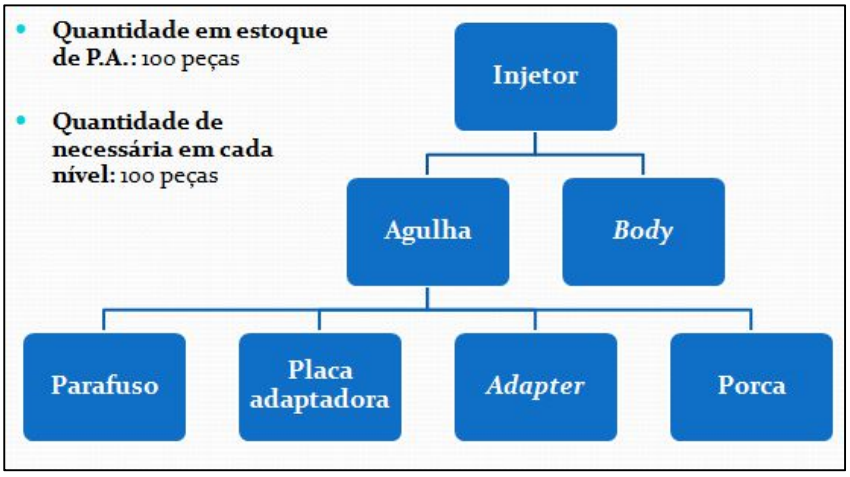
Qtde. Produção = Demanda Produto – Estoque Produto Acabado.

- Qtde. Produção = 200 – 100 ⟶ Qtde. Produção = 100 produtos
- Depois, é necessário realizar o cálculo para MP (com exceção de B):
- Qtde. necessária MP = Estoque MP - (Qtde. Produção * Qtde. especificada por item em BOM).

- Qtde. necessária MP = 100 – (100*1) ⟶ Qtde. MP = 0
- Calculando para peça B:
- Qtde. necessária MP = 80 – (100*1) ⟶ Qtde. MP = -20

Conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o injetor possui outros níveis abaixo dele, refletindo as quantidades necessárias para produção de cada item:

Figura 3: Cálculo MRP (Manufacturing Resource Planning) - Injetor



Fonte: Autor, 2018

Ou seja, é necessária a aquisição de mais 20 peças para o item B. No entanto, se o estoque estiver incorreto, são geradas necessidades de compras erradas que podem gerar falta ou excesso de estoque. Ambos são ruins em termos de Logística, pois geram custos de parada de linha (falta) ou armazenamento (excesso).

Dessa forma, os dados de inventário podem ser afetados por erros de apontamento de produção e impactar diretamente na Política de Estoque, em função de planejar componentes "à escura". Na figura 4, é demonstrado o último Inventário realizado na Delta LTDA:

Figura 4: Inventário Delta LTDA

Inventário Agosto 2018 - U$	Não Disponível - U$	Percentual
2.236.900	349.740	16%

Fonte: Delta LTDA, 2018

Conforme mostrado na figura 4, o valor de inventário é relativamente alto, em função do valor de estoque total. Foram levantados os principais fatores que influenciam em valor de estoque – disponível e não-disponível. Dessa forma, foi utilizado o método de Spaghetti Chart, a fim de indicar o

excesso de movimentação. A ferramenta mostra claramente que há excesso de movimentação de componentes e que o arranjo celular está organizado por processos, conforme figura 2.

Ainda conforme a figura 2, a distância, percorrida é de 500 m. Seu lead time é de 8 dias, aproximadamente, até que todas as operações sejam realizadas, inclusive no Tratamento Térmico que possui têmpera e em seguida, revenimento.

Dessa forma, foram listados os seguintes problemas relacionados à divergência de material e o que o excesso de movimentação que podem impactar diretamente no nível de inventário:

I. Deficiência no apontamento de produção

O apontamento do que foi produzido é essencial para garantir de que a quantidade que consta em estoque/ processo, está correta, além do monitoramento da produção. Hoje, na Delta LTDA, por ter itens com excesso de movimentação (conforme figura 2) e diversos estágios, a rastreabilidade desses itens torna-se complexa.

Atualmente, o método de apontamento da empresa é realizado via caderno de produção e, especificamente para o injetor da linha Diesel, são gastos entre 3 e 4 dias para o apontamento. Esse prazo é considerado longo para o time que planeja materiais receber a informação, tanto no caso de excesso quanto falta de componente para utilização na Manufatura.

II. Falta da cultura de Scrap

O *scrap* é o material que é descartado ocasionado por perdas de processo (cavaco, pontas de barra de aço, entre outros), refugo (quando a peça é morta), problemas de qualidade irreparáveis e até perdas de componentes na manufatura. No entanto, na Delta LTDA, esses procedimentos (*Scrap*) por ser visto como “dinheiro sendo jogado fora” muitas vezes é encoberta, até para que a ineficiência real das linhas de produção não seja exposta.

III. Perda de material

Com o excesso de movimentação, aliado à rotatividade de pessoas, a chance da perca de material aumenta, especialmente componentes pequenos (mola assenta de mola, anéis oring, pinos, esferas, entre outros). Dessa forma, essa perda também não é computada no sistema. Além disso, existe a perda de matéria-prima também ao receber o material e alocar em local divergente no sistema ou realizando movimentações sistêmicas erradas.

IV. Sistema Três Gavetas

O sistema 3 Gavetas é um método de controle visual do estoque de matéria-prima de componentes no processo e visa evitar surpresas com divergências de estoque. Dessa forma, cada vez que se utiliza a gaveta (que contém uma quantidade pré-definida de acordo com a demanda mensal x estoque de segurança) o sinal de gaveta é dado. A gaveta retorna ao Warehouse, o qual é verificado no dia seguinte através de anotações dos part numbers com gavetas vazias. É avaliado se a quantidade que consta em processo é coerente com o que há de peças fisicamente. Depois de dada comparação, tomam-se as medidas de: acionar inventário cíclico (busca por peças divergentes na fábrica) ou compra de mais MP. Contudo, os principais problemas relacionados aos 3 Gavetas hoje são: perda de gavetas no processo e abastecimento errado por gaveta.

V. Falta da Cultura de Coletividade

A cultura da Coletividade e trabalho apesar de incentivada, na prática não ocorre hoje na Delta LTDA. As pessoas costumam apenas se preocupar com a sua área de trabalho, não se importando se as outras áreas são afetadas ou não. Dessa forma, quando é falado em excesso de estoque em processo (de matéria-prima) muitas vezes, as áreas responsáveis por gerar tal excesso não se responsabilizam pelo excedente na linha ou acabam identificando os *part numbers* de cada estágio de forma correta.

3.3 PROPOSTA DE MELHORIAS

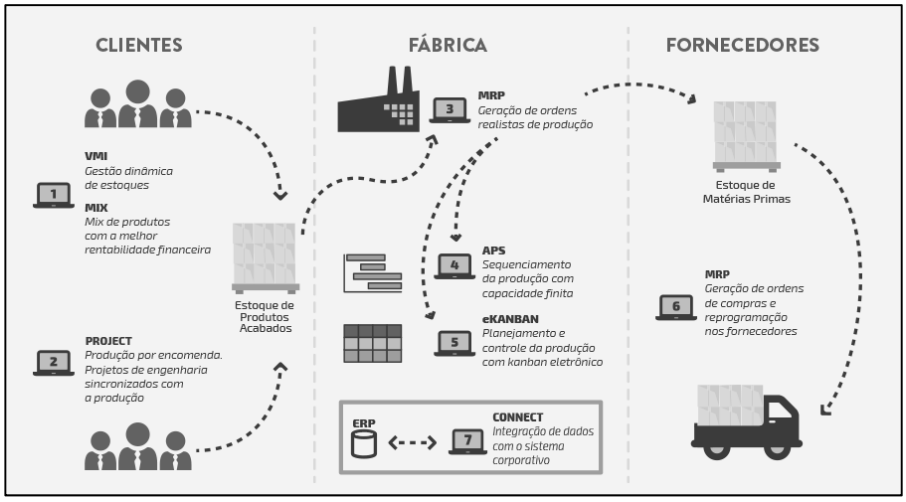
Visando a melhoria contínua dos processos da Delta LTDA, propõe-se neste trabalho as melhorias de I a V apresentadas a seguir:

I. Apontamento de produção

É proposto instalação de computadores em pontos estratégicos da Manufatura e instalação do software Drummer para controle em tempo real do que foi produzido e integração de dados relacionados à baixa de estoque e movimentação de materiais.

Na Figura , é possível verificar que o Drummer integra todos os dados de forma interconectada e em tempo real. As ordens de MRP de produção são ajustadas em tempo real de modo a garantir a assertividade de previsão e evitar surpresas quanto ao inventário.

Figura 5: Integração de Dados - Software *Drummer*



Fonte: Linter, 2018

Logo, o Drummer possui todas as interfaces necessárias para que as informações conversem entre si de modo instantâneo, amarrando uma operação à outra. Exemplo: caso um operador identifique a necessidade de solicitar um material ao almoxarifado, é necessário que primeiro seja realizado o apontamento dos itens que ele estava produzindo, para depois liberar mais peças para serem utilizadas em um novo produto. Uma vez que existe essa amarração, a margem para erros no sistema diminui significativamente.

II. Falta da cultura de "Scrap"

Treinamentos facilitarão a implementação da cultura de realizar scrap de modo correto, realizando os devidos apontamentos no sistema, melhorando a fluidez de informação da empresa e reduzindo divergência de informação de inventário.

III. Perda de Material

Para a perda de material propõe-se utilizar-se de espaços fechados para armazenamento de material na linha e controle. Apenas uma pessoa é responsável por liberar o material da linha. Além disso, devem-se realizar treinamentos rotineiros que incluam o modo correto de armazenagem e manuseio de materiais.

IV. Sistema 3 gavetas

Em relação ao Sistema 3 Gavetas, é necessário que um investimento seja realizado para fechar o local onde os *racks* ficam alocados, pois permite maior controle dos materiais e o sinal de modo correto do

Kanban. Também é proposto a diversificação de cores dos contentores de acordo com a classe do material (aço, plástico etc.) facilitando a organização e visualização dos itens de produção.

Adotar também o sistema de *RFID* para cada gaveta, contendo todas as informações necessárias referentes à data de abastecimento, lote, quantidade abastecida, pessoa responsável.

V. Falta da Cultura de Coletividade

Em relação à melhoria da cultura do coletivo, é proposto implementação de métricas e *KPI's* que englobem todas as áreas e promovam a união entre departamentos e setores.

3.4 INTERVENÇÃO

Por se tratar de mudanças à longo prazo, ainda não foram iniciadas as intervenções propostas no item 3.3 em relação à viabilidade do projeto quanto ao custo de implementação. No entanto, já existem algumas iniciativas em relação à programação de materiais utilizando o QAD.

Dessa forma, as melhorias implementadas para auxílio da transição de programação manual (realizada em planilhas) para dentro do sistema já serviram como apoio à implementação das mudanças necessárias expostas para os 5 pontos listados acima, utilizando parâmetros de Lote econômico, ordem mínima, prazo de entrega, período de entrega.

4. RESULTADOS

Os resultados esperados para dadas intervenções são: melhor fluidez e assertividade de informação que chegam às áreas, principalmente de Logística e Manufatura, além de gerar oportunidades de redução de custos e melhor controle de estoques. Dessa forma, é possível promover um melhor alinhamento de informações com os objetivos da empresa e agregar valor à cadeia de produção.

Ou seja, para os pontos abordados no capítulo anterior, após a intervenção para as deficiências no apontamento de produção, é esperado que através da utilização do Drummer, os processos conversem entre si e melhore a velocidade de transferência de dados referentes a produtos fabricados e materiais utilizados, interferindo diretamente no MRP de dados produtos.

Para a falta de cultura do Scrap, espera-se que os treinamentos e a conscientização quanto ao material não apontado ou descartado indevidamente, surtam efeito de modo a reduzir e, posteriormente, eliminar tais erros e vícios.

No que diz respeito à perda de material, após fechar os locais onde são armazenados os materiais tanto da linha, quanto do estoque, é esperado que a perda seja reduzida ou eliminada em função de possuir maior controle e redução do número de pessoas com acesso aos locais com materiais.

Já para o Sistema 3 Gavetas, há a expectativa de que após o investimento na compra de novos contentores e fechamento do local onde são armazenados os itens na linha, melhore a gestão da informação e material, dando oportunidade, inclusive para futuras melhorias.

Por fim, em relação à falta de cultura da Coletividade, após a implementação de métricas e *KPI's* abrangendo vários setores e forçando as áreas conversarem entre si e trabalharem unidas, espera-se redução de conflito de interesses seja realizada, promovendo a união dos colaboradores em alinhamento com os objetivos da companhia.

5. CONCLUSÃO

Mediante a sociedade atual onde temos a tecnologia presente cada vez mais no nosso dia-a-dia, que possibilita tomada de decisões mais rápidas e proporcionando aumento de competitividade no mercado, a Logística 4.0 vem para auxiliar no aumento de market share das companhias no mercado, buscando melhoria no processo, eficiência e assim, possibilitando reduções de custos operacionais.

Dessa forma, conforme exposto ao longo do trabalho, a Delta LTDA apresenta oportunidades de melhorias no que diz respeito aos processos ligados à rastreabilidade de materiais utilizando conceitos da Logística 4.0.

Logo, constatou-se que os problemas da empresa relacionam-se, principalmente, à deficiência de alimentar o sistema corretamente com o que era produzido, além da cultura das pessoas presentes no processo produtivo, que mascaravam perda de material ou não controlando a perda real de produção, interferindo diretamente no planejamento de materiais e nos resultados da companhia.

Para tanto, foram propostas medidas para sanar os principais problemas como a utilização de um software que integra, principalmente, toda a cadeia de SCM em tempo real, permitindo melhor acompanhamento dos processos e melhorando a assertividade de estoque. Além disso, foi proposto também treinamentos para mudança de mindset.

É válido lembrar que as propostas em si não abrangem todas as possibilidades de intervenção possíveis dentro da companhia, mas servem como um direcionamento de execução de um projeto para melhorias de processos organizacionais. Por isso, pode-se concluir que caso as propostas de melhorias sejam implementadas, os resultados impactarão diretamente os resultados da Delta LTDA.

REFERÊNCIAS

BALLOU, H.R. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2007.

BULLER, L. S. Logística Empresarial. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2009.

CHOPRA, S; MEINDL, P. Gestão da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operações. 6 ed. São Paulo: Pearson, 2016. p. 1.

COELHO, P. M. N. Rumo à Indústria 4.0. Dissertação. (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2016.

DUARTE, A. Y. S. Gerenciamento da demanda em TI. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) apresentada na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/SP. 2017.

FREITAS, M. M. B. C de; FRAGA, M. A. de F; SOUZA, G. P. L. de. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa- ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. Artigo. (Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC 2015-2016). Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/viewFile/214/175>. Acesso em: 01/05/2018.

GONÇALVES, P. S. Administração de materiais. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MAZZEO, M. A Pires. A Importância da informação na logística: programação de peças pequenas por nível de estoque na Fiat. 203 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) apresentada na Universidade Federal de Florianópolis/SC. 2001.

PAURA, G. L. Fundamentos da Logística. Curitiba: Instituto Federal Paraná, 2012.

PEREIRA, C. E. P; CARVALHO, F. V. de. A Internet das Coisas (IoT): Cenário e Perspectivas no Brasil e Aplicações Práticas. In: SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES. INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – INATEL ISSN 2358-1913. 2017. TCC. SAPUCAÍ, 2017.

PIRES, S.R.I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. São Paulo: Atlas, 2007. P. 62-63.

PORTO, L. F. de A.; LOPES, M. A., ZAMBALDI. A. L. Desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade aplicado à cadeia de produção do vinho.
Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/06.pdf>. Acesso em: 01/05/2018.

SANTOS; SILVA; CELES, et. al. Internet das coisas: da teoria à prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 34., 2016. Anais. Salvador, 2016.

SISTEMAS, WK. A Importância da Rastreabilidade de Produtos para a Organização da Indústria. Disponível em: < http://blog.wk.com.br/importancia-da-rastreabilidade-de-produtos-para-organizacao-da-industria/>. Acesso em: 16/10/18.

Capítulo 12

A REALIDADE VIRTUAL EM BENEFÍCIO DAS METODOLOGIAS ATIVAS: UMA APLICAÇÃO NA DISCIPLINA DE USINAGEM

Charles Rech (Universidade Federal de Santa Maria - charles.rech@ufsm.br)
Claudio Freitas (Universidade La Salle - cfreitas@mideacarrier.com)
Hiasmin Amaral Pinheiro (Universidade La Salle - hiasminpinheiro43@gmail.com)
Simone Ferigolo Venturini (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - sfventurini@yahoo.com.br)
Tais Oliveira da Silva (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - tais.raupp@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A educação é o horizonte primordial da realidade virtual. A imersão que ambientes virtuais proporcionam pode reproduzir experiências e facilitar a compreensão de teorias de forma mais efetiva. Instituições de ensino superior americanas já se dedicam a construir sistemas de realidade virtual para a educação, desde a pré-escola até à pesquisa de doutorado. Acredita-se que a realidade virtual seja a próxima grande mudança que a tecnologia trará para a vida das pessoas (ÉPOCA, 2016).

Dentre as estratégias elencadas pelo Ministério da Educação no Plano Nacional de Educação (PNE), está a de incentivar práticas pedagógicas com abordagens interdisciplinares baseadas na relação teoria e prática, promovendo a organização dos conteúdos obrigatórios e eletivos articulados em diversas dimensões. Isto incentiva a obtenção de equipamentos e laboratórios, a produção de material didático específico e a formação constante de professores (BRASIL, 2014).

Ocorre que algumas Instituições de Ensino Superior (IES) não possuem todos os laboratórios necessários a formação do futuro profissional. A montagem do laboratório de ensino é uma das etapas críticas, visto as IES não preverem o adequado dimensionamento das instalações prediais. Quando da ampliação ou reforma, tem-se as mesmas dificuldades.

Nesse caso, outra questão são as normas de segurança, pois as atuais são diferentes das utilizadas no passado. Assim, precisam ser considerados a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, bancadas, capelas, estufas, muflas, tipo de piso, materiais de revestimento das paredes, iluminação e ventilação do ambiente. E por fim, a legislação relacionada aos portadores de necessidades especiais (MEC, 2014).

As empresas de manufatura que possuem recursos produtivos em funcionamento, por sua vez, nem sempre podem receber visitas de alunos de IES. Isso se deve pelo fato de poderem ocorrer acidentes com os alunos nas dependências da empresa, gerando a responsabilização da mesma. A empresa também pode ser prejudicada pelos visitantes que podem causar danos ao equipamentos do processo produtivo, por negligência ou por dolo. Outro fator a considerar são os horários para acesso às dependências, já que algumas empresas não mantém a estrutura de segurança e identificação de visitantes em todos os seus turnos de trabalho.

Dessa forma, as IES precisam lançar mão de formas diferenciadas de apresentar as faces dos processos produtivos a seus alunos de forma mais próxima da realidade, facilitando o entendimento do assunto abordado. Nesse sentido, as metodologias ativas também podem auxiliar, uma vez que nessas

ocasiões os alunos estão engajados o processo de aprendizagem, participando de atividades que os fazem refletir sobre as ideias propostas e sobre como elas estão sendo utilizadas (MICHAEL, 2006). Aprender com metodologias ativas torna o aluno mais confiante para tomar decisões e para aplicar seus conhecimentos na prática. No geral, esses alunos tornam-se mais autônomos e adquirem gosto pela resolução de problemas (BARBOSA; MOURA, 2014).

Corroborando com isso, este trabalho tem por objetivo usar a realidade virtual como uma ferramenta para aplicar metodologias ativas na disciplina de usinagem. O objetivo geral foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos: i) desenvolver conteúdo em realidade virtual; ii) aplicar as metodologias ativas com o apoio do conteúdo desenvolvido e iii) avaliar resultados da atividade.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: nesta introdução, que contextualiza o assunto abordado; na fundamentação teórica sobre ferramentas de realidade virtual, metodologias ativas e processos de usinagem; na metodologia, que indica como a pesquisa está classificada e o roteiro de atividades desenvolvidas e, por fim, na apresentação dos resultados obtidos, nas considerações finais e nas sugestões para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FERRAMENTAS DE REALIDADE VIRTUAL

Segundo Kirner e Tori (2004), a realidade virtual (RV) tem como objetivo buscar interfaces interativas, cada vez mais próximas das sensações humanas. Devido à redução dos custos de sistemas eletrônicos, a RV encontra-se em processo de expansão e pode ser aplicada em diversas áreas, passando pelo entretenimento, medicina, arte, grandes setores industriais, serviços, entre outros (SEABRA; SANTOS, 2005). A tecnologia imersiva conta com uma gama de ferramentas que podem ser utilizadas no ambiente acadêmico, agregados a metodologias de ensino, facilitando e tornando mais fácil o aprendizado dos conteúdos ministrados em aula.

Entre as ferramentas de realidade virtual mais popularizadas, encontra-se o *cardboard*, um dispositivo de baixo custo que pode ser confeccionado pelo próprio usuário. Trata-se de um equipamento de papelão que, quando montado e acoplado a um *smartphone*, se transforma em equipamento para visualização de conteúdo de RV. O *cardboard* traz experiências imersivas de maneira simples e acessível e proporciona experimentar a realidade virtual com o uso do *smartphone* (GOOGLE VR, 2018).

Por sua vez, a *Ricoh Theta S* é uma câmera especial, composta por duas lentes que geram imagens simultâneas do ambiente ou processo, gerando vídeos de alta qualidade em 360 graus. Dessa forma, esse formato possibilita explorar todos os espaços de um ambiente de manufatura e posteriormente, ser utilizado em sala de aula.

A RV possibilita ao aluno visualização espacial, fixando a atenção dele e estimulando a criatividade e a imaginação. Para que a RV seja utilizada na educação é preciso desenvolver estratégias didáticas e pedagógicas, como, por exemplo, associar as imagens e vídeos capturados a dados orais, bibliográficos, mapas e anexos. Dependendo da atividade, o envolvimento do aluno pode ser individual ou coletivo. Essas experiências imersivas motivam os alunos a disseminar o conhecimento, por se tratar de uma prática mais dinâmica, pois transmite além de informações, emoções e sensações. Corroborando com isso, Troyan (2012) afirma que a realidade virtual traz a real noção de tempo e espaço, fazendo com que seja constituído na mente os fatos vividos e as paisagens observadas.

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS

Metodologia ativa é todo o método instrucional que possui como premissa o engajamento do estudante no processo de aprendizagem (MICHAEL, 2006). Além disso, o professor atua como um facilitador, indicando o caminho a ser seguido e dando autonomia ao aluno (BERBEL, 2011). Uma das modalidades do *e-learning* (estudo a distância via computador) é conhecida como sala de aula invertida (*FlippedClassroom*), ou seja, o aluno antes de frequentar a sala de aula, já estuda o conteúdo e as instruções online (VALENTE, 2014). Segundo o relatório *FlippedClassroom Field Guide* (2014), existem prescrições básicas para “inverter a sala de aula”: i) em sala de aula faz-se necessário uma quantidade significativa de questionamento, resolução de problemas e outras modalidades de aprendizagem ativa, fazendo com que o aluno tenha a oportunidade de recuperar e ampliar as atividades realizadas on-line; ii) em cada atividade presencial, o aluno tem, imediatamente, um feedback, para acompanhar a sua evolução e desempenho; iii) tanto as atividades on-line quanto presenciais, são avaliativas e compõem a nota final, instigando os alunos a participarem efetivamente; iv) os materiais utilizados on-line e em sala de aula devem ser bem planejados e estruturados.

Outra metodologia ativa utilizada é o *think-pair-share*. A ideia geral do *think-pair-share* é que os alunos, independentemente, pensem e resolvam um problema e compartilhem seus pensamentos ou soluções com alguém próximo. Todo aluno deve ser preparado para atividades colaborativas,

trabalhando aos pares e compartilhando seus pensamentos ou soluções com demais colaboradores (AZLINA, 2010). Para o mesmo autor, os professores têm mais tempo para pensar e a incentivar a elaboração de respostas tornando mais complexas as questões.

2.3 PROCESSOS DE USINAGEM

Os processos metalúrgicos tradicionais, não produzem peças com acabamento definitivo ou com as especificidades desejadas de acordo com a utilização (CHIAVERINI, 1986). É necessário que essas peças sejam processadas a fim de se obter um melhor aspecto superficial e ajustar as dimensões para que atendam as especificações de produção, de acordo com a sua aplicação. Os processos de usinagem são os responsáveis para a obtenção e garantia desses resultados. Chiaverini (1986) elenca vários processos de usinagem, dentre eles, utilizados da dinâmica deste trabalho, o torneamento, a furação e o fresamento.

A obtenção de bons resultados, através de operações de usinagem, dependem de algumas condições, como o movimento de corte da peça, o avanço da ferramenta, a velocidade de corte, o ângulo de corte, a profundidade de corte e as forças exercidas pela ferramenta de corte (CHIAVERINI, 1986).

O torneamento é a operação na qual uma peça de dimensões indefinidas, gira em torno do seu próprio eixo fixada em uma máquina operatriz que realiza a usinagem. A máquina operatriz é denominada torno mecânico ou universal. Simultaneamente, a ferramenta de corte retira material da periferia da peça pelo movimento de translação. Dessa forma, obtém-se uma peça bem definida em relação à forma e às dimensões (CHIAVERINI, 1986).

Dentre os processos de usinagem citados, a furação é um dos mais utilizados na indústria. Poucas peças possuem furos prontos quando em sua forma bruta, portanto, em qualquer categoria de manufatura o processo de furação é necessário (COPPINI, DINIZ, MARCONDES, 2013). O processo de furação é caracterizado por abrir, alargar ou acabar furos em peças. A ferramenta de corte utilizada é a broca, que através do movimento de rotação e de avanço, remove material da peça sob usinagem. A máquina operatriz que proporciona tais movimentos denomina-se furadeira. O tipo de furadeira mais usual em processos produtivos é a de coluna, composta por uma base fixa, uma mesa inferior móvel para apoio da peça, o cabeçote superior fixo e a mesa ajustável com a ferramenta de corte (CHIAVERINI, 1986). Existem outros modelos, as portáteis de uso manual, as de bancada para peças de dimensões menores e as radiais para peças de grandes dimensões, onde a furação ocorre em pontos distantes da periferia.

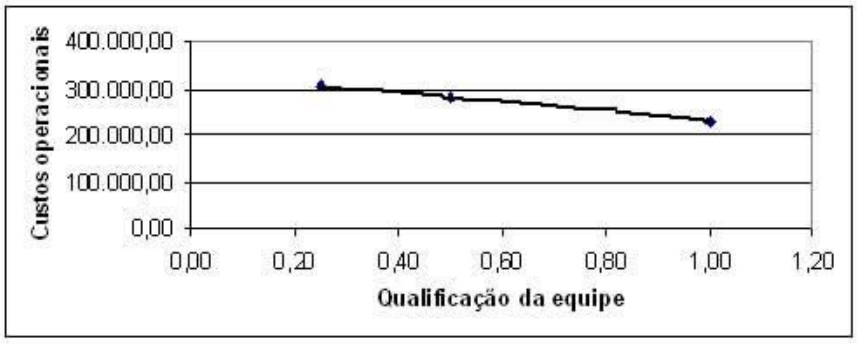
O processo de fresamento de materiais é um dos mais práticos em função de possibilitar a usinagem de vários tipos de geometrias. Tem como características a utilização da ferramenta chamada fresa, o movimento de corte ser através da rotação da fresa em seu próprio eixo e o movimento de avanço ser realizado pela peça que está sendo usinada (COPPINI, DINIZ, MARCONDES, 2013). Dentre os tipos fundamentais de fresamento, pode-se classificar dois tipos, de acordo com a disposição dos dentes ativos da fresa: i) fresamento tangencial: processamento no qual os dentes ativos se localizam na superfície cilíndrica da ferramenta e o eixo da fresa é paralelo à superfície que está sendo usinada. ii) fresamento frontal: processamento onde os dentes ativos da fresa se localizam na superfície frontal da ferramenta e o eixo da fresa é perpendicular à superfície usinada (COPPINI, DINIZ, MARCONDES, 2013).

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho tem natureza aplicada, visto ser direcionada a gerar conhecimento prático (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Conforme classificação das mesmas autoras, o método utilizado foi o estudo de caso com uma abordagem quantitativa. A proposta de trabalho foi aplicada na disciplina Processos de Fabricação I: Usinagem, pertencente ao quinto semestre do curso Engenharia Mecânica de uma Instituição de Ensino Superior. De acordo com o plano pedagógico do curso de Engenharia Mecânica, esta disciplina tem como ementa os seguintes assuntos: apresentar ao aluno os conceitos básicos dos processos de usinagem; classificar os processos industriais; compreender a dinâmica do processo de usinagem; tipos de materiais e ferramentas utilizadas e analisar, mensurar e calcular as variáveis dos processos de usinagem.

A turma era composta por 25 alunos. Participaram do estudo todos os alunos presentes no dia da dinâmica: 20 alunos do sexo masculino, todos cursando Engenharia Mecânica. Na Figura 1 é apresentado a metodologia de trabalho proposta para este artigo.

Figura 1 - Metodologia de Trabalho



Fonte: Autores

A metodologia de trabalho se inicia na (1) construção prévia de materiais e conteúdos. Por materiais prévios entende-se: o conteúdo a ser disponibilizado na sala de aula invertida, o vídeo apresentado com auxílio do cardboard e os exercícios a serem utilizados na metodologia think-pair-share. Na etapa de (2) sensibilização, os alunos são informados sobre a dinâmica com uma semana de antecedência.

Eles também são incentivados a estudar o conteúdo da semana seguinte previamente - (3) sala de aula invertida. No dia da dinâmica, os alunos têm a (4) experiência com o cardboard, visualizando um processo produtivo em 360º. Após, os mesmos passam para a etapa do (5) think-pair-share, respondendo o questionário de 8 perguntas elaborado pelo professor. Primeiramente, os alunos respondem sozinhos (think), depois, em duplas (pair) e, por fim, compartilham suas respostas com o grande grupo (share). Na sequência, os alunos respondem um (6) questionário acerca da metodologia aplicada e também registram seu número de acertos em cada etapa do think-pair-share. Na tabela 1 é apresentado o questionário aplicado, que composto por três perguntas.

Tabela 1 - Questionário de percepção da dinâmica

Item/Pergunta
01 Aprendo melhor quando a aula é ministrada com metodologias ativas
02 Preciso me dedicar mais quando a aula utiliza metodologias ativas
03 Estudar o conteúdo antes da aula é positivo

Fonte: Autores

As respostas podem variar, em uma escala de concordância, de 1 até 5, onde 1 é discordo totalmente e 5 é concordo totalmente. Por fim, os (7) dados são analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira etapa para execução desta pesquisa foi a construção prévia dos materiais e conteúdos. Assim, realizou-se a filmagem do processo produtivo de uma indústria da região.

O vídeo foi filmado pelos autores com a câmera *Ricoh Theta S* (2017) que, segundo Troyan (2012), se trata de uma câmera com lentes específicas de olho de peixe (*fisheye*). Com este tipo de câmera, é possível obter imagens em 360º, ideais para a RV. O vídeo foi editado conforme as orientações do professor da disciplina, que elaborou um questionário com 8 questões a ser utilizado com a metodologia *think-pair-share*. O professor também elaborou o conteúdo teórico acerca dos assuntos abordados no vídeo. O conteúdo teórico foi disponibilizado previamente aos alunos (sala de aula invertida).

Uma semana antes da dinâmica ocorreu a sensibilização, que durou cerca de 20 minutos. Neste dia, foi explicado aos alunos o que ocorreria na semana seguinte. A turma também foi incentivada a estudar o conteúdo teórico relativo ao vídeo com antecedência (metodologia da (3) sala de aula invertida).

Após, a turma visualiza o processo produtivo no (4) *cardboard*, em um vídeo com duração aproximada de 10 minutos. O vídeo em RV, filmado em 360º, abre a etapa do (5) *think-pair-share*.

Nesta etapa, foi explicado brevemente aos alunos que eles deveriam responder o questionário individualmente (*think*) e, após terminado, conferir as respostas com um outro colega, formando uma dupla. Nesta subetapa (*pair*) a turma teve a possibilidade de validar suas respostas e defender seus pontos de vista.Por fim, os alunos foram convidados a expor as suas respostas e validá-las com o professor (*share*). Essa sub etapa se mostrou descontraída, sendo possível observar que os alunos se mostraram confortáveis com seus erros, fizeram perguntas e entenderam os pontos chave das questões.

Concluindo, os alunos foram convidados a responder um (6) questionário acerca da metodologia aplicada e a registar o seu número de acertos em cada subetapa do *think-pair-share*. Na Figura 2 são sintetizadas as respostas da turma.Na sequência, os alunos respondem um (6) questionário acerca da metodologia aplicada e também registram seu número de acertos em cada etapa do *think-pair-share*.

Figura 2 - Questionários aplicados após dinâmica

Concordância (de 1 à 5)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Média	Desvio
Aprendo melhor quando a aula usa metodologias ativas*	4	5	3	4	5	5	4	5	5	4	3	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4,5	0,686
Preciso me dedicar mais quando a aula utiliza metodologias ativas*	3	4	4	3	4	4	3	4	5	2	4	3	4	4	4	5	1	5	4	1	3,6	1,146
Estudar o conteúdo antes da aula me ajuda a aprender melhor	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	4	5	4,6	0,754

Número de Acertos	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Média	Desvio
Respostas individuais	6	4	5	6	3	4	4	3	2	4	5	3	6	6	6	6	7	6	5	7	4,9	1,447
Respostas em dupla	5	8	5	6	3	5	5	3	1	3		2	7	6	5	8	7	8	1	7	5,0	2,285
Respostas após conversa com a turma	8	8	8	8		8	8	6	2	6	8	3	7	6	6	8		8	5	8	6,7	1,841

Respostas Qualitativas
Não acho que aprendo melhor, mas a prática [metodologia ativa] complementa a teoria [metodologia tradicional].

Fonte: Autores

Os alunos concordam que aprendem melhor se a aula utiliza metodologias ativas e também que estudar o conteúdo previamente facilita o aprendizado. Essas duas afirmações apresentaram as notas médias de 4,5 e 4,6; respectivamente, sendo a escala de concordância de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). As afirmações também apresentaram desvios baixos - 0,69 e 0,75, respectivamente.

Adicionalmente à afirmação “aprendo melhor se a aula utiliza metodologias ativas” um aluno pontuou: “Não acho que aprendo melhor, mas a prática [metodologia ativa] complementa a teoria [metodologia tradicional]”. Esse comentário, acrescido das observações realizadas *in loco*, indicam que os alunos provavelmente não seriam receptivos a uma disciplina ministrada apenas com metodologias ativas.

Os alunos foram, em média, indiferentes a afirmação: “preciso me dedicar mais quando a aula utiliza metodologias ativas”. Contudo, observa-se que o desvio das respostas a esta afirmação foi relativamente alto (1,15). Uma análise individual das respostas a esta informação mostra que 15% dos alunos (3 respondentes) concordam totalmente com a afirmação e 10% (2 respondentes) discordam totalmente.

Em relação ao número de acertos em cada subetapa do *think-pair-share*, observa-se pouca mudança entre as respostas individuais (*think*) e as em dupla (*pair*). Os desvios inclusive indicam que, em alguns casos, os resultados pioraram na etapa das respostas em dupla. Já em relação ao número de acertos após conversa com a turma (*share*) nota-se uma mudança positiva, mesmo considerando o desvio. Acrescentando esses dados às observações realizadas *in loco*, é possível inferir que provavelmente alguns alunos responderam o questionário em dupla já na etapa individual. Os alunos também se

mostraram em dúvida em relação a qual número de acertos registrar na linha “número de acertos após conversa com a turma”. O equívoco pode ser sido gerado pela redação da questão, bem como pelo fato do compartilhamento com a turma ter sido seguido imediatamente da resposta correta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo usar a realidade virtual (RV) como uma ferramenta para aplicar metodologias ativas na disciplina de usinagem. Esse objetivo foi atendido, uma vez que houve a filmagem e edição de um vídeo em RV, utilizado como apoio para as metodologias ativas sala de aula invertida e *think-pair-share*.

A atividade foi avaliada com sucesso, sendo que observou-se tanto a aderência dos alunos como a concordância com o método proposto. As afirmações com as quais a turma mais concordou foram: “aprendo melhor se a aula utiliza metodologias ativas” e “estudar o conteúdo antes da aula me ajuda a aprender melhor”. Também foi possível notar um aumento no número de acertos dos alunos após o compartilhamento das respostas com a turma.

Para trabalhos futuros, sugere-se melhorar o rigor metodológico da pesquisa, bem como aplicá-la em outros cenários para verificar se os resultados se assemelham. Por fim, observou-se também os ganhos qualitativos da aplicação da metodologia, como, por exemplo, os alunos mais descontraídos na aula e também sentindo-se para confortáveis para sanar eventuais dúvidas sobre o conteúdo. Espera-se que este e outros trabalhos possam estimular uma educação que se aproveite de novas tecnologias para engajar os alunos e também melhorar o aprendizado dos mesmos.

REFERÊNCIAS

AZLINA, N. A. Nik. CETLs: Supporting Collaborative Activities Among Students and Teachers Through the Use of Think-Pair-Share Techniques. In: International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 5, September 2010 18 ISSN (Online): 1694-0814.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. In: XIII International Conference on Engineering and Technology Education. Portugal, 2014.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As Metodologias Ativas e a Promoção da Autonomia de Estudantes. In: Seminário Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Recomendações para montagem do laboratório de máquinas operatrizes. Brasília: Assessoria de Comunicação, 2014. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/292-programas-e-acoes-1921564125/brasil-profissionalizado-1679083084/13790-laboratorios>. Acesso em 21 mai. 2018.

CHIAVERINI, V.; Tecnologia Mecânica. São Paulo: Mc-Graw-Hill, 1986.

COPPINI, N. L.; DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; Tecnologia da Usinagem dos Materiais. São Paulo: Artliber, 2013.

ÉPOCA. São Paulo, 20 jan. 2016.
Disponível em: <https://epoca.globo.com/ideias/noticia/2016/01/realidade-virtual-na-sala-de-aula.html>. Acessoem: 08 mar. 2018.

FLIPPED CLASSROOM FIELD GUIDE. Portal Flipped Classroom Field Guide. Disponível em: <http://www.e-learn.nl/2013/06/11/flipped-classroom-field-guide>. Acesso em: 15 dez. 2017.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T.; Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOOGLE VR, Get your Cardboard. Disponível em: <https://vr.google.com/cardboard/get-cardboard/>. Acesso em 21 mai. 2018.

KIRNER, C.; TORI, R.; Realidade Virtual: conceitos e tendências. São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.

MICHAEL, Joel. Where's the Evidence that Active Learning Works?.HowWeLearn, 2006.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. Utilização de técnicas de realidade virtual no projeto de uma ferramenta 3D para desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. Revista Educação Gráfica, Bauru, n.9, p.111-122, 2005.

THETA, Ricoh Theta S. Disponível em: <https://theta360.com/en/about/theta/s.html>. Acesso em 26 dez. 2017.

TROYAN, D. ; FREITAS, M.C.D. ; ISHIDA, C. Y. Geração de imagem esférica em 360 graus como estratégia de aprendizagem aplicada no âmbito escolar. Extensão em Foco (Curitiba), v. 8, p. 1-19, 2013. Ciência da Informação e Semiótica: conexão de saberes.

VALENTE, J. A., Blended Learning e as Mudanças no Ensino Superior: a Proposta da Sala de Aula Invertida. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR.

Capítulo 13

PERFIL DE UM ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - A PARTIR DA VISÃO DO MERCADO DE TRABALHO

Renata Ribeiro Silva (Universidade La Salle - ribeiro.nita@gmail.com)
ricardo buneder (Universidade La Salle - rbuneder@yahoo.com.br)
Simone Ferigolo Venturini (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - sfventurini@yahoo.com.br)
Tais Oliveira da Silva (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - tais.raupp@hotmail.com)
Charles Rech (Universidade Federal de Santa Maria - charles.rech@ufsm.br)

1. INTRODUÇÃO

Desde a origem da Revolução Industrial, o setor industrial vem progredindo pela busca de níveis cada vez maiores de produtividade. Neste sentido, foram pesquisadas e criadas técnicas e métodos para operacionalização dos sistemas de produção, a partir dos quais surgiram novos elementos que contribuíram para o aumento da eficiência do setor industrial, em função disso, outros setores além da indústria observaram que estudos para o aprimoramento da produtividade poderiam ser exitosamente desenvolvidos, dando origem à necessidade de criação de um curso específico para a expansão dos estudos de otimização dos sistemas de produção e de seus processos. Desde então, o número de cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia de Produção vem crescendo no Brasil e no mundo.

Hoje estimam-se que sejam mais de mil cursos de graduação em todo o Brasil, e a perspectiva é que esse número siga aumentando, pelo fato de existir cada vez mais demanda de profissionais para esta área nas empresas. Tal demanda é justificada pelas características desses profissionais que possuem formação genérica e perfil técnico. Com base em tais informações, emerge o problema dessa pesquisa: quais as principais lacunas encontradas no projeto pedagógico de cursos de Engenharia de Produção de três universidades da região metropolitana de Porto Alegre quando comparadas às expectativas do mercado local?

Para responder a essa indagação foram realizadas entrevistas com coordenadores de cursos de Engenharia de Produção das universidades pesquisadas. A partir do problema deste estudo, foram definidos os objetivos gerais e específicos. Objetivo geral: Identificar as principais lacunas no projeto pedagógico de cursos de Engenharia de Produção de três universidades da região metropolitana de Porto Alegre quando comparadas às expectativas do mercado deste local. Objetivos específicos: (i) Analisar o perfil do egresso dos cursos de Engenharia de Produção de três universidades da região metropolitana de Porto Alegre a partir da análise de seus projetos pedagógicos; (ii) Verificar junto a profissionais da região metropolitana de Porto Alegre quais as necessidades do mercado de trabalho deste local; (iii) Sugerir aperfeiçoamentos nos projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia de Produção das universidades pesquisadas a partir das lacunas identificadas pelos profissionais entrevistados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ao compararmos a Engenharia de Produção às demais engenharias, ela é considerada uma das mais recentes, origem se deu na chamada “Engenharia Industrial”, quando Frederick W. Taylor e o casal Frank e LillianGilbreth, Henry Gantt e Harrington Emerson realizaram estudos sobre o aumento da produtividade e métodos de redução de tempos e movimentos dos operários na fabricação de peças por volta do final do século XIX e meados do século XX (FAÉ e RIBEIRO, 2005).

Segundo Cunha (2002), a partir da automação dos recursos e processos, o foco das atenções passou da realização do trabalho propriamente dito, para a maneira como o trabalho era realizado, deste modo a otimização das máquinas deu início à organização do chão-de-fábrica, pela necessidade de rentabilização dos altos investimentos realizados neste setor. Estudos abordando a logística de produção tiveram início com Frederick Taylor, que começou a incorporar o conceito de otimização do trabalho, e com Henry Ford, que estabeleceu noções de layout de máquinas na forma de linha de produção, além de conceber a ideia de aprimorar o mercado consumidor em massa.

Desde então esse mercado iniciou um crescimento progressivo, e passou a exigir maior qualidade dos produtos fabricados. Isso motivou o estudo e a necessidade por qualidade, bem como o aperfeiçoamento dos produtos (sistemas técnicos) em termos do cumprimento da sua funcionalidade intrínseca. Essas preocupações vieram a tomar um grande impulso no pós-guerra, determinando a evolução dos meios produtivos em massa e a própria massificação da informação, que teve seu auge com o processo de automação das máquinas e equipamentos e com a informatização da sociedade (CUNHA, 2002).

Para Faé e Ribeiro (2005), o crescimento do número de cursos vem sendo ascendente devido a preocupação das organizações em produzirem mais com menos. Os autores acreditam que a dúvida sobre o que representa a Engenharia de Produção e o papel do Engenheiro de Produção nos processos está sendo desfeita. Como exemplo citam o trecho a seguir extraído da Revista Veja:

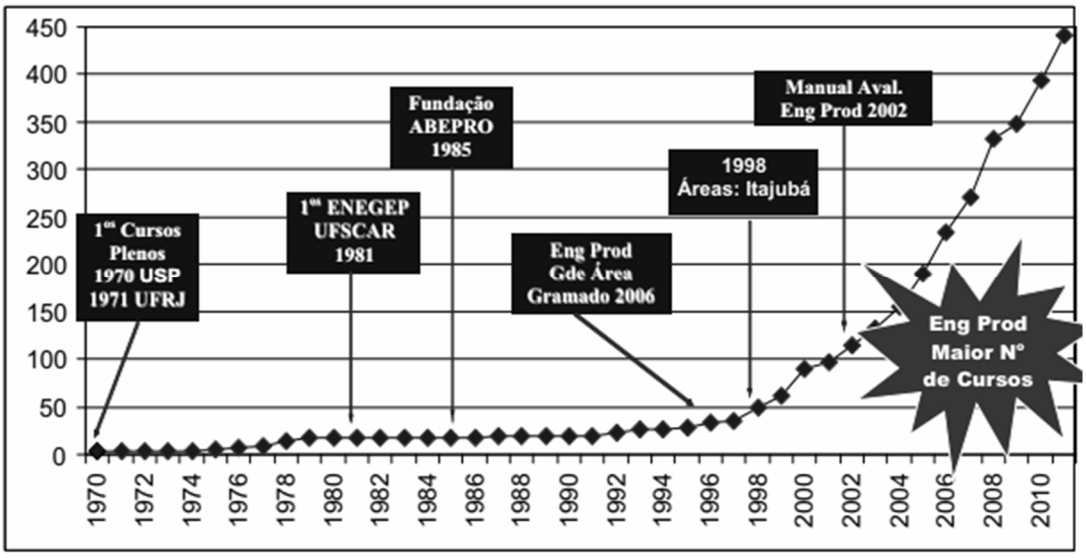
> No caso do engenheiro de produção, especialidade das mais valorizadas na praça, ele elabora e desenvolve projetos que aumentema produção numa fábrica, mas reduzem os custos.É a discussão do momento em todas as empresas.Seu passe é disputado por bancos, empresas de consultoria e indústrias (VEJA, 2003, p. 67).

A Engenharia de Produção desenvolveu-se, ao longo do século XX em resposta às necessidades de aprimoramento de métodos e técnicas de gestão dos meios produtivos exigidos pela evolução tecnológica e mercadológica. Já que os ramos tradicionais da Engenharia não atendiam esta necessidade, eram mais focados em desenvolver, conceber e realizar manutenção de sistemas técnicos, a Engenharia de Produção veio para ocupar a lacuna que existia no desenvolvimento de métodos e técnicas que permitissem otimizar a utilização de todos os recursos produtivos. Diferentemente das ciências da administração de empresas, que concentravam seus esforços na questão da gestão dos processos administrativos, processos de negócio e na organização estrutural da empresa, a Engenharia de Produção centra-se na gestão dos processos produtivos (CUNHA, 2002).

No Brasil, o primeiro curso de engenharia foi criado na Real Academia de Artilharia Fortificação e Desenho do Rio de Janeiro em 1792, sendo o precursor em linha direta e contínua da atual Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (TELLES, 1994).

Ao analisarmos os dados da Figura 1 é possível verificar uma expansão no número de instituições que oferecem o curso de graduação em Engenharia de Produção. O crescimento dos cursos vem mostrando uma ascendência durante o passar dos anos. Se fizermos um comparativo entre os dados do ano de 1998 com os de 2002, veremos um aumento em mais de 50% no número de cursos no Brasil. Podemos justificar este crescimento pela maior aceitação do Engenheiro de Produção por parte das empresas, bem como pelo conhecimento das funções exercida por esta Engenharia (FAÉ e RIBEIRO, 2005).

Figura 1 - Crescimento do Número de Cursos de Engenharia de Produção Plenos e com Ênfases (1970 a 2011)

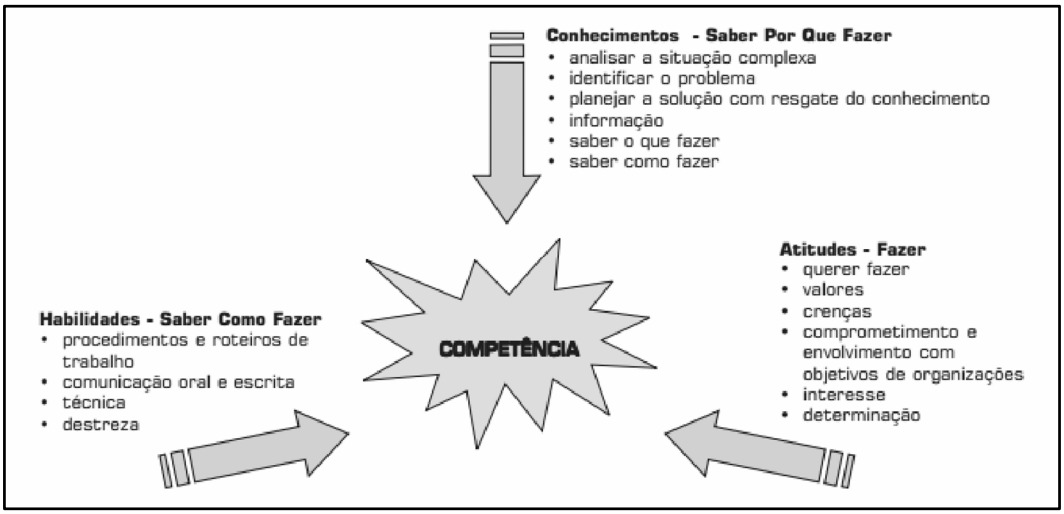


Fonte: Adaptado de Abepro (2011)

2.2 COMPETÊNCIAS DE UM ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Competência é o ato de “tomar iniciativa” e “o assumir responsabilidade”, frente às situações profissionais com as quais se depara. Com isso, a dinâmica implica na aprendizagem, engloba o entendimento prático adquirido e os transforma. Os conhecimentos são modificados a partir da diversidade de situações vivenciadas (ZARIFIAN, 2001). As competências são conhecimentos, habilidades e atitudes separados por dimensões. O conhecimento “Saber por que fazer” vem de uma análise mais complexa da situação, a identificação do problema e o planejamento da solução. Resolver problemas que englobam roteiros de trabalho e comunicação escrita e oral é definido como habilidade “Saber como fazer”. Já as atitudes, o “Fazer”, estão associadas à valores, crenças, envolvimento e comprometimento das pessoas, com os objetivos das organizações. (DUARTE e DELLAGNELO, 2001). A Figura 2 indica estas dimensões.

Figura 2 - As três dimensões da competência



Fonte: Duarte e Dellagnelo (2001)

Cunha (2002), nos descreve que um Engenheiro de Produção deve possuir entendimentos em campos como projeto, implantação, operação, melhoria e manutenção de sistemas produtivos. Desta forma, possuir a compreensão da gestão dos recursos e dos processos, e também a especificação e avaliação de resultados através de indicadores.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2002), os conhecimentos básicos e específicos propostos são: metodologia científica e tecnológica, comunicação e expressão, informática, expressão gráfica, matemática, física, fenômenos de transporte, mecânica dos sólidos, eletricidade, química, ciência dos materiais, administração, economia, ciências do ambiente e humanidades, ciências sociais e cidadania. O engenheiro deve ter

um ensino voltado para uso das novas tecnologias, ter as habilidades necessárias para resolver problemas e conduzir projetos nos mais variados ramos de setores produtivos (BORCHARDT et al., 2009). Na pesquisa de Nose e Nascimento (2001), ela aponta os conhecimentos ou habilidades específicas exigidas pelas empresas no processo de seleção dos engenheiros de produção, as empresas destacaram cinco, indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição de ocorrência e percentuais dos conhecimentos ou habilidades específicas exigidas no processo de seleção

Ano	No. Referências	%
Conhecimento de língua inglesa	3	44
Habilidades de relacionamento	1	14
Conhecimento de informática	1	14
Conhecimento de língua espanhola	1	14
Conhecimento em MRP e 5S	1	14
Total	7	100

Fonte: Nose e Nascimento (2001)

Borchardt et al. (2009) explica que o profissional de Engenharia de Produção tem o desafio de se comunicar e passar o adiante o conhecimento da melhor maneira possível à compreensão do próximo. Além de competências técnicas, ele necessita desenvolver valores e condições de formação humana, ética, iniciativa, criatividade, pró-atividade, empreendedorismo, flexibilidade, expressão oral e escrita entre outros. Quando se trata de perfil do engenheiro, ele deve ter capacidade de atuar sobretudo na organização das atividades de produção, bem como ser capaz de realizar treinamentos em métodos de gestão e em técnicas de otimização da produção. Deve ser um profissional apto a estabelecer as interfaces entre as áreas que operam propriamente nos sistemas técnicos e entre a área administrativa da empresa. Este perfil tem tornado este profissional muito procurado pelas empresas pela sua capacitação complexa gerencial-técnica (CUNHA, 2002).

3. METODOLOGIA

Este artigo versa sobre uma análise comparativa do projeto pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção de três universidades localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre e das necessidades de mercado levantadas junto a profissionais que atuam na região.Para isso desenha-se uma pesquisa exploratória do tipo estudo de caso visto que essa, de acordo com Gil:

> [...] são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Esse tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis. (GIL, 2008, p. 27).

Ainda de acordo com o autor, as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, essas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental (GIL, 2008).

O levantamento dos dados da pesquisa ocorreu através da consulta aos projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia de Produção das universidades pesquisadas e de entrevistas realizadas com coordenadores dos cursos de Engenharia de Produção analisados, professores e profissionais que atuam em empresas dos setores metalúrgico, automotivo e de eletrodomésticos e climatização. Na sequência é realizada uma análise comparativa entre as competências preconizadas pelos projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia de Produção das universidades analisadas e os dados coletados a partir das entrevistadas com professores, coordenadores e profissionais de mercado.

4. DISCUSSÃO

Nesta parte do artigo procura-se animar o aporte conceitual por meio da empiria. Neste sentido, num primeiro momento, faz-se uma análise comparativa entre o que é definido em termos de competências para um Engenheiro de Produção a partir do referencial teórico, então, foi construída a Matriz de Competências do Engenheiro de Produção segundo Referencial Teórico, conforme é mostrado na Figura 3. Nessa matriz foram analisadas as competências Liderança e Comunicação, Gestão e Conceitos Administrativos, Empreendedorismo, Inovação, Gestão da Sustentabilidade (Econômica, Social e Ambiental), Ética e Ciências Exatas, a partir de pesos que lhes foram atribuídos. Tais pesos foram estão baseados no número de vezes em que as competências acima foram mencionadas no referencial teórico utilizado, a partir dos seguintes parâmetros: mencionada uma vez: peso 1; mencionada duas vezes: peso 2, e assim por diante.

Figura 3 - Matriz de Competências do Engenheiro de Produção Segundo Referencial Teórico

Matriz De Competências Do Engenheiro de Produção Segundo Referencial Teórico					
FURLANETTO; MALZAC NETO; NEVES, 2010	**BORCHARDT et al., 2014**	**ABEPRO, 2002**	**Artigo 4º, Resolução das Diretrizes Curriculares, Brasil (2002)**	**Relevância (1-4)**	**Palavra-chave**
-	-	Gerenciar e otimizar o fluxo de informação utilizando tecnologias adequadas	Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas	2	Liderança e Comunicação
			Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		
			Atuar em equipes multidisciplinares		
			Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica		
Componentes de Administração	Comunicação e expressão, informática, expressão gráfica	Dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo, visando melhorias contínuas	Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica	4	Gestão e Conceitos Administrativos
		Prever a evolução dos cenários produtivos			
		Utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio e avaliação econômica e financeira de projetos			
Componentes de Empreendedorismo	-	-	Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;	2	Empreendedorismo
Componentes de Gestão da Inovação	Metodologia científica e tecnologica;	Prever e analisar demandas, selecionar tecnologias e gerar conhecimento, projetando produtos ou melhorando-os existentes	Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados	4	Inovação
		Incorporar conceitos e técnicas da qualidade, nos seus aspectos tecnológicos, organizacionais, aprimorando produtos e processos, e produzindo normas e controle	Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional		
		Acompanhar os avanços tecnológicos	Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas		
			Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos		
Componentes de Gestão Ambiental	Administração; Economia; Ciências do ambiente	Projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, considerando as características das comunidades envolvidas	Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia	4	Gestão da Sustentabilidade (Econômico, Social e Ambiental)
		Compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, na utilização de recursos escassos e na disposição final de resíduos e rejeitos	Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental		
Componentes de Ética e Responsabilidade Social	Ciências sociais e cidadania.	-	Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais	3	Ética
-	Matemática, física, fenômenos de transporte;	Utilizar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção	Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à	3	Ciencias Exatas
	Mecânica dos sólidos, eletricidade, química, ciência dos materiais;		Identificar, formular e resolver problemas de engenharia		

Fonte: Autores

A análise da matriz anterior mostra que, de acordo com o referencial teórico utilizado, as competências consideradas muito relevantes (mencionadas 4 vezes em referencial teórico) são Gestão e Conceitos Administrativos, Inovação e Gestão de Sustentabilidade (econômico, social e ambiental). Já, Ética, e Ciências Exatas são consideradas relevantes (mencionadas 3 vezes em referencial teórico). Empreendedorismo, Liderança e Comunicação foram consideradaspouco relevantes (mencionadas 2 vezes em referencial teórico). Cabe salientar, no entanto, que embora tais competências tenham sido citadas duas vezes, não há intenção de afirmar que não sejam importantes. Trata-se apenas de uma categorização escolhida pela autora da pesquisa.

Na sequência, foi elaborada a Matriz de Competências segundo o Meio Acadêmico, a qual foi construída a partir de entrevistas com professores e coordenadores que ministram disciplinas específicas do curso de Engenharia de Produção nas universidades pesquisadas. Solicitou-se aos entrevistados que ordenassem as competências mostradas na matriz oriunda do referencial teórico em relação a seu grau de importância, utilizando uma numeração de 1 à 4, onde 4 denota a maior importância, e 1 revela a menor importância. Na Figura 4 é mostrada a Matriz de Competências do Engenheiro de Produção segundo o Meio Acadêmico.

Figura 4 - Matriz de Competências do Engenheiro de Produção Segundo Referencial Teórico

Matriz de Competências do Engenheiro de Produção segundo o Meio Acadêmico					
Palavra-chave	Relevância (1-4) Segundo Prof 1	Relevância (1-4) Segundo Prof 2	Relevância (1-4) Segundo Prof 3	Relevância (1-4) Segundo Prof 4	Média das notas
Gestão e Conceitos Administrativos	3	4	4	4	3.75
Ciências Exatas	3	4	4	3	3.75
Ética	4	3	2	4	3.25
Inovação	3	2	4	4	3
Gestão da Sustentabilidade (Econômico, Social e Ambiental)	3	3	2	4	3
Liderança e Comunicação	4	1	2	1	2
Empreendedorismo	1	2	2	1	1.5

Fonte: Autores

A partir do exame dos dados da matriz acima é possível verificar que algumas das competências analisadas apresentam igual relevância, tanto em relação ao referencial teórico pesquisado quanto para os professores e coordenadores dos cursos de Engenharia de Produção das universidades analisadas. Porém para que seja possível responder ao problema deste estudo é necessário ainda que seja elaborada a Matriz das Necessidades de Mercado, para a qual foram entrevistados profissionais que atuam no mercado dos setores metalúrgico, automotivo e de eletrodomésticos & climatização, e que, da mesma forma que os professores e coordenadores de curso, categorizam as competências em análise de acordo com a mesma lógica de pontuação de 1 à 4 (da menor para a maior importância). Os resultados são mostrados na Figura 5.

Figura 5 - Matriz das Necessidades de Mercado

Matriz das Necessidades de Mercado					
Palavra-chave	Relevância (1-4)	Relevância (1-4)	Relevância (1-4)	Relevância (1-4)	Média das notas
	Segundo Gestora de contratações de RH	Segundo Gerente de Manufatura de uma montadora	Segundo Gerente de MKT de uma industria de eletrodomesticos	Segundo Gestor de Melhoria Contínua de uma indústria de balanças	
Inovação	4	4	4	4	4
Liderança e Comunicação Comunicação	3	3	4	4	3.5
Ética	4	3	3	3	3.5
Ciências Exatas	3	4	2	4	3.5
Empreendedorismo	4	2	4	3	3.25
Gestão e Conceitos Administrativos	3	3	2	4	3
Gestão da Sustentabilidade (Econômico, Social e Ambiental)	4	3	3	2	3

Fonte: Autores

A análise da Matriz das Necessidades de Mercado mostra que embora as relevâncias variem de acordo com o setor de atuação dos profissionais entrevistados, nenhuma foi classificada como relevância 1, o que denota que todas as competências são consideradas importantes. Apesar disso, constata-se uma unanimidade dos entrevistados no que diz respeito à competência Inovação, independente do setor de atuação do entrevistado. Já as competências Ética e Ciências Exatas apresentaram a segunda maior pontuação, o que denota que a os conceitos ligados à matemática, física e química são importantes e que considerações éticas relacionadas ao exercício da profissão são igualmente relevantes. A competência ligada à capacidade empreendedora foi classificada como de relevância 3, o que mostra a sua importância no mercado de trabalho. Por fim, verifica-se que os conceitos administrativos e de gestão da sustentabilidade apresentaram a menor pontuação para as necessidades do mercado, porém foram considerados relevantes de acordo com o referencial teórico e o meio acadêmico. Os resultados mostrados na Matriz baseada no referencial teórico, no meio acadêmico e nas necessidades do mercado, foi construída a Matriz Análise de Resultados, que é mostrada na Figura 6.

Figura 6 - Matriz das Necessidades de Mercado

Matriz de Análise de Resultados				
Palavra-chave	**Segundo Teoria**	**Segundo Academia**	**Segundo Mercado**	**Média das notas**
Inovação	4	3	4	3,7
Gestão e Conceitos Administrativos	4	3.75	3	3,5
Gestão da Sustentabilidade (Econômico, Social e Ambiental)	4	3	3	3,3
Ciências Exatas	3	3.75	3.5	3
Ética	3	3.25	3.5	3,0
Liderança e Comunicação	2	2	3.5	2
Empreendedorismo	2	1.5	3.25	2,0

Fonte: Autores

A análise dessa matriz revela que há coerência entre as competências preconizadas pelo referencial teórico, pelo meio acadêmico e pelas necessidades de mercado, ainda que sejam identificadas algumas variações quanto ao grau de relevância informado para cada competência apresentada. Tais variações ocorrem, principalmente, em função do setor de atuação da empresa do profissional entrevistado. Também podemos observar que nenhuma das notas avaliativa se repetiu, o que denota que tem muito a ser explorado em todos os meios analisados.

No meio acadêmico por exemplo, é necessário um aprimoramento de conceitos de Liderança e comunicação, pois são considerados importantes ao Mercado de Trabalho. Da mesma forma, podemos citar o conceito de Empreendedorismo, pouco ministrado em Meio Acadêmico e muito avaliado no Mercado de trabalho. Assim concluímos que existe uma lacuna a ser explorada tanto em estudos futuros para compreender o porquê disso, quanto ao aprimoramento das universidades em passar estes conhecimentos com mais ênfase, já que para o Mercado de trabalho elas são importantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo identificar as principais lacunas no projeto pedagógico de cursos de Engenharia de Produção de três universidades da Região Metropolitana de Porto Alegre em relação às expectativas do mercado local, bem como analisar o perfil do egresso dos cursos de Engenharia de Produção e verificar junto a profissionais da região quais as necessidades do mercado de trabalho deste local. E por fim, sugerir aperfeiçoamentos nos projetos pedagógicos dos cursos. Através das análises das matrizes elaboradas, verificou-se uma congruência entre as competências preconizadas pelo referencial teórico, pelo meio acadêmico e pelo mercado de trabalho, ainda que tenham sido entrevistados profissionais que atuam em empresas de diferentes setores de mercado.

Este estudo teve como principal limitação o fato de não ter ouvido o depoimento de um número maior de professores, coordenadores de curso e profissionais atuando em empresas. Sugere-se que em estudos futuros tal limitação seja superada. Espera-se que essa pesquisa tenha contribuído para uma melhor compreensão da importância do alinhamento das competências preconizadas pelo referencial teórico, pelo meio acadêmico e pelo mercado para o exercício eficaz da profissão de um Engenheiro de Produção.

REFERÊNCIAS

ABEPRO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (2011) - Cursos de Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/CresceEP.PDF>. Acesso em: 21 de jul. de 2018.

BORCHARDT, Miriam; VACCARO, Guilherme Luís Roehe; AZEVEDO, Debora; PONTE, Jacinto Jr. O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. Produção, Porto Alegre, RS, v. 19, n. 2, p. 230-248, maio/ago 2009.

BRASIL. Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Ministério da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em 27 de abr. de 2018.

CUNHA, G. D. Um panorama atual da Engenharia da Produção no Brasil. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

DUARTE, R. C.; DELLAGNELO, E. H. L. Novas e velhas competências a implementação do SAP R/3: o caso da Vonpar Refrescos S/A. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 25., 2001, Campinas. Anais... Rio de Janeiro, ANPAD, 2001. 1 CD-ROM.

FAÉ, CristhianoStefani; RIBEIRO, José Luis Duarte. Um retrato da engenharia de produção no brasil. Revista Gestão Industrial, Curitiba, PR, v. 1, n. 3, p. 024-033, julho 2005.

FURLANETTO, Egidio Luiz; NETO, Henri Geraldo Malzac; NEVES, Cleiber Pereira. Engenharia de produção no brasil: reflexões acerca da atualização dos currículos dos cursos de graduação. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, PR, v. 02, n. 04: p. 38-50, 2006.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.
GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007. 216p.

NOSE, Michelle Mike; NASCIMENTO, Rebelatto Daisy Aparecida do.O perfil do engenheiro segundo as empresas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2001, Porto Alegre. Anais… Porto Alegre: COBENGE.

TELLES, P. C. S. História da engenharia no Brasil. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

ZARIFIAN, P. Objetivo competência: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

Capítulo 14

UMA ANÁLISE ESPACIAL DO CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MATOGROSSENSE COM BASE NO USO DO MÉTODO SHIFT-SHARE

Rosane Coelho da Silva Sales (UFMT/ENCE - rosanesales@ig.com.br)
Arturp Alejandro Zavala Zavala (USP/UFMT - arturozavala@ig.com.br)

Resumo: O presente estudo pretende avaliar o grau das desigualdades no crescimento econômico dos estados que compõem a região do Centro Oeste do Brasil. Para tanto, foi considerado para a metodologia a decomposição do PIB por setores em forma regional, avaliando as contribuições de cada estado envolvido na pesquisa. A metodologia a ser aplicada no presente estudo foi a de Shift-Share, este método permite desagregar a variação existente nas variáveis econômicas em distintos componentes, permitindo explicar as condições que foram produzidas essas variações. Para isto, consideraram-se os dados das contas regionais do IBGE para os anos 2003 e 2009, o procedimento Shift- Share espacial teve como suporte base o método tradicional do Shift-Share, sendo que introduziu a matriz de pesos espaciais em sua formulação. Segundo dados do IBGE, o Brasil desde 2003 a 2009 teve um crescimento significativo no PIB, que representa em 2009 de forma relativa um aumento de 90,6% em relação a 2003, destaque-se que a região que mais cresceu em forma relativa em 2009 foi a Região Centro Oeste, com aumento de 103% em relação a 2003, o que indica que a Região Centro Oeste esta constituindo em um polo de crescimento, com uma taxa superior a do Brasil. No estudo conclui-se que os estados do Centro Oeste aparentemente estão especializados na Transformação e no Comércio.

Palavras-chave: Crescimento. Desigualdade. Regiões Geográficas.

1. INTRODUÇÃO

Uma forma tradicional de analisar as diferenças existentes entre os níveis de crescimento econômico das regiões é através da variação do Produto Interno Bruto (PIB) dos principais setores da economia. É evidente que um claro conhecimento dos fluxos econômicos de uma região é a chave para entender sua dinâmica econômica. As informações estatísticas que podem proporcionar os grandes setores da economia permitem revelar a maior ou menor eficiência que apresenta uma região. Desta forma, permite ao gestor ter elementos suficientes para uma adequada tomada de decisão ou considerar uma política setorial mais justa.

De fato, os sistemas econômicos são dinâmicos e as consequências das mudanças nestes sistemas são de vital importância. Avaliar regiões sem o caráter espacial é supor que em economia não existe interrelação entre as regiões e a localização espacial de Produção, ou de distribuição a nível local ou nacional. Tudo está interligado, desta forma um estudo do PIB a partir dos setores da economia a nível espacial se faz mais que necessário.

Desta forma o interesse de estudar o crescimento econômico de uma região está relacionado à pesquisa sobre as peculiaridades locais no crescimento de países e/ou regiões, identificando as potencialidades e vocações, permitindo assim entender as vantagens que existem em relação às regiões vizinhas.

Um dos componentes importantes na formação do PIB é o valor da quantidade de produtos exportados. Para o estado de Mato Grosso e inclusive o Brasil é uma das variáveis que pesam mais na arrecadação de divisas.

Brasil se caracteriza por exportar Minério e Ferro, Petróleo Bruto, Soja e Produtos Derivados, Açúcar da Cana, Café em grãos, Carne de Frango, Carne Bovina. O Centro Oeste se caracteriza por exportar Carne Bovina, Laticínios, Couros, Madeira, Minérios, Soja, Milho, Algodão e Sorgo. O Governo do estado de Mato Grosso, através da SECOM (Secretaria da Comunicação). Indica que o estado de Mato Grosso é o maior exportador do Centro-Oeste e um dos maiores do Brasil. Em 2010, Mato Grosso se posicionou em 8° lugar no ranking nacional do Saldo da Balança Comercial do Brasil (correspondendo a 37%). As exportações estaduais representaram 52% do total do Centro-Oeste dentre os itens exportados. O complexo: soja, carne, milho e arroz são os produtos mais comercializados.

Com finalidade de identificar crescimento econômico regional, devemos estudar o comportamento dos setores econômicos e analisar as vantagens e desvantagens que uma região apresenta em relação a esses setores. Entender as peculiaridades regionais é de suma importância, devido a que poderíamos estabelecer políticas de crescimento futuras ou ter como base para estabelecer pontes comerciais adequadas entre as regiões vizinhas.

No trabalho de Salama (2010), o autor afirma que o Brasil cresceu fortemente no período de 2003 a 2009, alguns indicadores macroeconômicos que manifestam crescimentos da economia brasileira são expostos no trabalho, por exemplo, a taxa de crescimento do PIB atingiu a 6,1 em 2007, a taxa de crescimento do salário mínimo em termos reais passou de 4 em 2003 para 6,8 em 2009, a inflação se reduz de 9,3 em 2003

a 4,3 em 2009, a taxa de juros reais passou de 11,9 em 2003 a 5,9 em 2008. Estes indicadores permitem identificar que nesse período o Brasil teve um crescimento favorável para a economia, mas a pergunta que desejamos formular é se esse crescimento foi homogêneo para todas as regiões do Brasil, isto é, todas as populações do Brasil foram beneficiadas com este crescimento e em que medida as particularidades regionais favoreceram o crescimento.

A partir do anterior, poder-se-ia perguntar se o crescimento econômico no período 2003 a 2009, considerando os 17 setores da Economia, apresentam um comportamento diferencial entre as regiões do Brasil e os Estados que compõem a Região Centro-Oeste?

2. METODOLOGIA E COLETA DE DADOS

Para a presente pesquisa será considerada os dados das contas regionais do IBGE para os anos 2003 e 2009, o procedimento Shift-Share espacial terá como suporte base o método tradicional do Shift-Share, para logo introduzir a matriz de pesos espaciais em sua formulação, será considerada um quadro da forma:

Quadro 1 - Dados Base para a realização do *Shift-Share*

Setores da Economia	**Regiões**							**Total**	
	R_1		R_2			R_m			
	T_1	T_2	T_1	T_2		T_1	T_2	T_1	T_2
S_1	$X_{11}^{(1)}$	$X_{11}^{(2)}$	$X_{12}^{(1)}$	$X_{12}^{(2)}$		$X_{1m}^{(1)}$	$X_{1m}^{(2)}$	$X_{1.}^{(1)}$	$X_{1.}^{(2)}$
S_2	$X_{21}^{(1)}$	$X_{21}^{(2)}$	$X_{22}^{(1)}$	$X_{22}^{(2)}$		$X_{2m}^{(1)}$	$X_{2m}^{(2)}$	$X_{2.}^{(1)}$	$X_{2.}^{(2)}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
S_n	$X_{n1}^{(1)}$	$X_{n1}^{(2)}$	$X_{n2}^{(1)}$	$X_{n2}^{(2)}$		$X_{nm}^{(1)}$	$X_{nm}^{(2)}$	$X_{n.}^{(1)}$	$X_{n.}^{(2)}$
Total	$X_{.1}^{(1)}$	$X_{.1}^{(2)}$	$X_{.2}^{(1)}$	$X_{.2}^{(2)}$		$X_{.m}^{(1)}$	$X_{.m}^{(2)}$	$X_{..}^{(1)}$	$X_{..}^{(2)}$

Onde a variável T_s corresponde ao tempo que as regiões se vão avaliar, desta forma a variável $X^{(s)}$ corresponde ao valor econômico na j-ésima região, no i-ésimo setor econômico e no s-ésimo tempo em avaliação. A variável $X^{(s)}$ corresponde ao total observado no i-ésimo setor econômico nö s-ésimo tempo. A variável $X^{(s)}$ corresponde ao total observado na j-ésima região no s-ésimo tempo, por último a variável $X^{(s)}$ corresponde ao total observado no s-ésimo tempo. O quadro pode ser reduzido da seguinte forma:

Quadro 2 - Variação do tempo dos dados base

Setor da Economia	**Regiões**				**Total**
	R_1	R_2	$\cdots$	R_m	
S_1	g_{11}	g_{12}	$\cdots$	g_{m1}	$g_{1.} = G_1$
S_2	g_{21}	g_{22}	$\cdots$	g_{m2}	$g_{2.} = G_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
S_n	g_{n1}	g_{n2}	$\cdots$	g_{mn}	$g_{n.} = G_1$
Total	$g_{.1}$	$g_{.2}$	$\cdots$	$g_{.m}$	$g_{..} = G$

Onde:

$$g_{ij} = \frac{v_{ij}^{(1)} - v_{ij}^{(2)}}{X_{ij}^{(2)}}, \qquad g_{i.} = \frac{v_{i.}^{(1)} - v_{i.}^{(2)}}{X_{i.}^{(2)}}, \qquad g_{.j} = \frac{v_{.j}^{(1)} - v_{.j}^{(2)}}{X_{.j}^{(2)}} \qquad e \qquad g_{..} = \frac{v_{..}^{(1)} - v_{..}^{(2)}}{X_{..}^{(2)}}$$

Neste caso o modelo estatístico para o *Shift-Share* clássico é definido por:

$$g_{ij} = G + \underbrace{(G_i - G)}_{\substack{Efeito\ Estrutural \\ (Setorial\ Comparado)}} + \underbrace{(g_{ij} - G_i)}_{\substack{Efeito\ Diferencial \\ (Regional\ Comparado)}}$$

Para o modelo é considerada a matriz das distâncias espaciais, que se apresentam no seguinte quadro:

Quadro 3 - Matriz de distâncias espaciais

Regiões	Regiões				Total
	R_1	R_2	$\cdots$	R_m	
R_1	D_{11}	D_{12}	$\cdots$	D_{m1}	$D_{1.}$
R_2	D_{21}	D_{22}	$\cdots$	D_{m2}	$D_{2.}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
R_m	D_{m1}	D_{m2}	$\cdots$	D_{mm}	$D_{m.}$
Total	$D_{.1}$	$D_{.2}$	$\cdots$	$D_{.m}$	$D_{..}$

Sendo que:

$$D_{ii} = \begin{cases} \dfrac{1}{|PIB_j^{(1)} - PIB_k^{(1)}|} & se\ j \neq k \\ 0 & de\ outro\ modo \end{cases}$$

A padronização estará dada por:

$$D_{ij} = \frac{\dfrac{1}{|PIB_j^{(1)} - PIB_k^{(1)}|}}{\sum_{j=1}^{m} \dfrac{1}{|PIB_j^{(1)} - PIB_k^{(1)}|}}$$

Devemos multiplicar matricialmente os valores correspondentes ao quadro 2 com os dados do quadro 3, obtendo o quadro com dados e carga espacial, sendo esta:

Quadro 4- Dados bases com carga espacial

Setor da Economia	Regiões				Média
	R_1	R_2	$\cdots$	R_m	
S_1	Z_{11}	Z_{12}	$\cdots$	Z_{m1}	$\bar{Z}_{1.}$
S_2	Z_{21}	Z_{22}	$\cdots$	Z_{m2}	$\bar{Z}_{2.}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
S_n	Z_{n1}	Z_{n2}	$\cdots$	Z_{mn}	$\bar{Z}_{n.}$
Média	$\bar{Z}_{.1}$	$\bar{Z}_{.2}$	$\cdots$	$Z_{.m}$	$\bar{Z}_{..}$

Onde:

$$Z_{ij} = \sum_{k=1}^{m} g_{ik} \tilde{D}_j$$

Desta forma o modelo estatístico para o *Shift-Share* espacial é definido por:

$$Z_{ij} = Z_{..} + \underbrace{(Z_{i.} - Z_{..})}_{\substack{Efeito\ Estrutural\ Local \\ (Setorial\ Comparado)}} + \underbrace{(Z_{ij} - Z_{i.})}_{\substack{Efeito\ Diferencial\ Local \\ (Regional\ Comparado)}}$$

No caso em questão, a região que servirá de referência será, inicialmente, o centro Oeste: Brasília; Goiás; Mato Grosso e Mato grosso do Sul.

A variável escolhida é o PIB a ser averiguado em 17 setores dos estados envolvidos. Os dados serão extraídos das Contas Regionais do Brasil, publicadas pelo IBGE.

Seguir disciplinadamente os passos é pré-condição para aplicação correta da análise shift-share. Com essa técnica, é possível verificar a evolução de uma variável dada em função de três outros fatores: componente regional nacional (no caso, regional), que expressa o efeito do crescimento da nação (região usada como referência) na localidade (estados membros); componente estrutural, que expressa o efeito da estrutura produtiva da região em seu próprio nível de crescimento; e de outros elementos locais previamente determinados, agregados sobre a sigla de componente regional.

Segundo os dados coletados a partir do site do IBGE, o Brasil desde 2003 a 2009 teve um crescimento significativo no PIB, que representa em 2009 de forma relativa um aumento de 90,56% em relação a 2003, um aspecto importante a ressaltar é que a região que mais cresceu em forma relativa em 2009 foi a Região Centro Oeste, com aumento de 102,98% em relação a 2003, o que indica que a Região Centro Oeste esta constituindo em um polo de crescimento, com uma taxa superior a do Brasil.

A tabela 3 apresentam os valores absolutos de Brasil e das 5 regiões que estão compostas, observa-se que em valor absoluto que a região que apresenta maior PIB corresponde à região sudeste, por representar uma região de industrialização, também pode-se identificar que as demais regiões em volume são todas inferiores a região sudeste, por exemplo, pode-se identificar que a região Sul e a região Nordeste apresentam um PIB bastante próximo, já a região Norte apresenta valores do PIB bastante baixos.

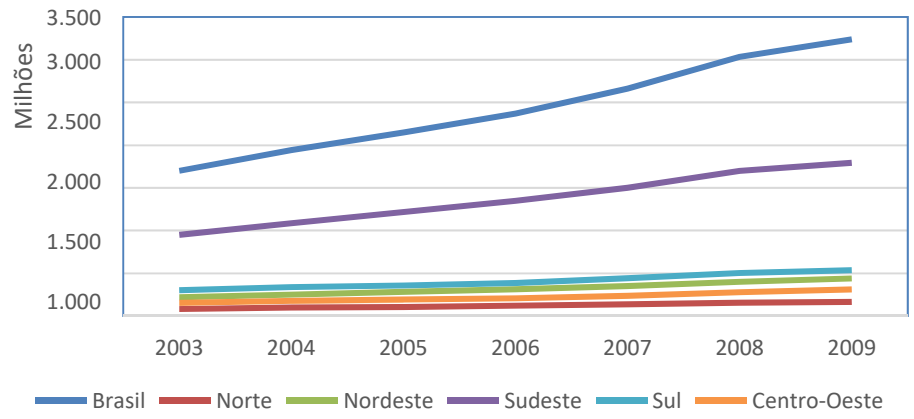
Tabela 1 - Comportamento do PIB por região do Brasil nos anos 2003 a 2009 (em Milhões de reais)

Regiões	Ano							Variação 2009/2003
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Brasil	1.700	1.941	2.147	2.369	2.661	3.032	3.239	90,56%
Norte	81	96	106	120	134	155	163	101,00%
Nordeste	217	247	281	311	348	397	438	101,68%
Sudeste	948	1.084	1.214	1.346	1.501	1.699	1.792	89,08%
Sul	301	338	356	387	443	502	536	78,04%
Centro-Oeste	153	177	190	206	236	279	311	102,98%

Fonte: IBGE

Uma representação gráfica da evolução do PIB para o Brasil e suas regiões é apresentada no gráfico (Figura 3):

Figura 1- Crescimento do PIB por regiões do Brasil



Observa-se que o PIB do Brasil é crescente, além disso, identifica-se que a Região Sudeste em valor absoluto é que a se destaca mais no volume do PIB que as demais regiões.

Quando é aplicada a técnica do Shift-Share espacial, observa-se que no quadro 5, os setores apresentaram componente estrutural negativa, ou seja, especialização desfavorável na Região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, e positiva nas demais.

Quadro 5 - Componente Estrutural do *Shift-Share* Espacial

SETOR	REGIÕES				
	NORTE	NORDESTE	CENTRO OESTE	SUDESTE	SUL
Agricultura	-1.539,3	-3.610,5	-4.945,8	-7.763,0	-7.990,5
Pecuária	-1.747,5	-2.557,2	-6.458,1	-4.204,3	-5.280,1
Extração Mineral	2.172,3	2.979,5	474,6	16.046,6	589,7
Transformação	4.917,3	10.460,1	4.183,8	58.490,6	20.518,9
Construção	180,0	434,2	245,9	1.610,3	385,7
SIUP	-900,6	-2.424,8	-1.068,3	-8.709,7	-2.989,3
Comércio	4.846,3	15.294,8	8.343,2	62.039,5	22.583,9
Alojamento/Alimentação	382,4	1.721,0	746,8	7.940,9	1.862,3
Transportes	775,2	2.473,1	1.582,7	11.767,0	4.005,2
Serviços e Informações	-629,5	-2.017,4	-1.410,5	-12.550,4	-2.474,1
Financeiro	-42,5	-210,8	-197,1	-1.640,9	-352,5
Serviços das Famílias	-503,1	-1.960,2	-1.327,8	-9.489,0	-2.593,6
Serviços das Empresas	407,4	1.926,0	1.122,7	12.828,1	1.960,3
Aluguel	-2.414,5	-6.650,5	-3.939,8	-32.384,6	-8.538,5
APU	-790,3	-2.007,1	-2.606,8	-4.819,5	-1.457,2
Saúde/Educação	-819,7	-3.631,1	-1.710,4	-20.596,7	-5.127,3
Serv. Domésticos	199,0	630,3	370,1	2.633,1	691,2
TOTAL	**806,1**	**-352,8**	**-2.283,6**	**-12.481,3**	**5.876,2**

Fonte: Elaborado pelo autor segundo dados da pesquisa 2014

Nas três regiões que apresentaram especialização desfavorável, destaca-se a agricultura e pecuária como as de menor especialização, no caso do Centro-Oeste, isto pode ser devido a que Brasília produzir pouco nesses setores e devido à alta arrecadação do PIB, faz que outros setores estejam mais especializados que estes dois setores importantes, por exemplo, Centro-Oeste aparentemente esta especializado em comércio e transformação. No caso de Nordeste, a economia se sustenta na transformação e no comércio. Já as regiões do Sudeste, Sul e Norte, a economia se sustenta fortemente nos setores do comércio e transformação respectivamente.

No quadro 7, observa-se que a Região Centro Oeste, Sudeste e Sul apresentaram a componente regional positiva, isto indica que o produto de cada setor cresceu a uma média maior do que a média dessas regiões, isto mesmo não é válido para as regiões Norte e Nordeste com uma componente regional negativa, evidencia que o crescimento de cada setor foi abaixo da média de cada região.

Quadro 6 - Componente Regional do *Shift-Share* Espacial

SETOR	REGIÕES				
	NORTE	NORDESTE	CENTRO OESTE	SUDESTE	SUL
Agricultura	-394,72	694,76	933,44	464,94	-2.051,20
Pecuária	1.076,48	958,40	-5.245,61	-3.647,34	122,45
Extração Mineral	-258,98	-411,30	93,88	-5.042,15	-44,28
Transformação	-8.563,61	-17.377,70	10.281,54	14.613,60	14.343,39
Construção	183,63	-155,86	-188,13	13.797,79	461,01
SIUP	445,20	2.067,71	-856,10	8.516,23	-1.681,87
Comércio	-251,04	-381,08	657,81	13.915,95	-674,60
Alojamento/Alimentação	57,84	541,08	-147,09	2.288,85	-851,44
Transportes	521,10	874,85	-1.213,03	1.078,64	-981,10
Serviços e Informações	-194,87	-908,68	672,66	-4.811,95	646,53
Financeiro	16,24	-653,67	231,71	-2.256,86	438,41
Serviços das Famílias	-39,65	21,26	88,25	380,67	4,82
Serviços das Empresas	-87,89	-347,86	322,86	3.824,22	265,60
Aluguel	-74,01	51,83	161,16	5.159,61	-367,89
APU	844,64	2.069,25	-3.892,83	175,57	-643,86
Saúde/Educação	-239,25	-946,05	705,39	1.150,39	395,57
Serv. Domésticos	-13,04	184,62	-13,95	1.127,12	-176,32
TOTAL	**-6.971,94**	**-13.718,44**	**2.591,95**	**50.735,26**	**9.205,21**

Fonte: Elaborado pelo autor segundo dados da pesquisa 2014

Figura 2 - Análise *Shift:Share* Estrutural para Brasil

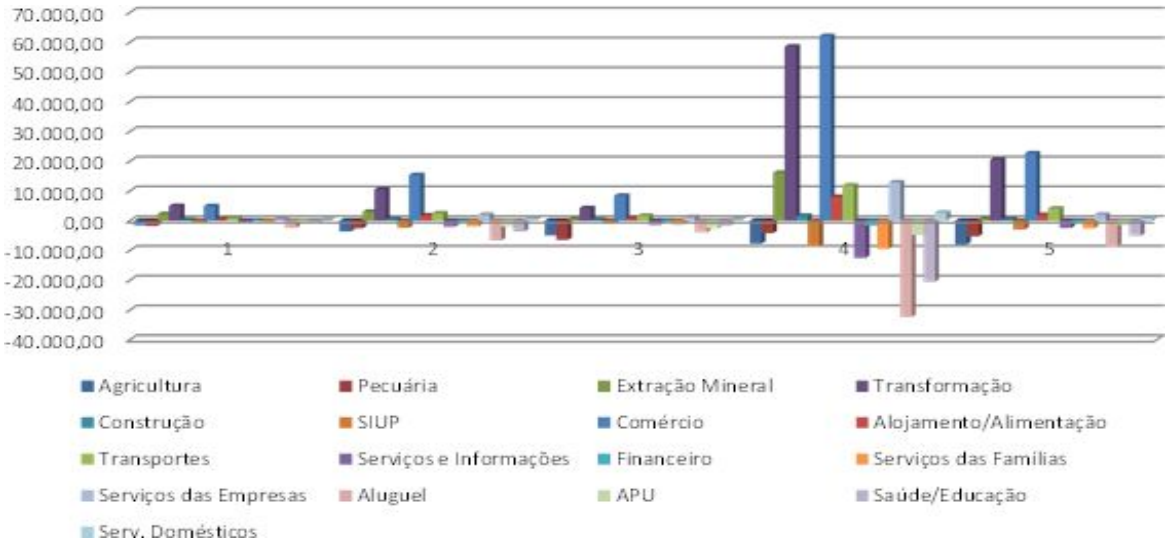
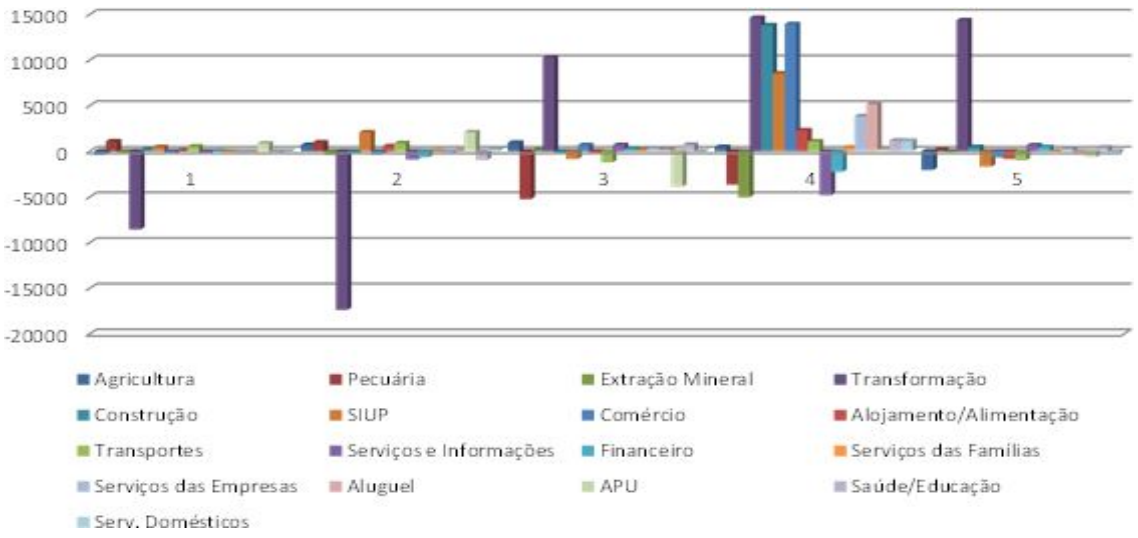


Figura 3 - Análise *Shift-Share* Regional para Brasil



Analisando os gráficos acima, verificamos que nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional Norte (dez); Nordeste (oito setores) e Centro-Oeste (sete setores); a região Sudeste apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (seis setores) e regional (quatro setores) e a região Sul apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutura e regional igual (nove setores), mas todas as regiões apresentaram crescimento, sendo maior que a média regional.

Podemos observar com evidência que o crescimento ocorreu em maior destaque nos setores de transformação, comércio e transportes.

Figura 4 - Mapa da Regionalização do Centro Oeste do Brasil

A Tabela 4 se apresentam os valores absolutos do Centro-Oeste Brasil e dos 4 estados que estão compostos, observa-se que em valor absoluto o estado que apresenta maior PIB corresponde ao Distrito Federal, também pode-se identificar que os demais estados em volume são todos inferiores ao Distrito Federal, por exemplo, se identifica que os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul apresentam um PIB bastante próximos, já o estado de Goiás apresenta valores do PIB acima de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

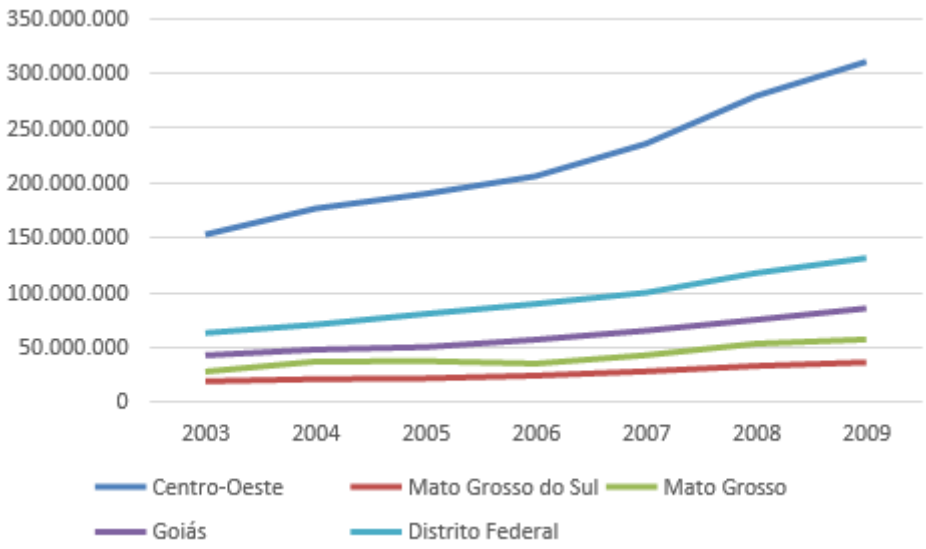
Tabela 2 - Distribuição do PIB para o Centro-Oeste do Brasil nos anos 2003 a 2009

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Variação 2003-2009
Centro-Oeste	153	177	190	206	236	279	311	102,98%
Mato Grosso do Sul	19	21	22	24	28	33	36	88,69%
Mato Grosso	28	37	37	35	43	53	57	105,44%
Goiás	43	48	51	57	65	75	86	99,87%
Distrito Federal	63	71	81	90	100	118	131	108,36%

Fonte: IBGE

Uma representação gráfica da evolução do PIB para o Centro-Oeste e seus Estados é apresentada no seguinte gráfico:

Figura 5 - Distribuição do PIB no Centro - Oeste



Observa-se que o PIB do Centro-Oeste é crescente, além disso, identifica-se que o Distrito Federal em valor absoluto é o que se destaca mais no volume do PIB que as demais regiões.

Quadro 7- Componente Estrutural do Shift-Share Espacial

SETOR	REGIÕES			
	BRASILIA	GOIÁS	MATO GROSSO	MATO GROSSO DO SUL
Agricultura	-77,9	-1.977,8	-2.170,0	-894,3
Pecuária	-85,0	-1.906,3	-1.579,9	-1.882,1
Extração Mineral	10,7	729,8	69,9	74,2
Transformação	1.598,0	10.715,8	5.066,2	3.788,9
Construção	-880,2	-1.057,3	-472,8	-484,7
SIUP	-643,8	-1.220,6	-522,2	-338,7
Comércio	2.314,5	4.001,1	1.961,2	1.409,9
Alojamento/Alimentação	263,8	277,8	81,2	106,1
Transportes	1.616,2	1.118,9	503,5	629,2
Serviços e Informações	-1.425,7	-1.155,7	-574,0	-513,3
Financeiro	-1.928,0	-646,5	-341,4	-321,8
Serviços das Famílias	-452,1	-184,0	-77,3	-65,7
Serviços das Empresas	337,8	111,9	54,5	38,3
Aluguel	-1.924,9	-1.854,4	-996,5	-745,6
APU	-5.180,5	-599,5	-400,0	-321,6
Saúde/Educação	270,3	153,1	53,9	58,9
Serv. Domésticos	15,6	26,5	9,7	10,8
TOTAL	**-3.231,9**	**4.439,4**	**-4.546,8**	**2.501,9**

Fonte: Elaborado pelo autor segundo dados da pesquisa 2014

Quando é aplicada a técnica do *Shift-Share* espacial, observa-se que no quadro 8, os setores apresentaram componente estrutural negativa, ou seja, especialização desfavorável nos Estados do Distrito Federal e Mato Grosso, e positiva nos demais.

Nos dois Estados que apresentaram especialização desfavorável, destacam-se a APU, financeiro e serviços e informações, no Distrito Federal, como as de menor especialização, e em Mato Grosso os setores da agricultura e pecuária. No caso do Mato Grosso aparentemente esta especializado em transformação e comércio. Já os demais estados, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul também predominam os setores da transformação, comércio e transportes.

No quadro 9, observa-se que somente o Estado do Mato Grosso apresenta a componente regional positiva,isto indica que o produto de cada setor cresceu a uma média maior do que a média desses Estados, isto mesmo não é válido para os outros Estados, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul com uma componente regional negativa, evidencia que o crescimento de cada setor foi abaixo da média de cada região.

Quadro 8 - Componente Regional do *Shift-Share* Espacial

SETOR	REGIÕES			
	BRASILIA	GOIÁS	MATO GROSSO	MATO GROSSO DO SUL
Agricultura	62,3	-2.070,9	2.843,8	-950,5
Pecuária	-10,4	203,4	439,2	-494,5
Extração Mineral	1,7	-75,5	-76,2	76,7
Transformação	-82,3	-869,2	3.497,7	-2.113,4
Construção	60,8	-120,8	169,3	-151,7
SIUP	-47,0	-38,8	200,3	-94,4
Comércio	362,8	-1.111,1	754,2	-371,7
Alojamento/Alimentação	134,5	-242,6	149,0	-156,0
Transportes	-123,3	-226,5	594,1	-567,1
Serviços e Informações	258,8	-201,0	40,6	-40,2
Financeiro	64,8	-10,2	52,5	-55,2
Serviços das Famílias	-48,9	-19,1	18,4	-1,7
Serviços das Empresas	-468,8	214,5	-45,2	11,5
Aluguel	134,2	-201,7	181,1	-106,4
APU	-1.971,0	186,7	-169,2	158,3
Saúde/Educação	460,6	-487,3	356,8	-302,7
Serv. Domésticos	-9,9	28,6	-29,2	27,8
TOTAL	**-1.221,1**	**-5.041,6**	**8.977,2**	**-5.131,1**

Fonte: Elaborado pelo autor segundo dados da pesquisa 2014

Figura 6 - Análise *Shift-Share* Estrutural do Centro - Oeste

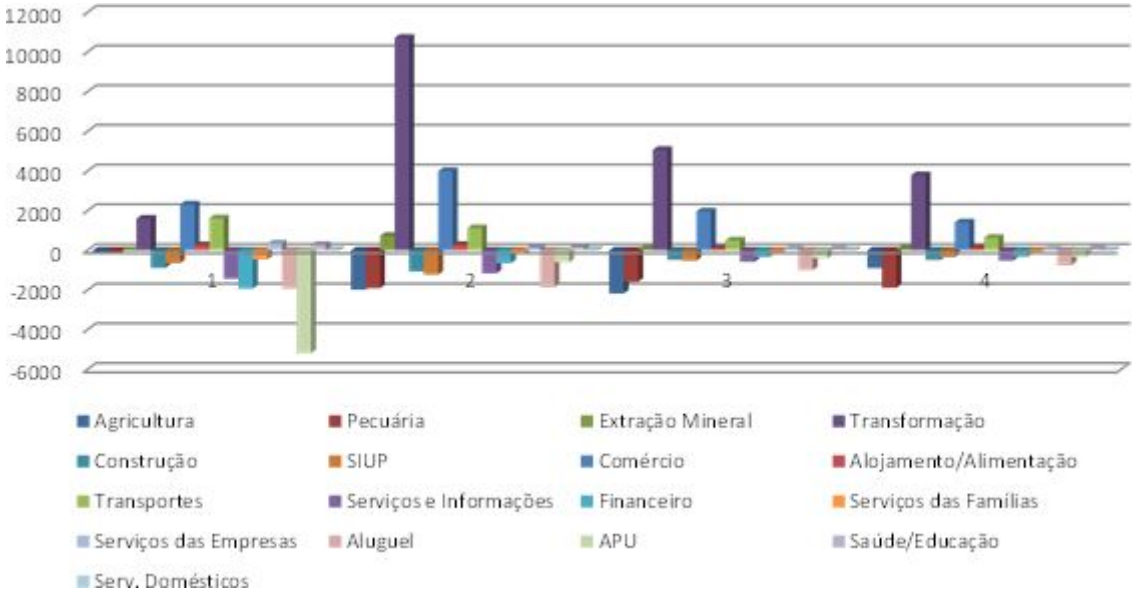
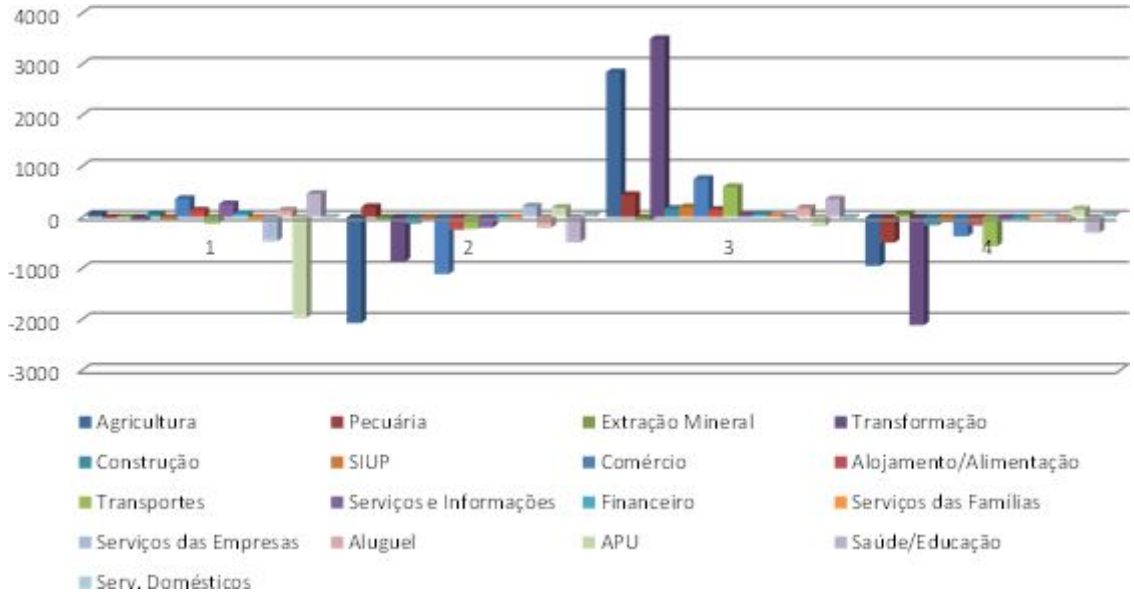


Figura 7 - Análise *Shift:Share* Regional para a Região Centro - Oeste



Analisando os gráficos acima, verificamos que o Distrito Federal apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (oito setores); Goiás apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores); Mato Grosso apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (quatro setores) e Mato Grosso do Sul apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores).

Podemos observarcom evidência que o crescimento no Estado de Mato Grosso ocorreu em maior destaque nos setores de transformação, agricultura, pecuária, comércio e transportes.

Analisando os gráficos acima, verificamos que o Distrito Federal apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (oito setores); Goiás apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores); Mato Grosso apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (quatro setores) e Mato Grosso do Sul apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores).

Podemos observar com evidência que o crescimento no Estado de Mato Grosso ocorreu em maior destaque nos setores de transformação, agricultura, pecuária, comércio e transportes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo avaliou o grau das desigualdades no crescimento econômico das regiões do Brasil e os estados que compõem a região Centro Oeste do Brasil. Para tanto, foi descrito o comportamento do PIB e sua decomposição setorial em forma regional, avaliando desta forma as vantagens e desvantagens dos estados compostos pela Região Centro-Oeste.

Em se tratando de teorias, foi dado ênfase: a teoria do crescimento econômico que enfoca sua atenção basicamente sobre os fatores econômicos tradicionais considerados determinantes no processo de crescimento: capital físico e trabalho. Verificou-se, no entanto que teoria do crescimento econômico desequilibrado não abstrai da ação de forças externas ao mercado. Na teoria da especialização o progresso técnico é influenciado pela distribuição de renda que determina os padrões de consumo relativizados pela cultura, pelos costumes e pelos desejos e aspirações sociais.

A metodologia aplicada no presente estudo foi a Shift-Share, esta metodologia permitiram desagregar a variação existente entre as variáveis econômicas em distintos componentes, permitindo explicar as condições que foram produzidas essas variações.

A pesquisa considerou os dados das contas regionais do IBGE para os anos 2003 e 2009, o procedimento Shift-Share espacial teve como suporte base o método tradicional do Shift-Share, sendo que introduziu a matriz de pesos espaciais em sua formulação. A variável escolhida foi o PIB que averiguou 17 setores (agricultura, pecuária, extração mineral, transformação, construção, SIUP, comércio, alojamento/alimentação, transporte, serviços e informações, financeiro, serviço das famílias, serviço das empresas, aluguel, APU, saúde/educação e Serviços domésticos) dos estados envolvidos. Os dados foram extraídos das Contas Regionais do Brasil, publicadas pelo IBGE.

Segundo dados do IBGE, o Brasil desde 2003 a 2009 teve um crescimento significativo no PIB, que representa em 2009 de forma relativa um aumento de 90,6% em relação a 2003, destaque-se que a região que mais cresceu em forma relativa em 2009 foi a Região Centro Oeste, com aumento de 103% em relação a 2003, o que indica que a Região Centro Oeste esta constituindo em um polo de crescimento, com uma taxa superior a do Brasil.

Ao avaliar o Brasil verificou-se que em valor absoluto foi à região Sudeste que apresentou maior PIB, por representar uma região industrializada, observa-se que as demais regiões em volume são todas inferiores a região sudeste. A região Sul e a região Nordeste apresentam um PIB bastante próximo. No entanto, a região Norte apresenta valores do PIB bastante baixos.

Uma vez aplicada à técnica do Shift-Share espacial, observou-se que os setores apresentaram componente estrutural negativo, ou seja, especialização desfavorável na Região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, e positiva nas demais.

Nas três regiões (Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste) que apresentaram especialização desfavorável, destaca-se a agricultura e pecuária como as de menor especialização, no caso do Centro-Oeste, possivelmente isso ocorra ser devido Brasília produzir pouco nesses setores por conta da alta arrecadação do PIB. O Centro-Oeste aparentemente esta especializado em Comércio e Transformação. No caso de Nordeste, a economia se sustenta na Transformação e no Comércio. Já as regiões do Sudeste, Sul e Norte, a economia se sustenta fortemente nos setores do Comércio e Transformação respectivamente.

A Região Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentou componente regional positiva, significando que o produto de cada setor cresceu a uma média maior do que a média dessas regiões, porém não é válido para as regiões Norte e Nordeste com uma componente regional negativa, fica entendido que o crescimento de cada setor foi abaixo da média de cada região.

Assim também, observou-se que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional Norte (dez setores); Nordeste (oito setores) e Centro-Oeste (sete setores); a região Sudeste apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (seis setores) e regional (quatro setores) e a região Sul apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutura e regional igual (nove setores), mas todas as regiões apresentaram crescimento, sendo maior que a média regional.

Os valores absolutos do Centro-Oeste do Brasil e dos 4 estados que estão compostos (Mato Grosso, Brasília. Goiás e Mato Grosso do Sul) observa-se que em valor absoluto o estado que apresenta maior PIB corresponde ao Distrito Federal, também se pode identificar que os demais estados em volume são todos inferiores ao Distrito Federal, nota-se que os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul apresentam um PIB bastante aproximados, no entanto o estado de Goiás apresenta valores do PIB acima de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Quando é aplicada a técnica do Shift-Share espacial, observa-se que os setores que apresentaram componente estrutural negativa, ou seja, especialização desfavorável são os Estados do Distrito Federal e Mato Grosso, e positiva nos demais.

O Mato Grosso aparentemente esta especializado em Transformação e Comércio. Já os demais estados, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul também predominam os setores da Transformação, Comércio e Transportes.

O estudo possibilitou verificar que o Distrito Federal apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (oito setores); Goiás apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores); Mato Grosso apresentou componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (quatro setores) e Mato Grosso do Sul apresentou

componentes negativos para o coeficiente estrutural (nove setores) e regional (treze setores). Nota-se com evidência que o crescimento no Estado de Mato Grosso ocorreu em maior destaque nos setores de transformação, agricultura, pecuária, comércio e transportes.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVES, M.B.; MARTINS, A. N.; PINTO, M. L. V. e MADRUGA, P. Métodos de análise da evolução do sistema espacial português: as regiões, as cidades e os fenómenos urbanos. Em <http://pascal.iseg.utl.pt/~cirius/eru/caderno2.pdf> acesso em 02/12/2013.

AZZONI, C.R. Concentração regional e dispersão das rendas per capta estaduais: análise a partir de séries históricas estaduais doPIB 1939-1995. Estudos Econômicos São Paulo, v. 27, n. 3, p. 341-393, set-dez, 1997.

CASE, A. C.; ROSEN, H.S.; HINES, J.R. Budget Spillovers and fiscal policy interdependence: evidence from the states, journal of Public Economics, 1993, v 52, p. 285-307.

CUNHA, A.; SIMÕES R.; PAULA, J. A. Regionalização e história: uma contribuição introdutória ao debate teórico – metodológico. VI Congresso Brasileiro de História Econômica e 7a Conferência Internacional de História de Empresas: Conservatória (RJ), 2005.

DALABRIDA, V. R.; DESCHAMPS, M. V.; SCHIMALSK, M. B. e KNOREK, R. Aportes teórico-metodológicos sobre a dimensão espacial do desenvolvimento: uma contribuição. Revista Eletrônica do Programa do Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade do Contestado. <http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/download/71/96> acesso em 02/2013.

DAWSON, J. Shift-Share Analysis: a Bibliographic Review os Technique and Applications. Vence Bibliographies, Monticello, Illinois, 1982.

ESTEBAN-MARQUILLES, J.M. Shift-Share analysis revisited. Regional and Urban Economics, 1972, 2, 3, 249-261.

FIGUEIREDO, A. T. L.O papel da moeda nas teorias do desenvolvimento desigual: uma abordagem pós-keynesiana. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006. Disponível em: <http://cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20293.pdf>. Acesso em: mai. 2013.

GALEANO, E. A. V.; MATA, H. T.Diferenças regionais no crescimento econômico: uma análise pela teoria do crescimento endógeno. Documentos Técnico-Científicos. Ren 40 anos. v 40, n 04, out/dez, 2009. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1158>. Acesso em: mai. 2013.

GONÇALVES JUNIOR, C. A.; GALETE, R. A.Método estrutural-diferencial: aplicação da adaptação de Herzog e Olsen para a microrregião de Maringá frente à economia paranaense 1994/2008. Ciências Econômicas da UNIOESTE. Campus Toledo. Toledo, 2011.

GUIMARÃES, E. P. Evolução das teorias de comércio internacional. Disponível em: http://www.ie.ufrj.br/ecex/arquivos/evolucao_das_teorias_de_comercio_internacional.p df. Acesso em: nov. 2013.

HADDAD, P. R. (Org.). Economia regional: teorias e métodos de análise. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1989.

HEWINGS, G J. D. On the accuracy os alternative models for stepping-down multi- country employment projectins to counties. EconomicGeography, 1976, 52, 206-217.

HIRSCHMAN, A.A estratégia de desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Sistema de Contas Nacionais – Brasil - Referência 2010. Versão 1 – Março de 2013. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/Notas_Metodologicas_ 2010/02_estrutura_scn.pdf. Acesso: nov. 2013.

INFOPÉDIA. Crescimento Econômico. In. INFOPÉDIA [Em linha]. Porto:Porto Editora, 2003-2013. [Consult. 2013-12-02]. Disponível na www: <URL: http://www.infopedia.pt/$crescimento-economico>. Acesso em: nov. 2013.

KRUGMAN, P.Development, Geography, and Economic Theory (The Ohlin Lectures;6).Massachusetts: MIT Press, 4. ed., 1998. (Primeira edição: 1995).

MAYOR FERNANDEZ, M.; LÓPEZ MENENDEZ, A. J. Spatial Shift-Share analysis: new developments and some findings for the Spanish case. 45 th Crongress of the European Regional Science Association, Amsterdam, 2005.

MARSHALL, A.Princípios de economia. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

NAZARA, S.; HEWINGS, G.J.D. Spatial Struture and Taxonomy of Decompotition in Shift-Share Analysis. Growthand Change, 2004, v. 35, 4, p. 476-490.

OLIVEIRA, J. C. de. Análise do crescimento econômico e das desigualdades regionais no brasil. Disponível em:<http://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/article/viewFile/1004/764>. Acesso em: nov. 2013.

PÉREZ PINEDA, J. A.Crecimiento y desequilibrios regionales: un modelo espacial para México. Tesis (Doctoral) - Universidad Complutense de Madrid.Departamento de Economía Aplicada I: Economía Internacional. Madrid, 2005.

PERROUX, F. O conceito de polos de crescimento. In: SCHARTZMAN, Jacques. Economia regional: textos escolhidos. Belo Horizonte: Cedeplar, 1977, p. 145-156.

PORTO JÚNIOR, S. da S.As novas teorias de crescimento econômico. Notas de Aulas. Disponível em: <http://www.ppge.ufrgs.br/sabino/ecop25/notas_crescimento.pdf>. Acesso em: mai. 2013.

RAMAJO, J.; MARQUEZ, M. A. Componentes espaciales en el modelo Shift-Share: una aplicación al caso de las regiones peninsulares españolas. Estadística Española v. 50, num 168, 2008, p. 247-272.

SALAMA, P. Brasil, balanço econômico, sucessos e limites. Estudos Avançados, v. 24 nº 70, São Paulo, 2010, p. 167-183.

SALVADOR, D. S. C. O. Espaço geográfico e circuito inferior da economia urbana. MERCATOR, Fortaleza, 2012, v. 11 n° 25, p. 47-58.

SILVA FILHO, G. E.; CARVALHO, E. B. A Teoria do crescimento endógeno e o desenvolvimento endógeno regional: Investigação das convergências em um cenário Pós-Cepalino. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. Especial p. 467-482, novembro 2001. Disponível em:

<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/ren2001_v32_ne_a2.pdf>. Acesso em mai. 2013.

SIMÕES, R. F. Métodos de análise regional e urbana: diagnóstico aplicado ao planejamento. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2005.

SOUZA, N. de J. de. Economia regional: conceito e fundamentos teóricos. Publicado originalmente na Revista Perspectiva Econômica, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Ano XVI, v. 11, n. 32, 1981, p. 67-102.

SOUZA, N.de J. Polarização e despolarização industrial no Brasil e no Rio Grande do Sul. Análise Econômica, Porto Alegre: FCEIUFRGS, Ano 8, n. 13, p. 173-191, mar, 1990.

THE SYSTEM OF MACROECONOMIC ACCOUNTS STATISTICS: An Overview, Pamphlet Series n. 56, International Monetary Fund, Washington, 2007

THISSE, J.-F. (2011). Economia Regional e Urbana - Teorias e métodos com ênfase no Brasil, capitulo de Geografia Econômica, paginas 17–42. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

VIEIRA, E. T.; SANTOS, M. J. Desenvolvimento econômico regional: uma revisão histórica e teórica. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Taubaté – SP, mai-ago, 2012, v. 8 n. 2.

VIEIRA, E. T. Industrialização e políticas de desenvolvimento regional: o Vale do Paraíba paulista na segunda metade do século XX. Tese (Doutorado) em Historia Econômica. USP, 2009.

Capítulo 15

INDUSTRIA 4.0 E SISTEMAS CIBERFÍSICOS NA ÁREA DA FISIOTERAPIA

Fernanda dos Santos Koehler (UFSC - admfernandadossantos@gmail.com)
Patsy Geraldine Balconi Mandelli (UFSC - patsymandelli@gmail.com)
Marina Souza Kracik (UFSC - marina.kracik@gmail.com)
Lia Caetano Bastos (UFSC - ecv1lcb@ecv.ufsc.br)
Tito Enio Koehler (EPAGRI - tito.koehler@gmail.com)

Resumo: A Quarta Revolução Industrial, também é chamda de "Indústria 4.0" tem como conceitos fundamentais Smart Factory, Cyber-physical Systems (CPS), Self-organization, New systems in distribution and procurement, New systems in the development oof products and services, Adaptation to human needs e Corporate Social Responsibility. Com este contexto, este artigo tem como objetivo investigar através de busca bibliográfica o que tem-se discutido sobre a utilização dos CPS na área de Fisioterapia. Para tal, optou-se por busca dirigida em Bases de Dados a análise dos documentos retornados, identificando ao final que existem poucos publicações sobre CPS e a Fisioterapia, no entanto as que constam apresentam importantes evoluções nesta área.

Palavras-chave: Cyber-Physical Systems (CPS); Fisioterapia; Indústria 4.0.

1. INTRODUÇÃO

O processo de inovação que demorava décadas para aproximar novos produtos dos consumidores, demora agora apenas alguns dias. Os produtos, principalmente no quesito tecnologia, se tornam obsoletos em uma velocidade de maior do que acostumou-se a acompanhar.

Tal percepção deve-se ao conhecimento histórico e análise de datas. As chamadas Primeira e Segunda Revolução Industrial ocorreram em um intervalo de séculos (aproximadamente 1750 a 1950), enquanto as chamadas Terceira e Quarta Revolução Industrial acontecem de 1950 até os dias atuais, ambas em menos de um século.

A Primeira Revolução Industrial trouxe a utilização da máquina a vapor, a Segunda estabeleceu dentre outros avanços a utilização da energia elétrica. A Terceira Revolução Industrial atribui-se as tecnologias de informação e comunicação, com avanços intensivos na área de telefonia, industrial, aeroespacial, biotecnologia e internet (transmissão de dados).

A Quarta Revolução Industrial, também é chamada de "Indústria 4.0", termo cunhado pelo Governo Alemão ao utilizá-lo em seu projeto para adoção de alta-tecnologia até o ano de 2020. Lasi, Fettke, Feld e Hoffmann (2014) apontam duas vertentes para a Indústria 4.0, uma relacionada com as mudanças sociais, econômicas e políticas e a outra relacionada com o avanço tecnológico para a área industrial. Os autores apresentam em seu artigo o que consideram conceitos fundamentais para a Industria 4.0, sendo: *Smart Factory, Cyber-physical Systems (CPS), Self-organization, New systems in distribution and procurement, New systems in the development of products and services, Adaptation to human needs e Corporate Social Responsibility.*

Wollsch Laeger, Sauter e Jasperneite (2017), por sua vez, além de citar os *CPS*, dizem que a Industria 4.0 tem como itens importantes para observação a *Internet of Things (IoT), Ethernet time-sensitive networking (TSN) e a fifth-generation (5G) telecom.*

Este conjunto de ferramentas e possibilidades têm apresentado diversos avanços não apenas na área industrial, mas também na área de serviços e especialmente aos serviços de saúde. Com este contexto, este artigo tem como objetivo investigar através de busca bibliográfica o que se tem discutido sobre a utilização dos *CPS* na área de Fisioterapia. Para tal, optou-se por busca dirigida em Bases de Dados a análise dos documentos retornados.

2. BREVE CONCEITUAÇÃO

2.1 INDÚSTRIA 4.0

Como título do projeto do Governo Alemão que tem como objetivo ter alta-tecnologia agregada às suas indústrias, o termo Indústria 4.0 é também reconhecido como a Quarta Revolução Industrial. Um avanço da Terceira Revolução Industrial que trouxe o uso de ferramentas de tecnologia da informação e comunicação e permitiu a conexão global, a Indústria 4.0 apresenta como desafio a conexão entre aspectos físicos e a computação com transmissão de dados utilizando a conexão de redes e utilizando algoritmos e aprendizagem de máquina para criação de conhecimento.

São características da Indústria 4.0 o desenvolvimento em curtos períodos, a individualização da demanda, utilização de recursos naturais com maior eficiência, e alta flexibilidade (LASI *et al*, 2014; OLIVEIRA 2017). A evolução da Internet para a chamada Internet das Coisas, o *Big Data* e *Cloud-Computing* são facilitadores para a evolução dos sistemas protagonistas da Indústria 4.0, como os *CPS*.

Para Santos, Alberto, Lima e Charrua-Santos (2018, p.115) “a Indústria 4.0 representa uma evolução natural dos sistemas industriais anteriores, desde a mecanização do trabalho ocorrida no século XVIII até a automação da produção nos dias atuais”. Não somente ligada a indústria, a Quarta Revolução Industrial é sistêmica e suas consequências se estendem aos setores sociais e econômicos da sociedade.

De modo geral, vários países além da Alemanha têm apresentado projetos e olhado com atenção para o seu futuro e a Indústria 4.0, como por exemplo, a China com o plano de desenvolvimento *Made in China 2015* e Portugal com ações direcionadoras ao avanço da indústria e digitalização das pequenas e médias empresas (Oliveira, 2017).

2.2 CYBER-PHYSICAL SYSTEMS (CPS)

Considerado a evolução dos Sistemas Embarcados, os Sistemas Ciberfísicos (em inglês Cyber-Physical Systems – CPS) integram comunicação, processos físicos e computação. O National Institute of Standards and Technology - NIST (2017, p 1) diz que os CPS “combinam os mundos cibernético e físico com tecnologias que podem responder em tempo real a seus ambientes”, nestas tecnologias, dentre outras, está a Internet das Coisas (do inglês Internet of Things - IoT).

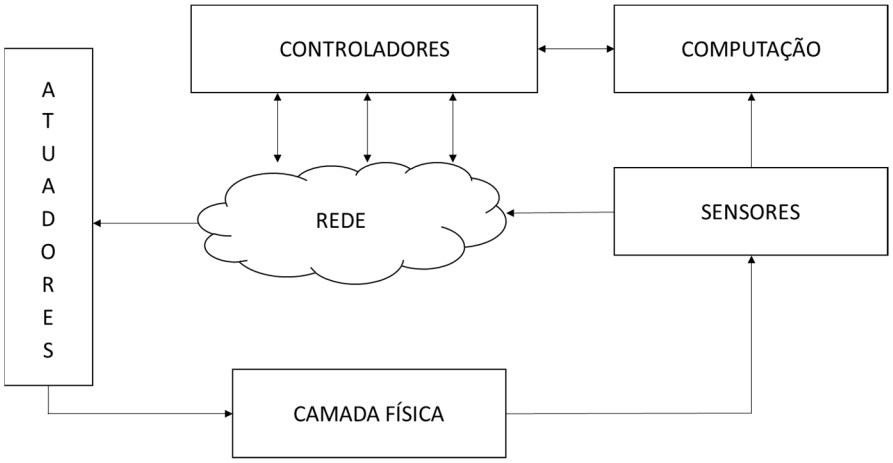
Estudado e detalhado inicialmente por Wiener (1948) na disciplina de “cibernética”, o termo Cyber-Physical Systems foi utilizado inicialmente em 2006 por Helen Gill nos Estados Unidos da América (RAJKUMAR;LEE; SHA;STANKOVIC, 2010; WAN;ALAGAR, 2014).

Para Oliveira (2017, p.24) os CPS são “unidades de controle, que controlam os sensores e acionadores necessários à interação com as estruturas físicas, com capacidade para processarem os dados obtidos”, sendo sistemas de trocam informações através de uma rede virtual.

Lee (2008) já destacava o potencial dos CPS no século XX, e de fato o que se vê é o avanço de tais sistemas em áreas de saúde assistida, sistemas de controle e conservação de energia, carros autônomos e controles de processo (NUNEZ;BORSATO, 2015). Corroborando, Leal Neto, Albuquerque, Souza, Cesse e Cruz (2017) destacam a importância do avanço dos sistemas de informação na área da saúde para a melhoria na qualidade da gestão com a utilização de dados confiáveis, e salientam a importância de mais avanços nessa área, com sistemas como os CPS.

Embora a estrutura dos CPS varie em decorrência da sua área de aplicação, uma estrutura mínima compartilhada entre qualquer CPS é definida e composta por atores, sensores, computação e rede (Figura 1).

Figura 1 – Arquitetura geral do CPS



Fonte: Wan e Alagar (2014, p. 213, tradução nossa)

Pisching, Tasca, Pessoa, Junqueira e Miyagi (2017) discutem sobre as arquiteturas de *CPS* e destacam a necessidade de mais estudos sobre o tema. Apresentam a Arquitetura mais comumente utilizada para *CPS*, chamada de 5C (Figura 2), ela é estruturada em cinco camadas e “Ela faz uma descrição detalhada dos diversos serviços necessários para implementar esse tipo de sistema, sendo concebida como uma arquitetura orientada a serviços”.

Figura 2 – Arquitetura 5C para implementação do *CPS*

Fonte: Lee, Bagheri e Kao (2015, p. 19, tradução nossa)

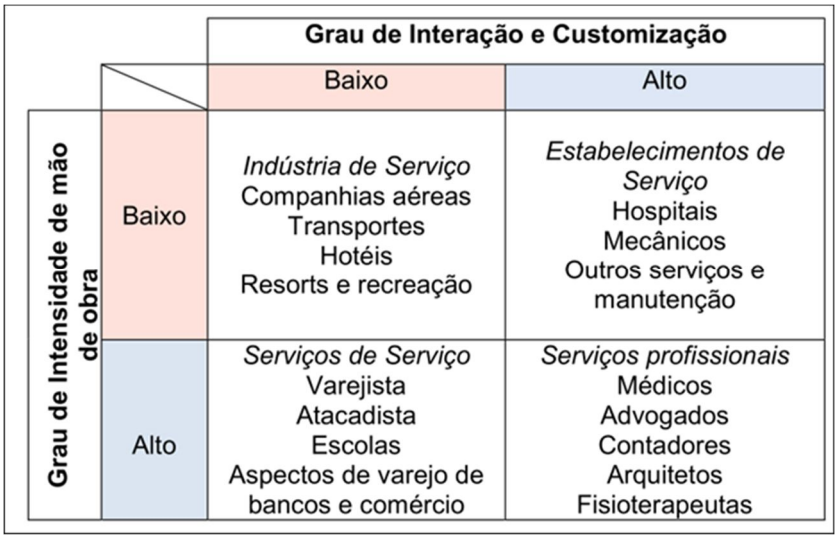
O avanço no desenvolvimento e utilização dos CPS possibilita a criação de conhecimento em grande escala, ao considerar que a todo instante dados estão sendo gerados pelos movimentos físicos e transmitidos pela conexão em rede para que algoritmos os processem e retornem informações importantes para o processo de tomada de decisão ágil e assertiva.

2.3 FISIOTERAPIA E SERVIÇOS DE SAÚDE

Enquanto Kotler (1998) define serviço como um ato, que não resulta em propriedade e pode estar vinculado - ou não - a um produto físico, Lovelock e Wright (2005, p. 5), dizem que serviços “são atividades econômicas que criam valor e fornecem benefícios para clientes em tempos e lugares específicos, com decorrência da realização de uma mudança desejada no – em nome do – usuário do serviço”.

São características do serviço a intangibilidade, a não possibilidade de estocagem, a heterogeneidade e a necessidade da presença do cliente para que aconteçam. A matriz dos processos de serviço de Schmenner (1999) apresentada por Mandelli (2016, p. 53) mostra que os serviços relacionados a área da saúde são considerados com alto grau de customização e alto grau de intensidade de mão de obra.

Figura 3 – Matriz dos Processos de Serviço



Fonte: Schmenner (1999 apud Mandelli, 2016, p.53)

Leal (2012) afirma que a área da saúde de destaca das demais áreas de serviço por sua complexidade em relação direta com a saúde humana, tendo como base princípios como qualidade, efetividade e aceitabilidade.

A Fisioterapia é um serviço prestado por Fisioterapeutas de forma a desenvolver, manter e restaurar o máximo de movimento e capacidade funcional ao longo da vida, segundo a Confederação Mundial de Fisioterapia (WCPT, 2018). No campo de saber da saúde, a Fisioterapia, possui seu campo de atuação, estudo e pesquisa no que diz respeito à prevenção, ao tratamento e à reabilitação para, assim, promover o bem-estar individual e coletivo do ser humano (MAGALHÃES; SOUSA, 2004; LEAL, 2014). Tratando a funcionalidade do paciente, o Fisioterapeuta amplia sua assistência ao olhar o paciente como ser bio-psico-social, pois ao buscar o bem-estar do ser humano, todos estes aspectos necessitam estar presentes, tanto aspectos individuais do bem-estar como no convívio social, coletivo (Mandelli, 2016).

A Fisioterapia envolve a interação entre o Fisioterapeuta (prestador de serviço), e paciente/ cliente (receptor de serviço). Além do receptor do serviço, são atores envolvidos nos serviços prestados pelo Fisioterapeuta: familiares, cuidadores, outros profissionais da saúde e comunidade.

O avanço tecnológico, inovação e dispositivos inteligentes, são apresentados como a principal tendência disruptiva nos cuidados de saúde (Sliwa, 2015), o que possibilita resoluções para atuais desafios da prestação de serviço de fisioterapia, como, por exemplo, a continuidade do tratamento fisioterapêutico no domicílio (ELGAMAL;CHEN;NAHRSTEDT, 2016) e a possibilidade de aumentar o

acesso da assistência fisioterapêutica a um maior número de pessoas, tanto em relação a aspectos geográficos quanto econômicos, focando sempre na qualidade de vida, funcionalidade e mobilidade do indivíduo.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A fim de atender ao objetivo proposto, realizou-se uma busca dirigida na base de dados Scopus e no Google Scholar, utilizando uma combinação de busca com os termos *"cyber physical systems", "helthcare" e "physioterapy"*.

Figura 4 – Descrição de busca

BASE DE DADOS	DESCRIÇÃO DE BUSCA
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("cyber-physical systems" OR "cyberphysical systems")) AND (("healthcare")) AND ("physiotherapy")
Google Scholar	"cyber-physical systems" OR "cyber physical systems" AND "healthcare" AND "physiotherapy"

Fonte: Autores (2018)

O buscador Scopus retornou 3 documentos, enquanto o buscador Google Scholar retornou 34. A diferença de retorno dá-se pela possibilidade de filtro realizada no Scopus, restringindo o retorno a documentos que apresentem os termos no título, resumo e palavras-chave dos documentos. O Google Scholar retorna documentos que apresentem qualquer um dos termos descritos na busca e documentos que apresentem a combinação deles.

Com isso, realizou-se para os documentos retornados pelo Google Scholar a busca e leitura de todos, a fim de classificar para análise final aqueles que se adequassem ao objetivo deste estudo. Durante este processo, foram 26 documentos: por não estarem disponíveis (6 documentos), por tratar-se de agenda de congressos e currículos de autores e profissionais da área (9 documentos), e por tratar de outros assuntos relacionados a CPS, mas não relacionados com a Fisioterapia (11 documentos).

Agrupando dos resultados encontrados na Scopus e no Google Scholar, observou-se a repetição de 3 documentos. Um deles repete-se aos documentos sem acesso, eliminados na análise dos documentos resultantes do Google Scholar, um deles repete-se entre os artigos selecionados para análise, e o outro não possui acesso livre.

Assim, a análise de conteúdo dar-se-á com os 8 documentos resultantes da busca no Google Scholar, apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Documentos selecionados para análise

TÍTULO	ANO	AUTOR (ES)
A Research Agenda of Industry 4.0 from the Czech Perspective	2018	Pavel Adámek
Keynote: Smart Services for Unstructured Health-Care Environments	2017	Klara Nahrstedt
A Study of Correlations among Image Resolution, Reaction Time, and Extent of Motion in Remote Motor Interactions	2014	Zoltán Rusák, Adrie Kooijman, Yu Song, Jouke Verlinden, and Imre Horváth
Physical Relationship Description for Cyber-Physical Multi-modal Sensory Environments	2016	Tarek Elgamal, Shannon Chen, Klara Nahrstedt
Towards energy-aware cloud-oriented cyber-physical therapy system	2017	M. Shamim Hossain Md. Abdur Rahman Ghulam Muhammad
Statistical Challenges for Quality Assessment of Smart Medical Devices	2015	Jan Sliwa
A home-based rehabilitation system for deficient knee patients	2015	Seungkook Jun
Sensor-Based Assessment of the Quality of Human Motion During Therapeutic Exercise	2012	Portia E. Taylor

Fonte: Autores (2018)

Verifica-se que as publicações datam entre os anos de 2012 a 2018, com recorrência apenas da autora Klara Nahrstedt. A análise de conteúdo dos documentos deu-se com a leitura do texto completo e a identificação da relação entre o CPS e a Fisioterapia apresentada por cada um.

4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Taylor (2012) apresenta, em seu trabalho de conclusão de curso de doutorado, um sistema com sensores para acompanhar o tratamento domiciliar de pacientes com problemas de osteoartrite nos joelhos, com o nome de InForm Exercise System. Conforme relata, o maior desafio para sistemas de assistência remota em saúde não está na tecnologia, haja vista que já em 2012 e cada vez mais as pessoas estão integradas a ela através de seus smartphones e outros itens, mas sim de conscientização e de incentivo em ações públicas e desenvolvimento de políticas: “Precisamos aumentar a

conscientização de usuários, terapeutas, cuidadores, seguradoras, médicos e afins sobre os benefícios que a tecnologia pode proporcionar na reabilitação e fisioterapia" (TAYLOR, 2012, p.106).

Rusák, Kooijman, Song, Verlinden e Horváth (2014), em seu artigo A Study of Correlations among Image Resolution, Reaction Time, and Extent of Motion in Remote Motor Interactions estudam a qualidade da imagem e a relação com a reação dos pacientes em fisioterapia remota. Com vídeos gravados com resolução de VGA, HD e 4K, os autores mediram o tempo de reação dos pacientes com um sistema de rastreamento de movimento e uma câmera HD. Ao final, identificaram que o tempo de reação em vídeos de resolução 4K é significativamente menor do que nos outros tipos de vídeo.

Em seu trabalho final de doutorado, Jun (2015, p. iii) destaca que "procedimentos de reabilitação intensivos em mão-de-obra oferecem um campo de aplicação fértil para tecnologias robóticas e de automação, que é facilmente aplicável ao sistema de reabilitação domiciliar". O autor teve como objetivo em seu estudo a criação, análise e validação de uma estrutura para medição quantitativa para o processo de reabilitação de pacientes com deficiências no joelho.

Sliwa (2015), por sua vez, alerta para a complexidade do uso de CPS na área da saúde. Alerta para a necessidade de mais estudos, reforçando o fato de que os seguros pagarão por este tipo de atendimento domiciliar apenas se comprovada a sua efetividade no tratamento proposto. Embora reconheça que utilizar sistemas de análise de Big Data contribui para análise quantitativa, diz que os principais problemas para este tipo de análise podem estar na diversidade encontrada nos mais diferentes contextos em que os pacientes estão inseridos. E termina propondo que o problema relacionado ao uso de CPS na área da saúde seja tratado de forma interdisciplinar.

Elgamal, Chen e Nahrstedt (2016) apresentam em seu artigo o método de Descrição de Representação Física (PRD) utilizado para representar a relação espacial entre fontes de fluxos multimídia em ambientes físicos. Como exemplo de aplicação, descrevem a necessidade do PRD no CyPhy.

O CyPhy é um sistema de tele-fisioterapia com o objetivo de levar a fisioterapia em áreas ou para pessoas que não tem acesso e utiliza tecnologia de imersão 3D transmitindo as imagens capturadas e permitindo o acompanhamento dos movimentos pelo Fisioterapeuta. Desenvolvido por Chien-Nan Chen e Zhenhuan Gao estudantes da Universidade de Illinois (USA), e por Klara Nahrsted diretora do Coordinated Science Laboratory na Escola de Engenharia da Universidade de Illinois (ROBERTSON, 2015).

Nahrstedt (2016) em um resumo reforça a necessidade de atenção a ambientes para os quais atualmente não se dá a devida atenção, mas que tem impacto direto nos cuidados de saúde, sendo eles a casa do paciente, a sala de espera dos consultórios e o ambiente onde o incidente ocorreu. Ela destaca que a utilização de serviços multimodais nestes ambientes podem fornecer informações importantes na assistência à saúde, porém, este tipo de serviço enfrenta ainda barreiras, chamas por ela de “desafios cibernéticos”.

Hossain, Rahman e Muhammad (2017) propõe em seu artigo um sistema de cyber-fisioterapia com eficiência energética que chamam de T-CPS. De acordo com os autores “O sistema T-CPS fornece uma integração mais rigorosa de componentes de software no mundo cibernético com a de entidades do mundo físico, como sensores de rastreamento de gestos em torno do ambiente de um paciente ou de um terapeuta e os próprios fatores humanos” (HOSSAIN; RAHMAN; MUHAMMAD, 2017, p.3). Pela utilização de data centers e nuvens no processamento do sistema, os autores consideram ser eficiente energeticamente, embora ainda necessitem de maiores estudos, com quantidade maior de pacientes para medir a eficiência real do processamento no ciberespaço.

Por fim, Adámek (2018) ao apresentar um relatório de revisão de estratégias para o desempenho digital nacional na República Tcheca, destaca que dentre diversas áreas, ferramentas para a fisioterapia devem ser consideradas na Indústria 4.0.

5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se a evolução dos estudos e desenvolvimento dos sistemas com sensores para a realização de terapias motoras a distância. Algo que inicialmente era pensado apenas para coleta de dados e estudos sobre a efetividade dos tratamentos realizados presencialmente, cada vez mais tornam-se realidade para uma Fisioterapia realizada a distância e com o fornecimento de uma quantidade elevada de dados que trazem informações para além da comprovação de efetividade dos tratamentos.

Os estudos aqui apresentados demonstram a evolução no sistema de sensores e na busca pela melhor forma de captura de imagens e interação do paciente com o sistema. De modo mais específico, temos Taylor (2012) e Jun (2015) que focam em sistemas para tratamento de Fisioterapia ligados a joelho, enquanto Elgamal, Chen e Nahrstedt (2016) e Hossain, Rahman e Muhammad (2017) apresentam sistemas para a Fisioterapia sem destacar uma especialidade.

Sliwa (2015) reconhece a complexidade em utilizar sistemas cibernéticos para tratamento de saúde, especialmente pelo desconhecimento do contexto no qual o paciente está inserido e destacamos aqui o fato de que o serviço tem como sua principal característica a interação com o cliente, o que torna cada atendimento único. Nahrstedt (2016) dá destaque as barreiras cibernéticas que podem ser enfrentadas para que sistemas de tele-fisioterapia sejam utilizados, e Adámek (2018) aponta os sistemas de tele-fisioterapia como ponto importante de observação e desenvolvimento no avanço da Indústria 4.0.

O reconhecimento de padrões em serviços intensivos em conhecimento tem permitido o desenvolvimento de algoritmos e a aprendizagem de máquinas elevando o patamar de desenvolvimento de sistemas. O *IBM Watson* tem provado esta possibilidade. Áreas tradicionais como Medicina e Direito já percebem que seus serviços intensivos em conhecimento podem ser realizados por máquinas, algo inimaginável até pouco tempo atrás, quando a sociedade passava da evolução da máquina a carvão para a energia elétrica.

Como pode-se ver neste estudo, a Fisioterapia já apresenta sinais de evolução para a Indústria 4.0, com seu serviço podendo ser oferecido a distância. Observa-se a utilização de *CPS* de fato para o tratamento fisioterapêutico, realidade que tende a evoluir, possibilitando ou não o acesso a tratamentos específicos.

Ao ser apresentada a definição de Fisioterapia como sendo um serviço prestado pelo Fisioterapeuta, e relacionando com característica de serviço que seria a interação com o paciente, podemos estar

diante de avanços terapêuticos por poucos imaginados, audaciosamente provocando a reflexão do papel do Fisioterapeuta neste processo e neste ambiente tecnológico. Assim como a abrangência da assistência fisioterapêutica em vários níveis.

Autores como Marie Wetsby, Alexandria Klemm, Linda Li e Allyson Jones (2016), corroborando com as preocupações de Sliwa (2015) relatam que a fisioterapia deve passar de um cuidado baseado na quantidade ou de um modelo de atendimento aos cuidados assistenciais, para uma apresentação de resultados fisioterapêuticos claramente apresentados, sendo cada vez mais comum que os pagadores públicos e privados exijam medida de eficácia antes de aprovar o tratamento ou o pagamento, sendo um ponto de que o avanço tecnológico pode responder.

Oliveira (2017) diz que “alguns avanços tecnológicos são tão revolucionários, ou têm um impacto tão significativo em algumas áreas fundamentais da economia, que originam sistemas tecnológicos completamente inovadores, com capacidade transformativas nas condições estruturais vigentes da sociedade”, e com isto, ficam os questionamentos: qual será o futuro do profissional de Fisioterapia? O quanto estes sistemas ainda precisam avançar em tecnologia e eficiência energética para acessibilidade de todos? Quais mudanças precisam ocorrer no ensino da Fisioterapia para preparar os profissionais para este novo cenário?

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ADÁMEK, P. A reserarch Agenda of Industry 4.0 from the Czech Perspective. In Digital Transformation in Smart Manufacturing (p. 21–40). 2018. https://doi.org/10.5772/intechopen.71798

ELGAMAL, T., CHEN, S., NAHRSTEDT, K. (2016). Physical Relationship Description for cyber-physical multi-modal sensory environments. Proceedings - 2016 IEEE International Symposium on Multimedia, ISM, 2016. P. 158–162. https://doi.org/10.1109/ISM.2016.19

HOSSAIN, M. S., RAHMAN, M. A., MUHAMMAD, G. Towards energy-aware cloud-oriented cyber-physical therapy system. Future Generation Computer Systems, 2017. https://doi.org/10.1016/j.future.2017.08.045

JUN, S. A home-based rehabilitation system for deficient knee patients. University at Buffalo, 2015.

Kotler, P. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. São Paulo: Atlas, 1998.

LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, H. G., FELD, T., HOFFMANN, M. Industry 4.0. Business and Information Systems Engineering, 6(4), 2014, p. 239–242. https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4

LEAL, A.A. Proposta de um modelo para avaliação da qualidade no setor de saúde suplementar com a integração do QFD e do SERVQUAL.(Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

LEAL NETO, O. B., ALBUQUERQUE, J., SOUZA, W. V., CESSE, E., & CRUZ, O. G. Inovações disruptivas e as transformações da saúde pública na era digital. Cadernos de Saúde Pública, 33(11), 2017. https://doi.org/10.1590/0102-311x00005717

LEE, E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. 2008 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 2008, p. 363–369. https://doi.org/10.1109/ISORC.2008.25

LEE, J., BAGHERI, B., KAO, H. A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 2015, p. 18–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001

LOVELOCK, C., WRIGHT, L. Serviços: marketing e gestão. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAGALHÃES, M.S., SOUSA, F.J.P. Avaliação da assistência fisioterapêutica sob a óptica do usuário. Fortaleza, Fisioterapia Brasil, 2004.

MANDELLI, P. G. B. Modelo construtivista para avaliação da qualidade em serviços de Fisioterapia pela perspectiva do gestor. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2016.

NAHRSTEDT, K. Keynote: Smart Services for Unstructured Health-Care Environments, 2016.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY -NIST. Cyber Physical Systems Program, 2018. Disponível em: https://www.nist.gov/programs-projects/cyber-physical-systems-program, Acesso em 11 maio 2018.

NUNEZ, D. L., BORSATO, M. Panorama atual dos sistemas ciber-físicos no contexto da manufatura. In 10º Congresso Brasileiro de Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Produtos, 2015, p. 1–14.

OLIVEIRA, I. R. De. Indústria 4.0: um novo paradigma técnico- económico?, 2017. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/111202/2/256922.pdf

PISCHING, M., TASCA, A., PESSOA, M., JUNQUEIRA, F., MIYAGI, P. Arquitetura Para Desenvolvimento De Sistemas Ciber-Físicos Aplicados Na Indústria 4.0. XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2017, p. 326–331.

RAJKUMAR, R. (Raj), LEE, I., SHA, L., STANKOVIC, J. Cyber-physical systems: The Next Computing Revolution. Proceedings of the 47th Design Automation Conference on - DAC '10, 2010, p. 731–736. https://doi.org/10.1145/1837274.1837461

ROBERTSON, D. New CyPhy software employs 3D immersion technology for advanced telemedicine. Coordinated Science Lab, 2015. Disponível em: https://csl.illinois.edu/news/new-cyphy-software-employs-3d-immersion-technology-advanced-telemedicine. Acesso em 11 maio 2018.

RUSÁK, Z., KOOIJMAN, A., SONG, Y., VERLINDEN, J., HORVÁTH, I. A study of correlations among image resolution, reaction time, and extent of motion in remote motor interactions. Advances in Human-Computer Interaction, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/463179

SANTOS, B. P., ALBERTO, A., LIMA, T. D. F. M.,CHARRUA-SANTOS, F. M. B. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Revista Produção e Desenvolvimento, 4(1), 2018, p. 111–124.

SLIWA, J. Statistical Challenges for Quality Assessment of Smart Medical Devices. Proceedings - 2015 10th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 3PGCIC 2015, p. 380–385. https://doi.org/10.1109/3PGCIC.2015.96

TAYLOR, P. E.. Sensor-Based Assessment of the Quality of Human Motion During Therapeutic Exercise. Carnegie Mellon University, 2012.

WAN, K., ALAGAR, V. Context-aware security solutions for cyber-physical systems. Mobile Networks and Applications, 19(2),2014, p. 212–226. https://doi.org/10.1007/s11036-014-0495-x

Westby, M.D., KLEMM, A., Li, L.C., JONES, A. Emerging Role of Quality Indicators in Physical Therapist Practice and Health Service Delivery. *TherapyJournal of American Physical Therapy Association*, 2016

WOLLSCHLAEGER, M., SAUTER, T., JASPERNEITE, J. The future of industrial Communication. *Industrial Electronics Magazine*, 2017, p. 17–27. https://doi.org/10.1021/ie50124a022

WORLD CONFEDERATION FOR PHYSICAL THERAPY - WCPT. *What is Physical Therapy?*, 2016. Disponível em: https://www.wcpt.org/what-is-physical-therapy. Acesso em 11 maio 2018.

Capítulo 16

OTIMIZANDO RECURSOS EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA ATRAVÉS DO PROBLEMA DE CORTE BIDIMENSIONAL: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO FIRST FIT DECREASING HEIGHT (FFDH)

Nádya Zanin Muzulon (UFPR - nadyamuzulon@gmail.com)
Juliana Verga Shirabayashi (UFPR - juliana.verga@ufpr.br)
Jair da Silva (UFPR - jairmt@gmail.com)

Resumo: este trabalho ter por objetivo estudar e propor soluções para o problema de corte bidimensional. Diante disso, foi realizado um estudo em uma empresa de móveis da região norte do paraná, envolvendo: coleta de dados na empresa; modelagem do problema; estratégia de solução; análise e melhoria das soluções obtidas. Foram testados diferentes planos de corte, orientados e não orientados, com auxílio do algoritmo First Fit Decreasing Height (FFDH) e do software sketchcut lit. assim, realizando os testes para um modelo de hack produzido pela empresa, obteve-se uma redução de material perdido em 7,87%, em relação ao padrão praticado pela empresa. Diante disso, melhorias na solução ainda serão estudadas com auxílio de outros métodos e heurísticas, porém o algoritmo FFDH, Já se mostrou viável para geração de padrões para demais móveis fabricados pela empresa, já que estes atualmente são gerados manualmente e de forma intuitiva.

Palavras-chaves: Corte Bidimensional; Padrão de Corte; FFDH; Indústria Moveleira.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a competitividade empresarial tem sido grande motivadora para geração de negócios e inovação, sendo também um desafio a ser enfrentado pelas empresas diariamente. Assim, para potencializar resultados e se destacar perante seu setor, as empresas devem reforçar suas vantagens e ficar atentas a problemas práticos que muitas vezes passam despercebidos, fazendo com que as mesmas não atinjam suas metas. Diante disso a organização pode contar com ferramentas auxiliadoras, como a Pesquisa Operacional (P.O), definida como aplicação de métodos científicos a problemas complexos visando auxiliar nas tomadas de decisões (ARENALES ET AL, 2007).

O surgimento da denominação Pesquisa Operacional (PO) foi em torno de 1934, porém esta se revelou durante a Segunda Guerra Mundial, onde os cientistas de diversas áreas como matemáticos, físicos e engenheiros se uniram para resolver problemas estratégicos, logísticos e táticos, a fim de avaliar e reposicionar adequadamente os radares do sistema de defesa aérea da Grã-Bretanha. Após a guerra, os estudiosos envolvidos continuaram a realizar pesquisas e desenvolver modelos para auxiliar na tomada de decisão, até mesmo para problemas não militares. Atualmente, este ramo da Matemática é bastante utilizado em diversas áreas e processos das organizações (ARENALES ET AL, 2007).

Assim, diante da aplicabilidade e versatilidade da Pesquisa Operacional (P.O), ela se destaca como algo fundamental para Engenharia de Produção, em particular nos problemas de planejamento e execução (ARENALES ET AL, 2007).

Diante do exposto, este trabalho visa abordar problemas de corte cujas indústrias enfrentam em seu dia a dia, tendo como auxilio a Pesquisa Operacional. Esse tipo de problema está presente em diversos processos industriais e é essencial para o planejamento da produção em indústrias que produzem peças de tamanhos e materiais variados, sendo estas de papelaria, vidraçaria, metalúrgica, plástica, têxtil ou moveleira, por exemplo, onde melhorias no processo de produção podem representar inúmeras vantagens econômicas e operacionais (SALVADEO; BRESSAN, 2015).

Assim, com o auxílio de algoritmos, este estudo tem como objetivo utilizar como modelo um Hack de material Medium Density Fiberboard (MDF), para melhorar a forma de gerar planos de corte no processo de produção de móveis em geral, em uma pequena indústria moveleira situada no norte do Paraná, visando cortar os objetos para a produção dos itens nas quantidades solicitadas, de modo que a perda de material seja mínima, diminuindo assim o custo de produção.

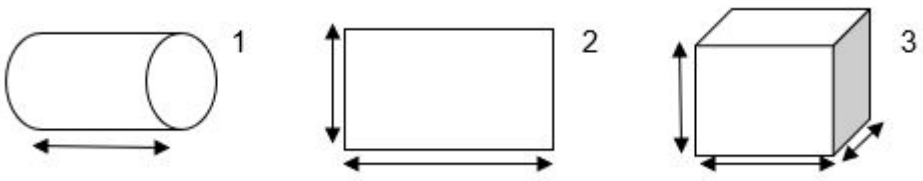
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Várias indústrias usam objetos maiores padronizados para serem cortados em tamanhos menores variados, em geral, não padronizados. Assim, de acordo com Poldi e Arenales (2010, p. 154) "problemas de corte de estoque consistem em cortar peças maiores (objetos) disponíveis em estoque com a finalidade de produzir peças menores (itens) para atender uma dada demanda, otimizando uma determinada função objetivo que pode ser, por exemplo, minimizar a perda de material, ou o custo dos objetos cortados"

A forma geométrica como os itens são arranjados em um objeto é chamada de padrão de corte e um padrão de corte é dito homogêneo se contém apenas um tipo de item e heterogêneo se contém dois ou mais itens de tamanhos distintos. Diversos fatores devem ser considerados na elaboração de um padrão de corte, por exemplo, em peças retangulares, um padrão de corte é viável se for guilhotinado, ou seja, um corte feito de uma extremidade a outra de um retângulo, dividindo-o em retângulos menores. Outro fator importante na geração de um padrão de corte é o número de vezes que o objeto deve ser rotacionado em 90º, de forma a permitir que os cortes guilhotinados sejam realizados (número de estágios) (ARENALES ET AL, 2004).

Problemas de corte podem ser fácil de ser representado matematicamente, mas difícil de ser solucionado, pois as soluções se tornam difíceis de ser enumeradas (TEMPONI, 2007). Os objetos a serem cortados também podem ser classificados de acordo com suas dimensões: unidimensionais, ou seja, varia em apenas uma dimensão, como uma bobina; bidimensionais, formas que variam em comprimento e largura, como chapas; ou tridimensionais, podendo possuir variação no comprimento, largura e altura, presentes nas mais diversas situações cotidianas, como uma caixa. Veja a Figura 1 abaixo.

Figura 1 – Classificação dos problemas de corte.

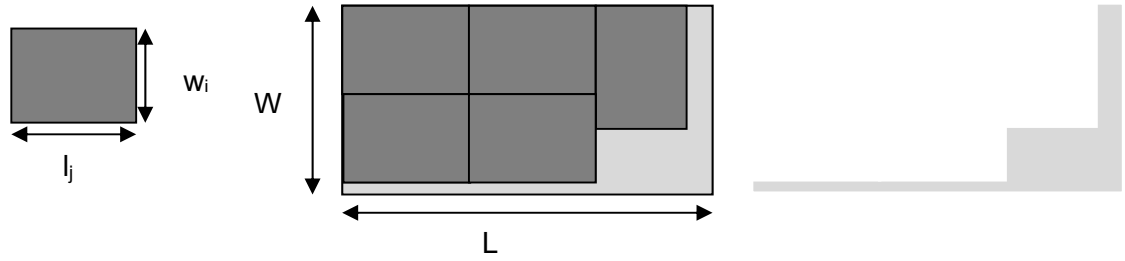


Fonte: MUZULON, Nádya (2019)

Neste trabalho os objetos mestres usados para testes serão bidimensionais M(L; W), onde L e W representam respectivamente a largura e comprimento da peça original a ser cortada, e li e wi

representam respectivamente a largura e comprimento dos itens demandados (di). Veja um exemplo na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de itens bidimensionais a serem cortados



Fonte: MUZULON, Nádya (2018)

A Figura 2 mostra itens a serem produzidos de dimensões (l_i; w_i), a partir de uma placa mestre de tamanho (L;W). Na placa mestre são alocados a maior quantidade de itens (l_i; w_i) possíveis, o resultado dessa combinação é a produção de 5 itens (área sombreada) e uma área perdida da placa (área mais clara). Desse modo o desafio é alocar peças menores (l_i; w_i) na placa (L;W), de modo a minimizar a área desperdiçada e ao mesmo tempo satisfazer a demanda. Ou seja, otimizar o processo de corte de placas em peças menores nas quantidades e dimensões demandadas. (ARENALES ET AL, 2007).

3. METODOLOGIA

Para modelarmos o problema de corte bidimensional cada padrão de corte, supostamente conhecido, deve ter associado a si um vetor αj, cujas coordenadas α_{ij} representa m números de itens do tipo i (li; wi) a serem cortados no padrão de corte j. Veja a seguir:

$$a1 = \begin{pmatrix} \alpha_{11} \\ \alpha_{21} \\ \dots \\ \alpha_{m1} \end{pmatrix};\ a_2 = \begin{pmatrix} \alpha_{12} \\ \alpha_{22} \\ \dots \\ \alpha_{m2} \end{pmatrix};\ \dots;\ a_n = \begin{pmatrix} \alpha_{12} \\ \alpha_{2n} \\ \dots \\ \alpha_{mn} \end{pmatrix}.$$

Para auxiliar na compreensão e desenvolvimento do estudo também é importante esclarecer que um vetor α só representa um padrão de corte, se a soma das áreas dos itens presentes no padrão não ultrapassarem o tamanho total do objeto mestre (L; W) a ser cortado (ARENALES ET AL, 2007).

Sabendo disso, após encontrar os padrões de corte para produção, a problemática seguinte pode ser formulada para decidir quantas vezes utilizar cada padrão αj:

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^{n} c_j \,.\, x_j \qquad (1)$$

$$\text{S.a: } \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \,.\, x_j \geq d_i \qquad (2)$$

$$x_j \in Z^+ \qquad (3)$$

Fonte: ARENALES ET AL, (2007)

Onde a_{ij}representa o número de itens i cortados no padrão j, a variável de decisão x_j representa o número de objetos cortados de acordo com o padrão j; a função objetivo (1) pode ter várias interpretações: minimizar o custo de cada padrão de corte, minimizar a perda em cada padrão de corte ou minimizar o número de objetos cortados; a restrição (2) garante que a demanda seja atendida, nota-se que ela também considera produções de itens em excesso, em casos de demanda flexível; e por fim a restrição (3) indica o tipo de variável.

Na literatura existem inúmeras abordagens para resoluções de problema de corte bidimensional, já que este é classificado como um problema da classe NP-difícil (LEAO, 2009), assim, este trabalho inicialmente propõe uma abordagem baseada em algoritmos como First Fit Decreasing Height (FFDH) (CHUNG ET AL, 1982 apud TEODORO, 2013), orientado por altura e orientado por largura, a fim de analisar qual gera menor perda, consequentemente melhor área ocupada.

Neste estudo a quantidade de estágio não será restringida, porém algumas restrições devem ser atendidas, como:

- As dimensões dos itens a serem cortados, devem respeitar o tamanho da placa mestre;
- O corte será realizado na forma guilhotinado;

Quando o móvel é cortado em *Medium Density Fiberboard* (MDF) colorido ou desenhado, este possui uma orientação, no qual se invertida, compromete a qualidade e a estética do produto final, o que se enquadra no caso deste estudo.

Também é importante ressaltar que ao gerar padrões, a área não ocupada por peças pode ser classificada de duas formas, perdas ou sobras. As sobras, são partes do material que podem ser reaproveitados para outro produto, já as perdas são materiais com difícil reutilização, por serem extremamente pequenos e retalhados.

Neste estudo, os objetos mestres de *Medium Density Fiberboard* (MDF) a serem cortados para confecção de um hack de duas gavetas, possui dimensões 275X183 cm e os itens menores a serem rearranjados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1- Itens menores a serem cortados

Item	*Demanda (un.)*	*Largura (cm.)*	*Altura (cm.)*
A	01	156	50
B	02	65	50
C	01	150	47
D	01	150	7
E	01	150	65
F	02	74,5	32,5
G	04	45	33
H	02	75	45
I	04	72	7
J	04	45	27
K	02	66,3	27
L	02	67,4	43,1

Fonte: MUZULON, Nádya (2019)

Na Tabela, a primeira coluna intitula os itens a serem cortados, a segunda coluna possui as demandas de cada item, em unidades, que variam de 1 a 4 e nas últimas estão representadas as dimensões respectivas a cada item.

3.1 FIRST FIT DECREASING HEIGHT (FFDH)

O algoritmo FFDH é uma adaptação do Algoritmo *First Fit Decreasing* (FFD), aplicado para corte bidimensionas (TEODORO, 2003). Os passos para a construção dos padrões de corte são:

Entrada: Informações da placa e itens.

1º Ordenar os itens de forma decrescente de acordo com sua largura (l_i) ou altura (w_i), a ser definido pelo usuário;

2º Alocar o primeiro item no canto inferior esquerdo da placa e traçar a primeira faixa

2º Enquanto houver itens não empacotados, fazer:

2.1 Empacotar o próximo item na faixa ao lado dos anteriores, por ordem de criação

Se não couber:

2.2.1 Empacotar o item em uma nova faixa, com o comprimento da placa e largura do item sendo empacotado

3º Retornar faixas geradas

Saída: Conjunto de faixas

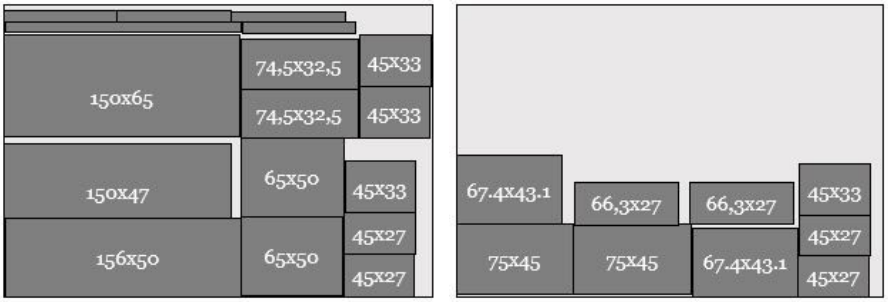
Para a geração dos padrões de corte como sugere o algoritmo, utilizou-se do auxílio do software, também oferecido como aplicativo, SketchCut Lite (TALI SOFTWARE, 2019). O aplicativo de acordo com o Google Play "é projetado com as características de materiais de folha de corte (madeira compensada, aglomerado de madeira, MDF, vidro, plásticos, painéis de madeira, etc.)", logo atende a necessidade desse estudo. Ao considerar uma resolução utilizando o principio do algoritmo FFDH, o aplicativo trata o problema de corte como restrito orientado, sendo proíbido a rotação dos itens. Porém, o programa também oferece a opção para rotacionar peças.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS

Ao considerar a produção de um Hack de cor branca, não interfere se os itens a serem cortados, serão rotacionados. Já quando se trata de MDF amadeirado e estampado, esses devem seguir a restrição de orientação, para não comprometer a estética final do produto. Assim, com finalidade acadêmica as simulações serão realizadas das duas formas, para um Hack branco e um amadeirado, considerando os dois com mesmo design e peças a serem contadas iguais, isso permitirá identificar o quanto impacta no resultado final, os itens serem ou não rotacionados.

O padrão de corte utilizado atualmente pela empresa, para produção de um Hack amadeirado, é realizado manualmente e está representado na Figura 3.

Figura 3 – Padrão de corte atual utilizado pela empresa

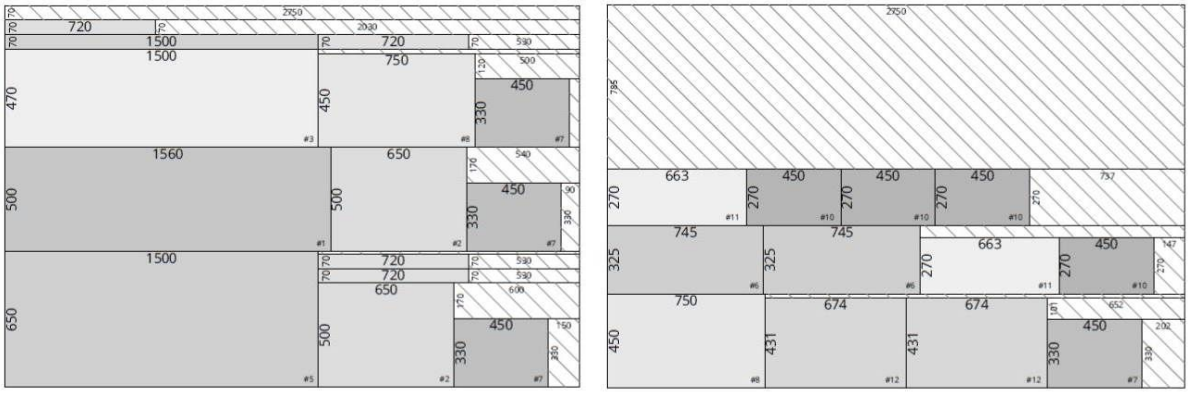


Fonte: Adaptado da base de dados da empresa (2018)

Na Figura 3, os itens a serem cortados são representados em tom mais escuro ocupando uma área de 6,59m^2 e as sobras e perdas aproximadas estão representadas por tons mais claros, sendo 2,61m^2 de sobra e 0,86m^2 de perda.

Já como proposta de novos padrões para produção do mesmo Hack amadeirado, com o auxílio do SketchCut Lite orientado por comprimento, considerando a aplicação do FFDH por altura, obteve-se a quantidade de duas placas de MDF necessárias, com uma área ocupada de 6,595 m^2, sobra de 3,148 m^2 e perda de 0,322 m^2. Os padrões gerados são representados na Figura 4.

Figura 4 – Padrão de corte gerado pelo FFDH direcionado por altura

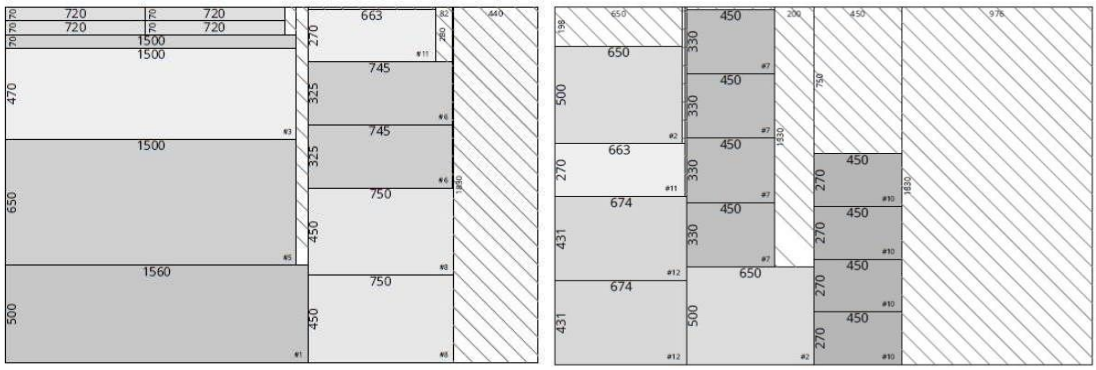


Fonte: SketchCut Lite (2019)

Na Figura 4, as partes sombreadas representam as peças a serem cortadas, com suas respectivas dimensões, e as partes preenchidas por traços representam as sobras e perdas.

Como uma segunda tentativa de obter melhores resultados, também foi aplicado o FFDH orientado por largura, esse também utilizou a quantidade de duas placas de MDF, com uma área ocupada de 6,595 m^2, sobra de 3,403 m^2 e perda de 0,067 m^2. Os padrões gerados são representados na Figura 5.

Figura 5 – Padrão de corte gerado pelo FFDH direcionado por largura



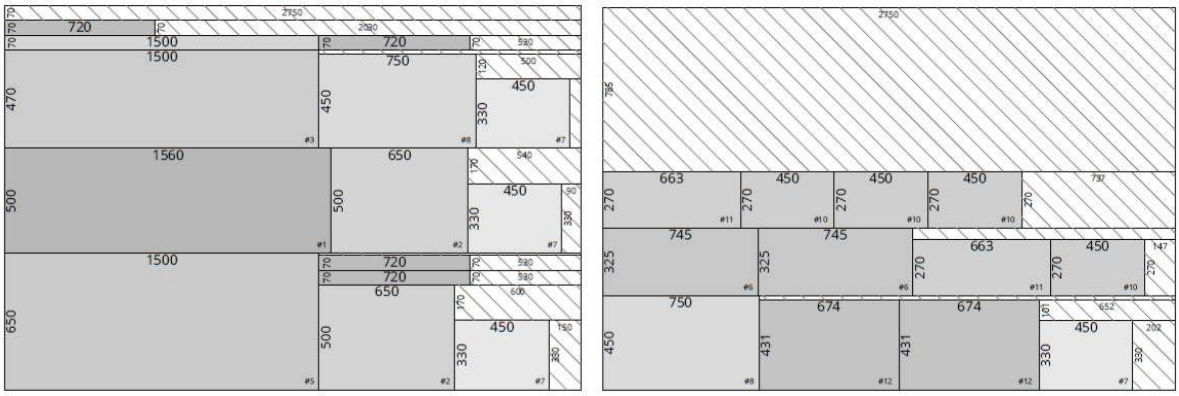
Fonte: SketchCut Lite (2019)

Assim como na Figura 4, a Figura 5 possui as peças a serem cortadas, sombreadas e as sobras e perdas preenchidas por traços.

Para fins de exploração, foi realizado também uma simulação no aplicativo *SketchCut Lite*, caso o modelo do Hack fosse branco, permitindo assim, alterações na orientação dos itens. Os padrões de corte estão representados na Figura 6 e Figura 7.

Na Figura 6, a área ocupada pelas peças foi a mesma que as demais, com 6,595 m^2, sendo a sobra de 3,148 m^2 e perda de 0,322 m^2, ou seja, as mesmas medidas do padrão orientado direcionado por altura da Figura 4.

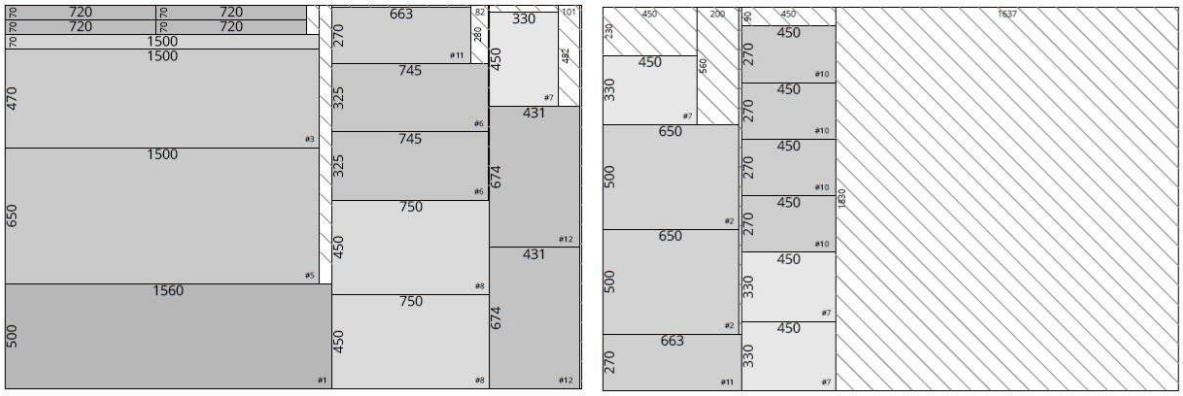
Figura 6 – Padrão de corte não orientado gerado pelo FFDH direcionado por altura



Fonte: SketchCut Lite (2019)

Agora, ainda com padrões de corte não orientado, porém direcionado por largura, a área ocupada se manteve em 6,595 m^2, com sobra de 3,291 m^2 e perda de 0,179m^2.

Figura 7 – Padrão de corte não orientado gerado pelo FFDH direcionado por largura



Fonte: SketchCut Lite (2019)

4. RESULTADOS

Para a produção do hack, o algoritmo FFDH sugeriu diferentes padrões. A Tabela 2 mostra a comparação entre os padrões com e sem orientação, por altura e largura, e o utilizado pela empresa.

Tabela 2 – Comparação dos resultados obtidos

ORIENTAÇÃO	ORIENTADO		NÃO ORIENTADO		DESCONHECIDO
DIRECIONAMENTO	**ALTURA**	**LARGURA**	**ALTURA**	**LARGURA**	**PRATICADO PELA EMPRESA**
SOBRA	3,148m^2	3,403m^2	3,148m^2	3,291m^2	2,61 m^2
PERDA	0,322m^2	0,067m^2	0,322m^2	0,179m^2	0,86 m^2
TOTAL RETALHO	3,47m^2	3,47m^2	3,47m^2	3,47m^2	3,47m^2
TOTAL OCUPADO	6,59m^2	6,59m^2	6,59m^2	6,59m^2	6,59m^2
DEMANDA DE PLACAS	2	2	2	2	2

Fonte: MUZULON, Nádya (2019)

Já na Tabela 3, uma adaptação da Tabela 2, é possível notar a diferença percentual entre os diferentes padrões gerados, facilitando a interpretação para escolha do melhor padrão entre os sugeridos.

Tabela 3 – Comparação percentual dos resultados obtidos

ORIENTAÇÃO	**ORIENTADO (Hack amadeirado)**		**NÃO ORIENTADO (Hack Branco)**		**DESCONHECIDO**
DIRECIONAMENTO	**ALTURA**	**LARGURA**	**ALTURA**	**LARGURA**	**PRATICADO PELA EMPRESA**
SOBRA	31,28%	33,81%	31,28%	32,70%	25,93%
PERDA	3,20%	0,67%	3,20%	1,78%	8,54%
TOTAL RETALHO	34,48%	34,48%	34,48%	34,48%	34,48%
TOTAL OCUPADO	65,47%	65,47%	65,47%	65,47%	65,47%

Fonte: MUZULON, Nádya (2019)

Na Tabela 3, é possível notar que os três modelos obtiveram percentual de espaço ocupado iguais, pois os itens a serem cortados, são iguais para todos os cenários. Como visa-se minimizar a perda, o modelo FFDH orientado por largura se destaca, por possuir maior percentual de sobra e menor percentual de perda, gerando maior material que possa ser reaproveitado, em comparação com os demais modelos.

Assim, a proposta para a empresa, em relação a produção de um Hack, é de que esta passe a utilizar os padrões da Figura 5, orientado por largura, reduzindo material perdido em 7,87%, em relação ao praticado atualmente. Vale notar também, que ao considerar padrões não orientados, esses obtiveram resultados piores, em relação aos que possuem a restrição de orientação. Logo, neste caso, o fato do Hack ser de estampa amadeirada não prejudicou a formação de padrões, e o padrão da FIGURA 5, pode ser utilizado tanto para um Hack branco quanto para um Hack amadeirado.

5. CONCLUSÕES

O estudo e definições de novos padrões de corte para a produção de Hack's na empresa estudada, foi de extrema importância, pois, os resultados obtidos foram significantes e melhores, do que o corte praticado atualmente por ela. O novo padrão reduziu a perda, material sem reutilização, de 8,54% para aproximadamente 0,67%, comprovando a necessidade do estudo, antes de realizar os cortes das placas de MDF. A abordagem do algoritmo FFDH, orientado e não orientado, nas duas direções, também foi de grande importância para escolha do padrão.

A simulação dos modelos sem restrição de orientação, também permitiu avaliar a diferença na formação dos padrões, que neste caso não foi muito significante.

Também vale ressaltar que os padrões propostos podem não ser o ótimo, assim, os próximos passos a serem realizados é buscar novas heurísticas e algoritmos que resultem em uma melhor otimização da área ocupada, reduzindo também o total de retalho. Porém a utilização do Algoritmo FFDH, já se mostrou viável para geração de padrões para demais móveis fabricados pela empresa, já que estes atualmente são gerados manualmente e de forma intuitiva.

REFERÊNCIAS

ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinícius; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horacio. Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia. Editora Campus, 2007.

ARENALES, Marcos; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horácio. Problemas de Corte e Empacotamento. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. São João Del Rei - MG. Mini curso. 2004. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0280.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2017.

ARENALES, M. N.; MORABITO, R. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional São João del Rei - MG 23 a 26 de novembro Mini curso 3 Problemas de Corte e Empacotamento. 2004.

LEAO, A. A. S. Geração de colunas para problemas de corte em duas fases. p. 79, 2009.

POLDI, Kelly Cristina; ARENALES, Marcos Nereu. O problema de corte de estoque unidimensional multiperíodo. Pesquisa Operacional, [s.l.], v. 30, n. 1, p.153-174, abr. 2010. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382010000100008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pope/v30n1/08.pdf>. Acesso em 01 de Agosto de 2017.

SALVADEO, G. P.; BRESSAN, G. M. Aplicação do Problema Combinado – Corte de Estoque e Dimensionamento de Lotes – em uma Fábrica de Móveis. p. 1–14, 2015.

TEODORO, Alan Augusto. O Problema do Corte Bidimensional: uma abordagem utilizando o método de geração de colunas. 2003. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TALI SOFTWARE. SketchCut Lite - Fast Cutting. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fortali.mapcut&hl=pt_BR&rdid=com.fortali.mapcut>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2019.

TEMPONI, E. C. C. Uma Proposta de Resolução do Problema de Corte Bidimensional via Abordagem Metaheurística. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas, p. 100, 2007.

TEODORO, A. A. O problema do Corte Bidimensional: uma abordagem utilizando o método de geração de colunas. p. 77, 2003.

Capítulo 17

MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO: UMA VISÃO GERAL DA LITERATURA

Gustavo Silveira de Oliveira (gustavo.oliveira@dep.ufscar.br)
Brenda Layane Costa Ribeiro (brendaribeirocoleone@icloud.com)

1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse pela gestão da qualidade é dado por seu peso estratégico e por seu importante papel na tomada de decisões, se tornando um ponto chave tanto para organizações de setores públicos como privados (GEROLAMO, *et al.,* 2014; FUNDIN *et al.,* 2018; SUHARDI e DEWI, 2014).

A jornada para a excelência em gestão, porém, não é fácil. Alguns autores propuseram modelos que descreviam os estágios rumo à maturidade em gestão. Segundo Fraser *et al*. (2002) a maturidade pode ser caracterizada como um alto grau de desenvolvimento e deve ter certo grau de tangibilidade, ou seja, deve poder ser medida de alguma maneira.

Além de descrever de forma qualitativa os estágios rumo à maturidade, os modelos de maturidade tem o propósito inicial de medir, ou seja, de acessar de maneira quantitativa a maturidade do objeto de estudo.

Para Myrodia *et al*. (2019) e Kosieradzka (2017) os modelos de maturidade fornecem uma visão geral que permite medir e monitorar o progresso de determinada área ou organização. Os modelos de maturidade também são apresentados por Ghaffari e Aravsorkhi (2018) como uma ferramenta que seve para avaliar o desempenho da organização de forma contínua. Proença (2016) ressalta que os modelos de maturidade servem para reconhecer claramente os processos que precisam sofrer melhorias bem como prioriza-los a fim de alcançar novos níveis de maturidade.

Desta forma, Blondiau *et al.* (2016), afirma que uma grande quantidade de modelos de maturidade, específicos de cada área ou mesmo genéricos, foram desenvolvidos nos últimos anos. Um dos primeiros modelos de maturidade que foi encontrado na literatura foi o *grid* de maturidade apresentado por Crosby (1994), que descreve o comportamento das organizações, de maneira geral, através de práticas de qualidade que são classificadas por níveis. A partir de então, muitos outros modelos de maturidade foram criados, tais como o CMM (*Capability Maturity Model),* o CMMI *(Capability Maturity Model Integration)* apresentados por Paulk *et al.* (1993) e Team (2002) respectivamente, além do BPMM (*Business Process Maturity Model*), voltados para a melhoria de processos. Além destes, muitos modelos foram criados visando a área de gerenciamento de projetos, como o PMMM (*Project Management Maturity Model)* apontado por Kerzner (2011).

Os modelos mencionados são apenas alguns dos modelos encontrados na literatura. O grande volume de modelos de maturidades existentes e seus diversos domínios de aplicações criam um ambiente cada vez mais desorganizado tornando importante analisar e estruturar a área de pesquisa de forma

sistemática (WENDLER, 2012). Uma abordagem adequada para esta análise e estruturação é o desenvolvimento de um estudo sistemático de mapeamento. As pesquisas de mapeamento fornecem uma visão clara para os pesquisadores acerca de lacunas existentes, bem como direcionam pesquisas economizando tempo e esforço (KITCHENHAM *et al.* 2011; WENDLER, 2012).

Desta forma, o objetivo desse artigo é obter uma perspectiva sobre a área de modelos de maturidade apresentando uma ampla comparação de artigos encontrados nas principais bases de conhecimento através de uma revisão sistemática da literatura.

2. MODELOS DE MATURIDADE

Segundo Prado (2008), um modelo de maturidade é um instrumento capaz de avaliar a capacidade de gerenciamento de uma organização. Os modelos de maturidade são instrumentos para alcançar um melhor aperfeiçoamento de processos, uma vez que a caracterização da organização em um nível particular de maturidade pode conduzir o esforço de melhoria (JÚNIOR, et al., 2010; FILHO e WATERSON, 2018).

A melhoria pode ser alcançada a partir da caracterização do nível de maturidade da organização, ou do processo, que fornece informações acerca de quais mudanças devem acontecer, quando e em qual medida para que o próximo nível de maturidade seja alcançado (HAMMER, 2007).

Os níveis de maturidade de um modelo determinam características que estabelecem o estágio de maturidade de um processo ou organização (CARVALHO e ROCHA, 2018). Para Proença e Borbinha (2016), a caracterização dos níveis de maturidade permite uma visão dos pontos fortes e de melhoria priorizando os próximos passos para atingir níveis mais altos de maturidade. Ter um elevado nível de maturidade significa que o processo é entendido, registrado e aplicado continuamente na organização (POLTRONIERI, *et al.,* 2017).

Em geral, modelos de maturidade são propostos com diferentes números de níveis de maturidade, foco de interesse, caracterização de cada estágio de maturidade cujo objetivo final é caracterizar e definir o processo em um nível especifico de maturidade.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para Webter e Watson (2002) uma revisão de literatura realizada de forma eficaz oferece suporte consistente para a base de conhecimento. Além do mais, as revisões de literatura são uma abordagem

apropriada para cumprir o objetivo de obter uma visão geral sobre a área de pesquisa do modelo de maturidade.

Em vista de oferecer uma visão mais clara e completa acerca de pesquisas na área de modelos de maturidade o presente estudo foi fundamentado em bases de dados eletrônicas. As bases de dados eletrônicas foram selecionadas a partir de uma extensa lista disponível no portal de periódicos da CAPES/MEC. Foram consideradas neste trabalho as seguintes bases de dados: EBSCO Host, Emerald Management, ScienceDirect e SpringerLink.

Na base de dados da EBSCO Host foram selecionados os seguintes bancos de dados: “Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text, Information Science & Technology Abstracts (ISTA), Computers & Applied Sciences Complete, Academic Search Premier”.

A cobertura nesses bancos de dados busca garantir que as publicações dos domínios de pesquisa mais importantes, tais como: sistemas de informações, desenvolvimento de software ou negócios e gerenciamento sejam considerados.

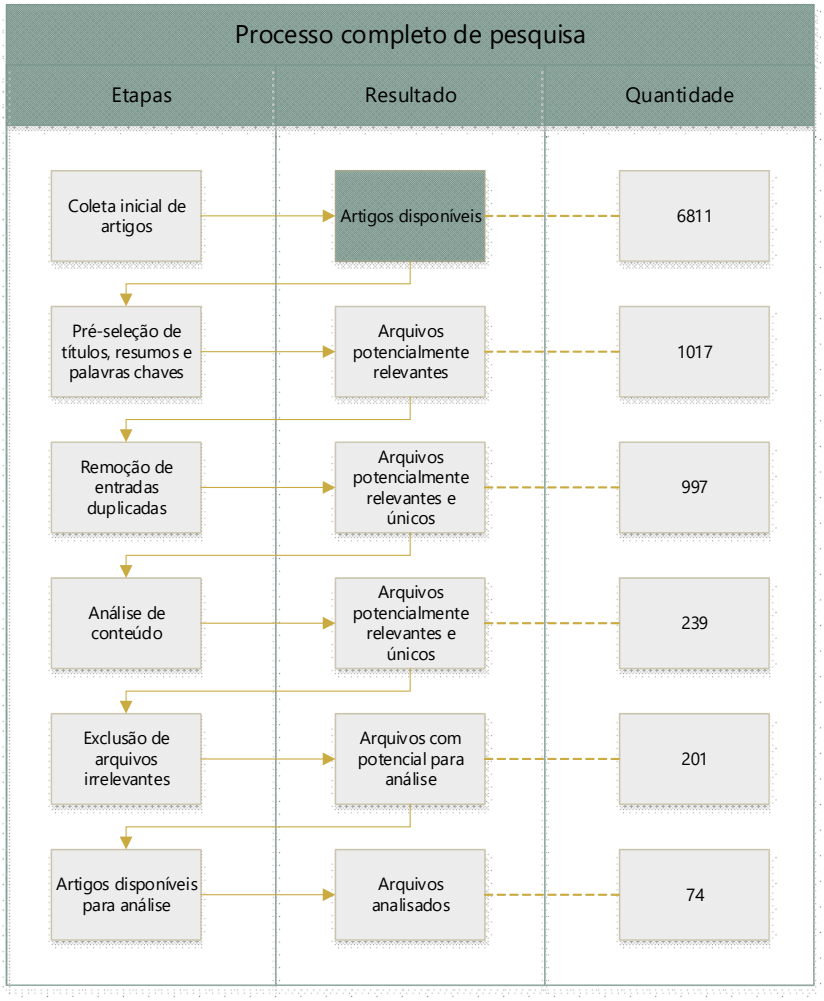
Para a seleção de artigos alinhados com o tema de pesquisa, foram estabelecidas as seguintes palavras-chave: “maturity AND model AND quality”; “maturity AND model AND management” e “Process AND Improvement AND Model”. Essas palavras-chave foram selecionadas buscando obter melhores resultados de pesquisa que condizem com o propósito desta pesquisa.

As palavras-chave foram utilizadas em todos os bancos de dados selecionados preenchendo o campo de pesquisa “título, resumo ou palavras-chave”, selecionando como filtro “artigos de pesquisa” e “artigos de revisão”.

Após esta etapa houve a remoção de artigos duplicados, análise de conteúdo e exclusão de arquivos irrelevantes. Como critério de para análise de conteúdo foi executada a exclusão dos artigos no portfólio de todos os documentos que não fossem do tipo artigo, artigos que não possuíam no campo resumo, título ou palavras-chave as palavras “maturity model”, aqueles que não tinham o texto completo disponível para acesso via CAPES no momento da presente pesquisa e também artigos de revisão de literatura.

Como resultado de todas estas etapas o os artigos disponíveis para análise compõem um portfólio com o total de 74 artigos (os artigos analisados podem ser consultados no anexo do presente trabalho). O processo completo de pesquisa e mapeamento é mostrado na figura 1.

Figura 1 – Processo completo de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos Autores

4. RESULTADOS

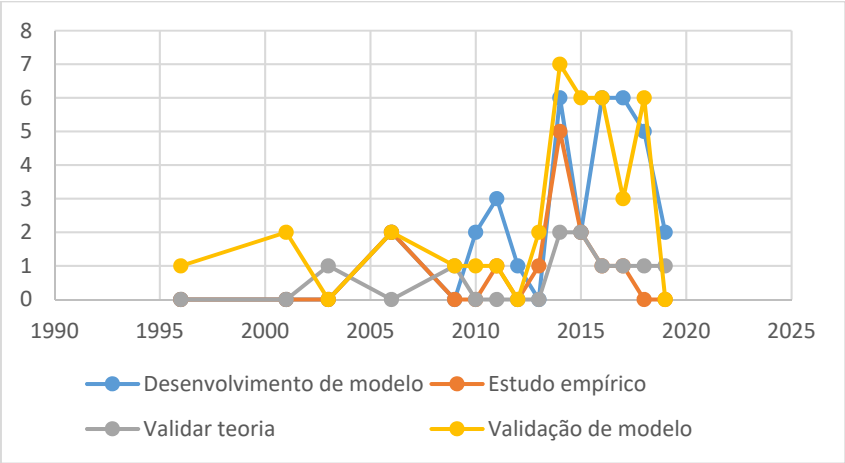
Em busca de obter uma visão geral acerca dos artigos selecionados para essa pesquisa, a primeira análise a ser realizada foi o número de publicações por ano. O primeiro artigo relevante presente nesse estudo foi datado de 1996, a partir houve variações nas quantidades de artigos publicados ao longo dos anos, se tornando relativamente estável nos últimos 5 anos. Com exceção para o ano de 2019 que ainda está em andamento. Tal análise pode ser verificada através da figura 2.

Figura 2 – Processo completo de pesquisa

Fonte: Autores (2019)

Em busca de analisa quais eram os objetivos dos artigos analisados foi realizada uma estratificação em quatro categorias. A primeira é o desenvolvimento do modelo contendo os artigos que tiveram como intuito o desenvolvimento de um modelo de maturidade, a segunda categoria são estudos empíricos contendo os artigos que tiveram como objetivo a aplicação de um ou mais modelos de maturidade para fins análise e/ou comparação. A terceira categoria é validação da teoria, os artigos aqui estratificados são artigos que testaram um modelo de maturidade já proposto com intuito de embasar uma teoria central. Ou seja, utilizaram modelos de maturidade para comprovar ou analisar uma teoria geral. A ultima estratificação foi a validação de modelos de maturidade no qual os artigos aqui classificados são artigos que tiveram como objetivo validar um modelo prévio proposto sem validação. Logo, fazendo uma análise da linha do tempo por tipo de objetivo de cada tipo, temos na figura 3.

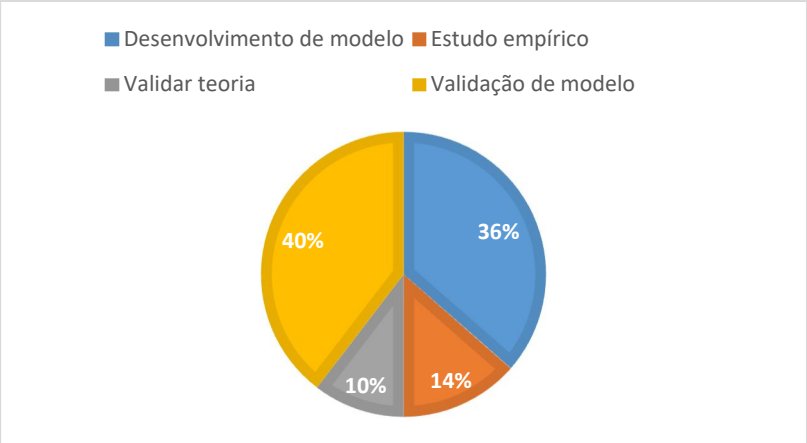
Figura 3 – Objetivos de pesquisas ao longo dos anos



Fonte: Autores (2019)

Em termos de porcentagem, os artigos de desenvolvimento de modelos e de validação de modelos tiveram percentuais maiores. Já os artigos de estudo empírico e de validação de teoria tiveram um percentual reduzido. Tais porcentagens podem ser acompanhadas na figura 4.

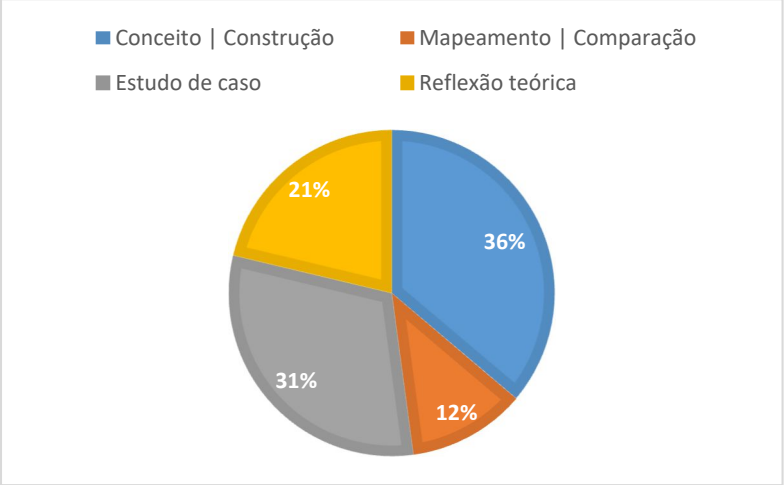
Figura 4 – Porcentagem de artigos por objetivos



Fonte: Autores (2019)

Ao analisar o conteúdo dos artigos selecionados, pudemos realizar a estratificação por conceito e construção, mapeamento e comparação, estudo de caso e reflexão teórica. Os artigos classificados em conceitos e construção são aqueles provenientes da criação de novos modelos de maturidade. Os artigos de mapeamento e comparação são artigos que escolheram modelos de maturidade aplicados a área de interesse e/ou artigo que comparam o resultado da aplicação de vários modelos de maturidade. Outra estratificação foi o estudo de caso, onde os autores escolhiam um modelo específico para aplicar em uma empresa específica cujo objetivo final era a análise de aplicação do modelo e da maturidade de determinado processo ou maturidade da organização. Por fim, a última categoria de tipo de conteúdo é a reflexão teórica, onde os autores escolhiam um determinado modelo de maturidade para estudar alinhado com a aplicação de outras ferramentas. Ou seja, outras variáveis interferiam na classificação do nível de maturidade do objeto de estudo. A estratificação de conteúdo pode ser vista na figura 5.

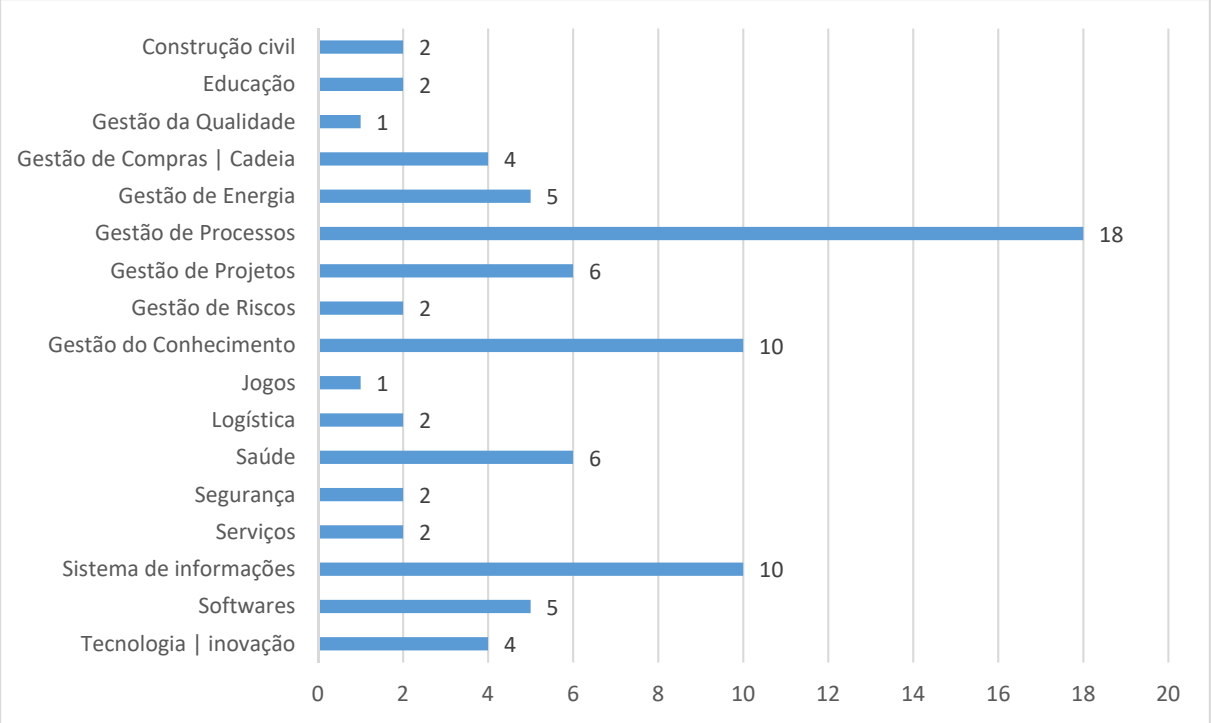
Figura 5 – Porcentagem de artigos por conteúdo



Fonte: Autores (2019)

Em busca de outra visão dos artigos disponíveis também foram analisadas as áreas de aplicações e/ou desenvolvimento de artigos, como mostrado na figura 6. As áreas que mais se destacam são as áreas de gestão de processos com 18 artigos, gestão do conhecimento, com 12 artigos, e a área de sistemas de informações, também com 12 artigos. Uma vez que a gestão de processos inclui a mensuração da competência dos processos, ou seja, da capacidade dos processos, é compreensível que seja uma das áreas mais citadas. Visto que modelos de maturidade que possuem como objetivo medir a capacidade dos processos são encontrados com mais facilidade na literatura do que outros temas. Outras áreas encontradas com bastante frequência nos artigos analisados foram as áreas da saúde, gestão de projetos gestão de energia e softwares. Um ponto relevante é a frequência com que os artigos que abordam algum tipo de gestão são encontrados, podendo ser comprovado através da aparição de algum tipo de gestão em quatro das sete categorias mais significantes. Outro ponto que é possível salientar é a interseção entre as áreas de sistema de informação e a saúde. Muitos dos artigos de sistemas de informações avaliam pontos específicos do sistema da saúde. Como mostra a figura 6, as outras áreas não tiveram representatividade tão significativa.

Figura 6 – Número de artigos por área



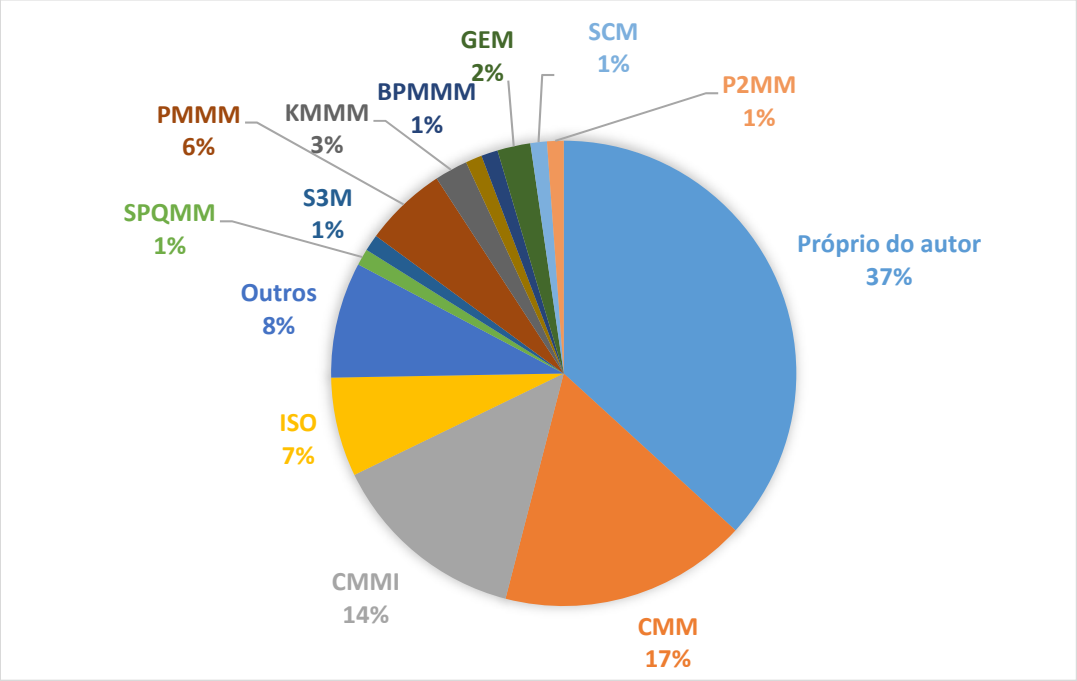
Fonte: Autores (2019)

Em busca de avaliar o tipo de modelo de maturidade que foi objeto de estudo dos artigos analisados, foi realizada a seguinte estratificação: próprio do autor, provenientes da criação de novos modelos de maturidade, *Capability Maturity Model* (CMM), *Capability Maturity Model Integration* (CMMI), *International Organization for Standardization* (ISO), *Project Management Maturity Model* (PMMM), *Software Product Quality Maturity Model* (SPQMM), *Software Maintenance Maturity Model* (S3M), *Knowledge Management Maturity Models* (KMMM), *Organizational Agility Maturity Model*, *Supply Chain Management* (SCM), *Business Process Management Maturity Model* (BPMM), *PRINCE2® Maturity Model* (P2MM), *Energy Management Maturity Model* (GEM), *Software Product Quality Maturity Model* (SPQMM) e outros. Como mostrado na figura 7, a porcentagem de modelos de maturidade de criação do próprio autor é igual a 37%, representando a maior parcela de tipos de modelos de maturidade dentre os artigos analisados. Outros modelos mais difundidos na literatura como o CMM, CMMI, modelos provenientes da ISO e o PMMM cujas porcentagens são 17%, 14%, 7% e 6%, respectivamente, possuem uma parcela significante frente a outros modelos apresentados. Essas modelos, CMM, CMMI e ISO, possuem tamanha participação é devido a flexibilidade de aplicação em diversas áreas, visto que são modelos facilmente adaptáveis em diversas áreas. O PMMM por ser aplicado a área de gerenciamento de projetos, possui também uma participação expressiva nos artigos analisados. Tamanha expressividade pode ser exemplificada devido à benefícios

apontados por Demir (2010) como um controle eficiente de gastos e de tempo, fazendo com que, desta forma, se torne cada vez mais propagado.

Os outros modelos representados na figura 7, como o SCM, P2MM, BPMMM, KMMM, GEM, S3M, SPQMM, possuem uma pequena participação na base de dados selecionada. A preferencia por mostrar tais participações, mesmo que pequenas, se deve pelo fato de que ao serem agrupadas na categoria outros, apresentam um grande volume de participação que acaba por dificultar uma análise mais clara acerca dos tipos de modelos de maturidade que a base de dados analisada possui.

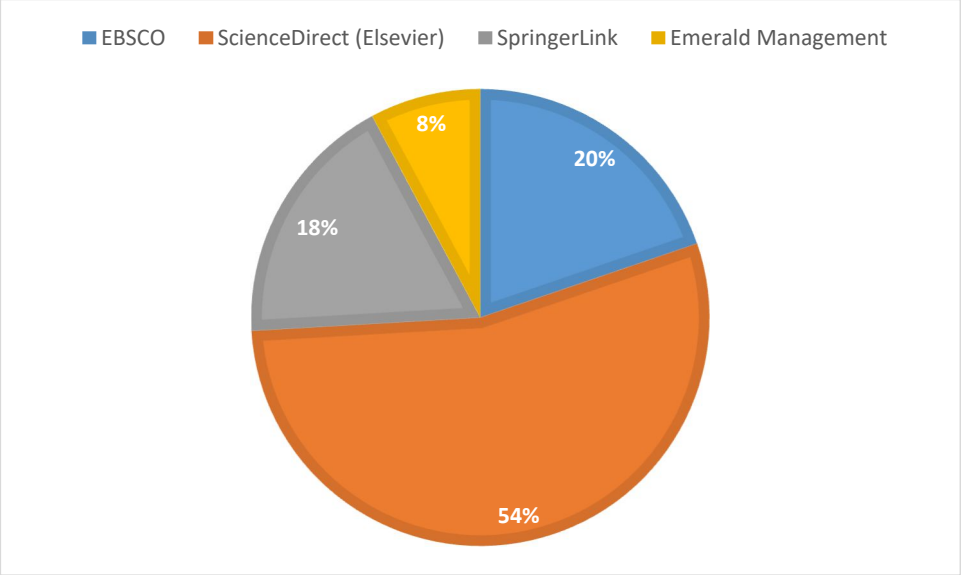
Figura 7 – Porcentagem de tipos de modelos de maturidade



Fonte: Autores (2019)

Tão importante quanto os aspectos apresentados anteriormente, é válido analisar a origem dos dados obtidos. Dentro das bases de dados selecionadas é possível ver aproximadamente metade do conteúdo foi obtido no ScienceDirect, isso se deve, devido à grande concentração de volume de journals cujo tema de interesse está alinhado ao escopo dessa pesquisa. A próxima base de dados, como mostrada na figura 8, que possui conteúdo relevante para essa pesquisa é a EBSCO, seguido pela SpringerLink e Emerald Management.

Figura 8 – Porcentagem de artigos nas bases de dados



Fonte: Autores (2019)

5. CONCLUSÃO

O estudo de mapeamento apresentado analisou 74 artigos que datam de publicações de 1996 a 2019, abrangendo áreas como sistema de informação, tecnologia e inovação, segurança, saúde, gestão e outras. Os resultados apresentados implicam que há um grande número de artigos cuja finalidade é a criação de um novo modelo de maturidade e também apresenta a validação de artigos como uma outra categoria cujo volume é tão considerável quanto anterior.

Um viés interessante ao qual essa pesquisa mostrou foi a representação de artigos por reflexão teórica, cujo representa aproximadamente um quarto do volume aqui analisado. Portanto, é possível afirmar que a utilização de modelos de maturidade conjuntamente a outras ferramentas fornece um maior embasamento para a validação de teorias gerais apresentada por cada artigo.

Além disso, os resultados aqui obtidos podem ser úteis para estudos de comparação cujo escopo está dentro da revisão sistemática de modelos de maturidade, bem como servir como ponto base para uma pesquisa mais abrangente.

Devido as condições de estudo, como o afunilamento devido escolha de palavras-chave e exclusão de artigos, não se deve considerar o presente mapeamento como representação da realidade da área de modelos de maturidade, para tal, deve analisar um número maior de artigos e analisar outras variáveis.

REFERÊNCIAS

BLONDIAU, André; METTLER, Tobias; WINTER, Robert. Designing and implementing maturity models in hospitals: An experience report from 5 years of research. Health Informatics Journal, v. 22, n. 3, p. 758–767, 2016.

CARVALHO, João Vidal de; ROCHA, Álvaro. Maturidade dos Sistemas de Informação Hospitalares – Modelo HISMM. 1. ed., Edições Sílabo, Lisboa, 2018.

CARVALHO, João Vidal; ROCHA, Álvaro; VASCONCELOS, José; et al. A health data analytics maturity model for hospitals information systems. International Journal of Information Management, v. 46, p. 278–285, 2018.

CROSBY, Philip B. Qualidade e investimento. 6. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.
DEMIR, C.; KOCABAŞ, İbrahim. Project management maturity model (PMMM) in educational organizations. Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 9, p. 1641-1645, 2010.

EGIDIO, Talita Tavares. Avaliação do nível de maturidade do sistema de gestão da qualidade de uma empresa de cosméticos. 2016. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

FILHO, Anastacio Goncalves; Pinto; WATERSON, Patrick. Maturity models and safety culture: A critical review. Safety Science, v. 105, n. December 2017, p. 192–211, 2018.

FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M. The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability. In: IEEE International Engineering Management Conference. [s.l.]: IEEE, 2002, v. 1, p. 244–249.

FUNDIN, Anders; BERGQUIST, Bjarne; ERIKSSON, Henrik; et al. Challenges and propositions for research in quality management. International Journal of Production Economics, v. 199, p. 125–137, 2018.

GEROLAMO, Mateus C.; POLTRONIERI, Camila F.; YAMADA, Tuane T.; et al. Quality Management: How do Brazilian Companies Use it? Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 143, p. 995–1000, 2014.

GHAFFARI, Fariba; ARABSORKHI, Abouzar. A New Adaptive Cyber-security Capability Maturity Model. In: 2018 9th International Symposium on Telecommunications (IST). [s.l.]: IEEE, 2018, p. 298–304.

GROUP, Object Management. Business Process Maturity Model (BPMM) Version 1.0. Business Process Trends, n. June, p. 496, 2008. Disponível em: <http://www.omg.org/spec/BPMM/1.0/PDF>.

HAMMER, Michael. The process audit. Harvard Business Review, v. 85, n. 4, p. 111–123, 2007.
JÚNIOR, Carlos Alberto Cristofari; PAULA, Istefani Carísio de; FOGLIATTO, Flávio Sanson. Método de análise de maturidade e priorização de melhorias na gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos. In: Production, v. 20, n. 3, p. 359–377, 2010.

KERZNER, Harold. Using the project management maturity model: strategic planning for project management. John Wiley & Sons, 2011.

KITCHENHAM, Barbara A.; BUDGEN, David; PEARL BRERETON, O. Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study. Information and Software Technology, v. 53, n. 6, p. 638–651, 2011.

KOSIERADZKA, Anna. Maturity Model for Production Management. In: Procedia Engineering. [s.l.]: Elsevier, 2017, v. 182, p. 342–349.

MORADI, Tayebeh; JAFARI, Mehdi; MALEKI, Mohammad Reza; et al. Quality Management Systems Implementation Compared With Organizational Maturity in Hospital. Global Journal of Health Science, v. 8, n. 3, p. 174, 2015.

MYRODIA, Anna; RANDRUP, Thomas; HVAM, Lars. Configuration lifecycle management maturity model. Computers in Industry, v. 106, p. 30–47, 2019.

PAULK, Mark C. et al. The capability maturity model for software. Software engineering project management, v. 10, p. 1-26, 1993.

PRADO, Darci. Maturidade em gerenciamento de projetos. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, v. 7, 2008.

PROENÇA, Diogo. Methods and techniques for maturity assessment. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI. [s.l.]: IEEE, 2016, v. 2016–July, p. 1–4.

PROENÇA, Diogo; BORBINHA, José. Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. In: Procedia Computer Science. [s.l.]: Elsevier, 2016, v. 100, p. 1042–1049. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877050916324486>.

SUHARDI; GUNAWAN, I Gusti Ngurah Agung Rama; DEWI, Ardani Yustriana. Total Information Quality Management-Capability Maturity Model (TIQM-CMM): An information quality management maturity model. In: 2014 International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE). [s.l.]: IEEE, 2014, p. 1–6.

TEAM, CMMI Product. Capability maturity model® integration (CMMI SM), version 1.1. CMMI for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1. 1), 2002.

WEBSTER, J.; WATSON, R. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly, v. 26, n.2, jun., 2002.

WENDLER, Roy. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. In: Information and Software Technology. [s.l.]: Elsevier, 2012, v. 54, p. 1317–1339.

ANEXO 1 – ARTIGOS ANALISADOS

[1] C. S. Fashami and M. Babaei, “A Behavioral Maturity Model to Establish Knowledge Management in an Organization,” Eng. Technol. Appl. Sci. Res., vol. 7, no. 3, pp. 1725–1731, 2017.

[2] M. Görög, “A broader approach to organisational project management maturity assessment,” Int. J. Proj. Manag., vol. 34, no. 8, pp. 1658–1669, 2016.

[3] Y. Goksen, E. Cevik, and H. Avunduk, “A Case Analysis on the Focus on the Maturity Models and Information Technologies,” Procedia Econ. Financ., vol. 19, pp. 208–216, 2015.

[4] E. Alencar Rigon, C. Merkle Westphall, D. Ricardo dos Santos, and C. Becker Westphall, “A cyclical evaluation model of information security maturity,” Inf. Manag. Comput. Secur., vol. 22, no. 3, pp. 265–278, 2014.

[5] S. Aleem, L. F. Capretz, and F. Ahmed, “A Digital Game Maturity Model (DGMM),” Entertain. Comput., vol. 17, pp. 55–73, 2016.

[6] M. Kabir and L. Rusu, “A Framework for IT Project Development in a Large Company,” Procedia Technol., vol. 9, pp. 687–696, 2013.

[7] J. V. Carvalho, Á. Rocha, J. Vasconcelos, and A. Abreu, “A health data analytics maturity model for hospitals information systems,” Int. J. Inf. Manage., vol. 46, pp. 278–285, 2019.

[8] J. V. Carvalho, Á. Rocha, R. van de Wetering, and A. Abreu, “A Maturity model for hospital information systems,” J. Bus. Res., vol. 94, pp. 388–399, 2019.

[9] D. Cukier and F. Kon, “A maturity model for software startup ecosystems,” J. Innov. Entrep., vol. 7, no. 1, 2018.

[10] R. E. Al-Qutaish and A. Abran, “A Maturity Model of Software Product Quality,” J. Res. Pract. Inf. Technol., vol. 43, no. 4, pp. 307–327, 2011.

[11] Y. Chen, H. Dib, and R. F. Cox, “A measurement model of building information modelling maturity,” Constr. Innov., vol. 14, no. 2, pp. 186–209, 2014.

[12] A. Kandt, T. Pickshaus, K. Fleischer, and R. Schmitt, “A New Model to Ascertain Product Maturity in Product Development Processes,” Procedia CIRP, vol. 50, pp. 173–178, 2016.

[13] D. E. Drehmer and S. M. Dekleva, “A note on the evolution of software engineering practices,” J. Syst. Softw., vol. 57, no. 1, pp. 1–7, 2001.

1

[14] A. April and A. Abran, "A Software Maintenance Maturity Model (S3M): Measurement Practices at Maturity Levels 3 and 4," Electron. Notes Theor. Comput. Sci., vol. 233, pp. 73–87, 2009.

[15] N. H. Ab Rahman and K.-K. R. Choo, "A survey of information security incident handling in the cloud," Comput. Secur., vol. 49, pp. 45–69, 2015.

[16] B. Hartono, D. F.N. Wijaya, and H. M. Arini, "An empirically verified project risk maturity model: Evidence from Indonesian construction industry," Int. J. Manag. Proj. Bus., vol. 7, no. 2, pp. 263–284, 2014.

[17] N. Finnerty, R. Sterling, D. Coakley, and M. M. Keane, "An energy management maturity model for multi-site industrial organisations with a global presence," J. Clean. Prod., vol. 167, pp. 1232–1250, 2017.

[18] D. Chevers, A. M. Mills, E. Duggan, and S. Moore, "An Evaluation of Software Development Practices among Small Firms in Developing Countries: A Test of a Simplified Software Process Improvement Model," J. Glob. Inf. Manag., vol. 24, no. 3, pp. 45–70, 2016.

[19] J. Aguiar, R. Pereira, J. B. Vasconcelos, and I. Bianchi, "AN OVERLAPLESS INCIDENT MANAGEMENT MATURITY MODEL FOR MULTI-FRAMEWORK ASSESSMENT (ITIL, COBIT, CMMI-SVC)," Interdiscip. J. Information, Knowl. Manag., vol. 13, pp. 137–163, 2018.

[20] D. Gunsberg, B. Callow, B. Ryan, J. Suthers, P. A. Baker, and J. Richardson, "Applying an organisational agility maturity model," J. Organ. Chang. Manag., vol. 31, no. 6, pp. 1315–1343, 2018.

[21] R. L. P. Alvarez, M. R. Martins, and M. T. Silva, "Applying the maturity model concept to the servitization process of consumer durables companies in Brazil," J. Manuf. Technol. Manag., vol. 26, no. 8, pp. 1086–1106, 2015.

[22] N. Behari, "Assessing process safety culture maturity for specialty gas operations: A case study," Process Saf. Environ. Prot., vol. 123, pp. 1–10, 2019.

[23] F. G. de Boer, C. J. Müller, and C. S. ten Caten, "Assessment model for organizational business process maturity with a focus on BPM governance practices," Bus. Process Manag. J., vol. 21, no. 4, pp. 908–927, 2015.

[24] P. R. Davis and D. H. T. Walker, "Building capability in construction projects: a relationship-based approach," Eng. Constr. Archit. Manag., vol. 16, no. 5, pp. 475–489, 2009.

[25] R. Benmoussa, C. Abdelkabir, A. Abd, and M. Hassou, "Capability/maturity based model for logistics processes assessment: Application to distribution processes," Int. J. Product. Perform. Manag., vol. 64, no. 1, pp. 28–51, 2015.

[26] P. H. Andreasen and B. Gammelgaard, "Change within purchasing and supply management organisations – Assessing the claims from maturity models," J. Purch. Supply Manag., vol. 24, no. 2, pp. 151–163, 2018.

[27] S. Dueholm Müller and P. Axel Nielsen, "Competing values in software process improvement: a study of cultural profiles," Inf. Technol. People, vol. 26, no. 2, pp. 146–171, 2013.

[28] U. Ali and C. Kidd, "Configuration Management Process Capabilities," Procedia CIRP, vol. 11, pp. 169–172, 2013.

[29] J. Huffman and L. E. Whitman, "Developing a Capability Maturity Model for Enterprise Intelligence," IFAC Proc. Vol., vol. 44, no. 1, pp. 13086–13091, 2011.

[30] N. Finnerty, R. Sterling, D. Coakley, S. Contreras, R. Coffey, and M. M. Keane, "Development of a Global Energy Management System for non-energy intensive multi-site industrial organisations: A methodology," Energy, vol. 136, pp. 16–31, 2017.

[31] B. Asdecker and V. Felch, "Development of an Industry 4.0 maturity model for the delivery process in supply chains," J. Model. Manag., vol. 13, no. 4, pp. 840–883, 2018.

[32] D. Kim and G. Grant, "E-government maturity model using the capability maturity model integration," J. Syst. Inf. Technol., vol. 12, no. 3, pp. 230–244, 2010.

[33] V. Introna, V. Cesarotti, M. Benedetti, S. Biagiotti, and R. Rotunno, "Energy Management Maturity Model: an organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies," J. Clean. Prod., vol. 83, pp. 108–117, 2014.

[34] I. Boughzala and G.-J. de Vreede, "Evaluating Team Collaboration Quality: The Development and Field Application of a Collaboration Maturity Model," J. Manag. Inf. Syst., vol. 32, no. 3, pp. 129–157, 2015.

[35] A. Kluth, J. Jäger, A. Schatz, and T. Bauernhansl, "Evaluation of Complexity Management Systems – Systematical and Maturity-based Approach," Procedia CIRP, vol. 17, pp. 224–229, 2014.

[36] E. P. Heyns and S. Huijts, "Fostering a Culture of Project Management Practices – A Maturity Model for Libraries," in Project Management in the Library Workplace, pp. 19–35.

[37] Z. He, G. Staples, M. Ross, and I. Court, "Fourteen Japanese quality tools in software process improvement," TQM Mag., vol. 8, no. 4, pp. 40–44, 1996.

[38] S. Akhlaghpour and L. Lapointe, "From Placebo to Panacea: Studying the Diffusion of IT Management Techniques with Ambiguous Efficiencies: The Case of Capability Maturity Model," J. Assoc. Inf. Syst., vol. 19, no. 6, pp. 441–502, 2018.

[39] E. V. Gutiérrez, O. D. Galvis, D. A. López, J. S. Mock-Kow, I. Zapata, and C. J. Vidal, "Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico," Estud. Gerenciales, vol. 30, no. 133, pp. 441–450, 2014.

[40] M. Comuzzi and A. Patel, "How organisations leverage Big Data: a maturity model," Ind. Manag. Data Syst., vol. 116, no. 8, pp. 1468–1492, 2016.

[41] O. González-Rojas, D. Correal, and M. Camargo, "ICT capabilities for supporting collaborative work on business processes within the digital content industry," Comput. Ind., vol. 80, pp. 16–29, 2016.

[42] F. T. Berssaneti and M. M. Carvalho, "Identification of variables that impact project success in Brazilian companies," Int. J. Proj. Manag., vol. 33, no. 3, pp. 638–649, 2015.

[43] P. Domingues, P. Sampaio, and P. M. Arezes, "Integrated management systems assessment: a maturity model proposal," J. Clean. Prod., vol. 124, pp. 164–174, 2016.

[44] B. Jovanović and J. Filipović, "ISO 50001 standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry," J. Clean. Prod., vol. 112, pp. 2744–2755, 2016.

[45] R. Eadie, S. Perera, and G. Heaney, "Key process area mapping in the production of an e-capability maturity model for UK construction organisations," J. Financ. Manag. Prop. Constr., vol. 16, no. 3, pp. 197–210, 2011.

[46] R. Dayan and S. Evans, "KM your way to CMMI," J. Knowl. Manag., vol. 10, no. 1, pp. 69–80, 2006.

[47] M. Arif, M. Al Zubi, A. D. Gupta, C. Egbu, R. O. Walton, and R. Islam, "Knowledge sharing maturity model for Jordanian construction sector," Eng. Constr. Archit. Manag., vol. 24, no. 1, pp. 170–188, 2017.

[48] A. G. Carretero, F. Gualo, I. Caballero, and M. Piattini, "MAMD 2.0: Environment for data quality processes implantation based on ISO 8000-6X and ISO/IEC 33000," Comput. Stand. Interfaces, vol. 54, pp. 139–151, 2017.

[49] R. Jochem, D. Geers, and P. Heinze, "Maturity measurement of knowledge-intensive business processes," TQM J., vol. 23, no. 4, pp. 377–387, 2011.

[50] P. Gottschalk and H. Solli-Sæther, "Maturity model for IT outsourcing relationships," Ind. Manag. Data Syst., vol. 106, no. 2, pp. 200–212, 2006.

[51] A. Kosieradzka, "Maturity Model for Production Management," Procedia Eng., vol. 182, pp. 342–349, 2017.

[52] J. Duffy, "Maturity models: Blueprints for e-Volution," Strateg. Leadersh., vol. 29, no. 6, pp. 19–26, 2001.

[53] L. Jespersen, M. Griffiths, T. Maclaurin, B. Chapman, and C. A. Wallace, "Measurement of food safety culture using survey and maturity profiling tools," Food Control, vol. 66, pp. 174–182, 2016.

[54] Y.-Y. Huang and R. B. Handfield, "Measuring the benefits of ERP on supply management maturity model: a 'big data' method," Int. J. Oper. Prod. Manag., vol. 35, no. 1, pp. 2–25, 2015.

[55] A. Kluth, J. Jäger, A. Schatz, and T. Bauernhansl, "Method for a Systematic Evaluation of Advanced Complexity Management Maturity," Procedia CIRP, vol. 19, pp. 69–74, 2014.

[56] D. Jin, K.-H. Chai, and K.-C. Tan, "New service development maturity model," Manag. Serv. Qual. An Int. J., vol. 24, no. 1, pp. 86–116, 2014.

[57] A. K. Cleven, R. Winter, F. Wortmann, and T. Mettler, "Process management in hospitals: an empirically grounded maturity model," Bus. Res., vol. 7, no. 2, pp. 191–216.

[58] G. Jia, Y. Chen, X. Xue, J. Chen, J. Cao, and K. Tang, "Program management organization maturity integrated model for mega construction programs in China," Int. J. Proj. Manag., vol. 29, no. 7, pp. 834–845, 2011.

[59] A. J. Christoph and S. Konrad, "Project Complexity as an Influence Factor on the Balance of Costs and Benefits in Project Management Maturity Modeling," Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 119, pp. 162–171, 2014.

[60] C. Demir and İ. Kocabaş, "Project Management Maturity Model (PMMM) in educational organizations," Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 9, pp. 1641–1645, 2010.

[61] F. Backlund, D. Chronéer, and E. Sundqvist, "Project Management Maturity Models – A Critical Review: A Case Study within Swedish Engineering and Construction Organizations," Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 119, pp. 837–846, 2014.

[62] A. M. Alves, M. Pessoa, and C. F. Salviano, "Proposal for a framework for quality measurement to the SPB – Brazilian Public Software," Bus. Process Manag. J., vol. 21, no. 1, pp. 100–125, 2015.

[63] S. Butzer, S. Schötz, and R. Steinhilper, "Remanufacturing Process Capability Maturity Model," Procedia Manuf., vol. 8, pp. 715–722, 2017.

[64] L. Chen and P. S. W. Fong, "Revealing performance heterogeneity through knowledge management maturity evaluation: A capability-based approach," Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 18, pp. 13523–13539, 2012.

[65] S.-J. Huang and W.-M. Han, "Selection priority of process areas based on CMMI continuous representation," Inf. Manag., vol. 43, no. 3, pp. 297–307, 2006.

[66] N. Carroll and M. Helfert, "Service capabilities within open innovation: Revisiting the applicability of capability maturity models," J. Enterp. Inf. Manag., vol. 28, no. 2, pp. 275–303, 2015.

[67] J. Kenny, "Strategy and the learning organization: a maturity model for the formation of strategy," Learn. Organ., vol. 13, no. 4, pp. 353–368, 2006.

[68] J. Gomes, M. Romão, and H. Carvalho, "Successful IS/IT Projects in Healthcare: Pretesting a Questionnaire," Procedia Comput. Sci., vol. 100, pp. 375–382, 2016.

[69] J. Enke, J. Metternich, D. Bentz, and P.-J. Klaes, "Systematic learning factory improvement based on maturity level assessment," Procedia Manuf., vol. 23, pp. 51–56, 2018.

[70] H. Egberongbe, B. Sen, and P. Willett, "The assessment of quality maturity levels in Nigerian university libraries," Libr. Rev., vol. 66, no. 6/7, pp. 399–414, 2017.

[71] S. Hart and H. Amos, "The development of performance measures through an activity based benchmarking project across an international network of academic libraries," Perform. Meas. Metrics, vol. 15, no. 1/2, pp. 58–66, 2014.

[72] N. Ashrafi, "The impact of software process improvement on quality: in theory and practice," Inf. Manag., vol. 40, no. 7, pp. 677–690, 2003.

[73] J. K. Crawford, "THE PROJECT MANAGEMENT MATURITY MODEL," Inf. Syst. Manag., vol. 23, no. 4, pp. 50–58, 2006.

[74] M. Jami Pour and S. M. Jafari, "Toward a maturity model for the application of social media in healthcare: The health 2.0 roadmap," Online Inf. Rev., vol. 0, no. 0, p. null, 2018.

Capítulo 18

LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DE 2005 A 2019

Lucas Rodrigues Deliberador (UFSCar - deliberadorlucas@gmail.com)
Luiz Neto Paiva e Silva Muller (UFSCar - luiznmuller@hotmail.com)
Eduardo Polloni Silva (UFSCar - polloni@msn.com)
Rosane Lucia Chicarelli Alcântara (UFSCar - rosane@ufscar.br)
Mário Otávio Batalha (UFSCar - dmob@power.ufscar.br)

Resumo: Desastres naturais e crises humanitárias ocorrem constantemente no mundo todo, gerando danos à vida humana e bilhões de dólares em prejuízo. Em resposta a esses eventos, organizações de ajuda humanitária auxiliam a região afetada disponibillizando equipes médicas, recursos financeiros, alimentos e qualquer tipo de material necessário. Esta atividade, denominada logística humanitária, exige investimento, planejamento eficaz, um bom fluxo de informações e, principalmente, urgência para iniciar as operações. Através de uma análise bibliométrica, este trabalho teve como objetivo analisar a produção intelectual mundial sobre o tema Logística Humanitária. Foram coletadas e analisadas informações de 524 publicações do banco de dados ISI Web of Science. Os resultados demonstram que o tema passou a ser altamente estudado a partir de 2014, principalmente pelos Estados Unidos da América. Este interesse deve-se, entre outras razões, pelo aumento do número de mortos em desastres naturais e pela atenção dada pela imprensa. Destaca-se, também, que a pesquisa operacional é constantemente utilizada nos estudos sobre o assunto.

Palavras-chave: Logística humanitária; crises humanitárias; desastres naturais; situações de crise; análise bibliométrica.

1. INTRODUÇÃO

Em 2017, 335 desastres naturais ocorreram no mundo, os quais afetaram mais de 95,6 milhões de pessoas, e mataram um adicional de 9.697, gerando custos de aproximadamente US$335 bilhões. A Ásia foi o continente mais vulnerável a inundações e tempestades, compartilhando 44% de todos os desastres, 58% das mortes e 70% do total de pessoas afetadas. Entretanto, as Américas registraram as maiores perdas econômicas, representando 88% do custo total de 93 desastres. China, Estados Unidos e Índia foram os países mais atingidos em termos de ocorrência, com 25, 20 e 15 eventos, respectivamente. Dada a grande área territorial de cada país, esses resultados não são surpreendentes (CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED, 2018).

No cenário brasileiro, dados da EM-DAT (2019) apresentam que entre 2000 e 2019, ocorreram 185 desastres (naturais ou não), com 6.109 mortes e um adicional de 5.447 pessoas afetadas. Recentemente, o Brasil enfrentou dois desastres marcantes para a sua história. Em novembro de 2015, o rompimento de uma barragem de uma mineradora deixou 19 mortos na cidade de Mariana/MG; e em janeiro de 2019, outra barragem se rompeu em Brumadinho, na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, deixando um número ainda maior de mortos (171) e 139 pessoas desaparecidas (MARTINS, 2019).

Em resposta aos pedidos de ajuda, diversas organizações de ajuda humanitária e grupos colaboram na forma de dinheiro, equipes médicas, medicamentos, alimentos, água, equipamentos sanitários, engenheiros, abrigos e pessoal de apoio. Desse modo, o desafio de garantir os recursos necessários, levá-los aos locais do desastre, implantar os recursos e ajudar as áreas a iniciar o processo de recuperação, recaiu ao que é definido como logística humanitária (DAY et al., 2012).

Planejar e fornecer o tipo certo de assistência, no momento certo e nas quantidades certas para atender à demanda incerta, é o foco principal das agências humanitárias durante a fase pós-desastre. As agências devem lidar com questões geradas pelo tipo e localização do desastre, financiamento de emergência, coordenação eficaz, gerenciamento de informações, treinamento, medição de desempenho e capacidade de registrar e aplicar lições identificadas de desastres anteriores em suas operações (SHEPPARD et al., 2013).

O presente estudo tem o objetivo de analisar a produção intelectual mundial sobre o tema de Logística Humanitária (LH). Nesse sentido, o método de análise bibliométrica foi utilizado para (1) apresentar a evolução da produção intelectual no decorrer dos anos, (2) identificar as principais revistas/congressos

e países que desenvolvem trabalhos sobre o tema, (3) apresentar as redes de colaboração entre países e de co-ocorrência de palavras-chaves.

2. LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Dados históricos indicam que o número total de desastres naturais aumentou dramaticamente nos últimos dez anos (BATTINI et al., 2014). De acordo com Thomas e Kopczak (2005), espera-se que aumentem mais cinco vezes nos próximos 50 anos, devido a diversos fatores, como: aquecimento global, taxa de crescimento populacional, urbanização, contingências globais econômicas e financeiras, esgotamento e uso imoderado dos recursos naturais etc. Devido a estas razões, oferecer ajuda rápida e necessária aos necessitados através de cadeias de fornecimento humanitárias eficientes é um grande desafio, que possui a logística como um papel estratégico (BATTINI et al., 2014).

A logística humanitária é definida como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e econômico e o armazenamento de bens e materiais, bem como informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de aliviar o sofrimento de indivíduos em situações vulneráveis. A função engloba uma série de atividades, incluindo preparação, planejamento, aquisição, transporte, armazenamento, rastreamento etc. (THOMAS; KOPCZAK, 2005, p. 2).

Conforme Liu (2014), um evento não é considerado um desastre a menos que um ou mais dos seguintes cinco critérios sejam atendidos: (1) mais de 10 pessoas mortas; (2) mais de 100 pessoas afetadas, feridas, infectadas, evacuadas ou desabrigadas; (3) um apelo por assistência nacional ou internacional; (4) significado histórico; e (5) danos significativos ou interrupção de processos normais, de tal forma que a comunidade afetada não possa se recuperar sozinha.

De acordo com as causas, os desastres podem ser agrupados em duas categorias principais: desastres naturais ou provocados pelo homem. Além disso, cada categoria envolve desastres de início súbito e de início lento (LIU, 2014). A Quadro 1 fornece alguns exemplos para cada tipo de desastre.

Quadro 1 – Tipos de desastres e exemplos

	Natural	Homem
Início súbito	Furacões, ciclones, tornados, tufões, inundações, tsunamis terremotos, erupção vulcânica etc.	Ataques terroristas, vazamentos químicos, golpe de Estado etc.
Início lento	Pobreza, seca, fome e insegurança alimentar etc.	Crise política, crise dos refugiados etc.

Fonte: Adaptado de Liu (2014).

Internacionalmente, a LH tornou-se uma grande prioridade para governos, militares, organizações humanitárias e até mesmo para o setor privado. Mitigação, preparação, resposta e recuperação são as quatro fases primárias no que é considerado o ciclo da gestão de desastres (Figura 1) (KUNZ; REINER, 2012; COZZOLINO; ROSSI; CONFORTI, 2012; DAUD et al., 2016).

Figura 1 – Ciclo de Gestão de Desastres

Fonte: Adaptado de Cheema, Mehmood e Imran (2016) e Poblet, García-Cuesta e Casanovas (2018).

O detalhamento destas quatro fases primárias está apresentado abaixo.

- A mitigação (1) refere-se a leis e mecanismos que reduzem a vulnerabilidade social. Entre as questões em mitigação, estão às responsabilidades dos governos, não envolvendo a participação direta de agentes que agem com a logística humanitária (KUNZ; REINER, 2012; DAUD et al., 2016).
- A preparação (2) refere-se a várias operações que ocorrem antes de um desastre, incorporando as estratégias de implementação de uma resposta operacional bem-sucedida. Este estágio é crucial, em consequência de que é aquele em que o projeto da rede física, os sistemas de tecnologia de informação e comunicação e as bases para a colaboração são desenvolvidos. Dessa forma, o objetivo desta etapa é evitar as consequências mais graves possíveis de um desastre e os esforços que são feitos entre os desastres em aprender e se adaptar de experiências passadas, a fim de enfrentar novos desafios (KUNZ; REINER, 2012; COZZOLINO; ROSSI; CONFORTI, 2012; DAUD et al., 2016).
- A resposta (3) refere-se às várias operações que são implementadas instantaneamente após a ocorrência de um desastre. Neste estágio, há dois objetivos principais: responder ativamente à rede silenciosa ou redes temporárias e restabelecer, no menor tempo possível, os serviços

básicos e a entrega de mercadorias ao maior número possível de beneficiários (KUNZ; REINER, 2012; DAUD et al., 2016).

- O estágio de reconstrução (4) refere-se a diferentes operações no rescaldo de um desastre. Envolve reabilitação, e esta fase visa abordar o problema de uma perspectiva de longo prazo. Por exemplo, imediatamente após um desastre, as empresas de transporte podem passar por uma transferência modal da rodovia para a ferrovia que prevalece por muito tempo após a ocorrência do desastre (KUNZ; REINER, 2012; DAUD et al., 2016).

A LH, portanto, é uma atividade de suma importância, urgência e que deve possuir um protocolo definido e elaborado para sua execução.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este artigo realizou uma análise bibliométrica (bibliometria) com a finalidade de apresentar uma visão geral da produção intelectual mundial sobre o tema de Logística Humanitária. A bibliometria consiste em um conjunto técnicas que explora pesquisas publicadas sobre um tema através da análise estatística de dados bibliográficos (RUGGERI; ORSI; CORSI, 2018). Neste trabalho, a aplicação da bibliometria seguiu as seguintes etapas de coleta de dados e análise dos resultados (Quadro 2):

Quadro 2 – Etapas da aplicação da bibliometria

<table>
<tr><td>Etapa 1
Coleta de Dados</td><td colspan="2">• Base de dados: ISI Web of Science
• String de Busca: TS= ("humanitarian logistics" OR "humanitarian supply chain" OR "disaster relief logistics" OR "disaster relief supply chain")
• Tipo de documento: “article”, “review” ou “proceedings paper”
• Período de publicação: Até 2019
• Idioma: Inglês</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Etapa 2
Análise de Resultados</td><td colspan="2">Softwares</td></tr>
<tr><td>R Studio 1.1.442</td><td>VOSviewer 1.6.7</td></tr>
<tr><td>• Evolução da produção intelectual no decorrer dos anos;
• Principais publicações;
• Principais revistas/congressos;
• Países mais relevantes.</td><td>• Rede de colaboração entre países;
• Rede de co-ocorrência de palavras-chaves.</td></tr>
</table>

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

A coleta de dados foi realizada no dia 19 de março de 2019 e focou na base de dados ISI Web of Science (WOS). A WOS é uma base de dados ampla, com mais de 12.000 periódicos, sendo usada constantemente em estudos bibliométricos de diversos temas, inclusive temas relacionados com logística (CEBALLOS-PARRA; SARACHE; GÓMEZ, 2018; RUGGERI; ORSI; CORSI, 2018; WAMBA; MISHRA, 2017). A string de busca utilizada foi TS= ("humanitarian logistics" OR "humanitarian supply chain" OR

"disaster relief logistics" OR "disaster relief supply chain"). Esta string foi elaborada a partir de palavras chaves citadas em publicações anteriores sobre logística humanitária (CEBALLOS-PARRA; SARACHE; GÓMEZ, 2018; LEIRAS et al., 2014). Destaca-se, também, que a busca de trabalhos para coleta de dados limitou-se às publicações do tipo “article”, “review” ou “proceedings paper” escritos em inglês e publicados até 2019. Ao final desta etapa, os dados dos trabalhos resultantes da busca foram exportados para análise nos softwares.

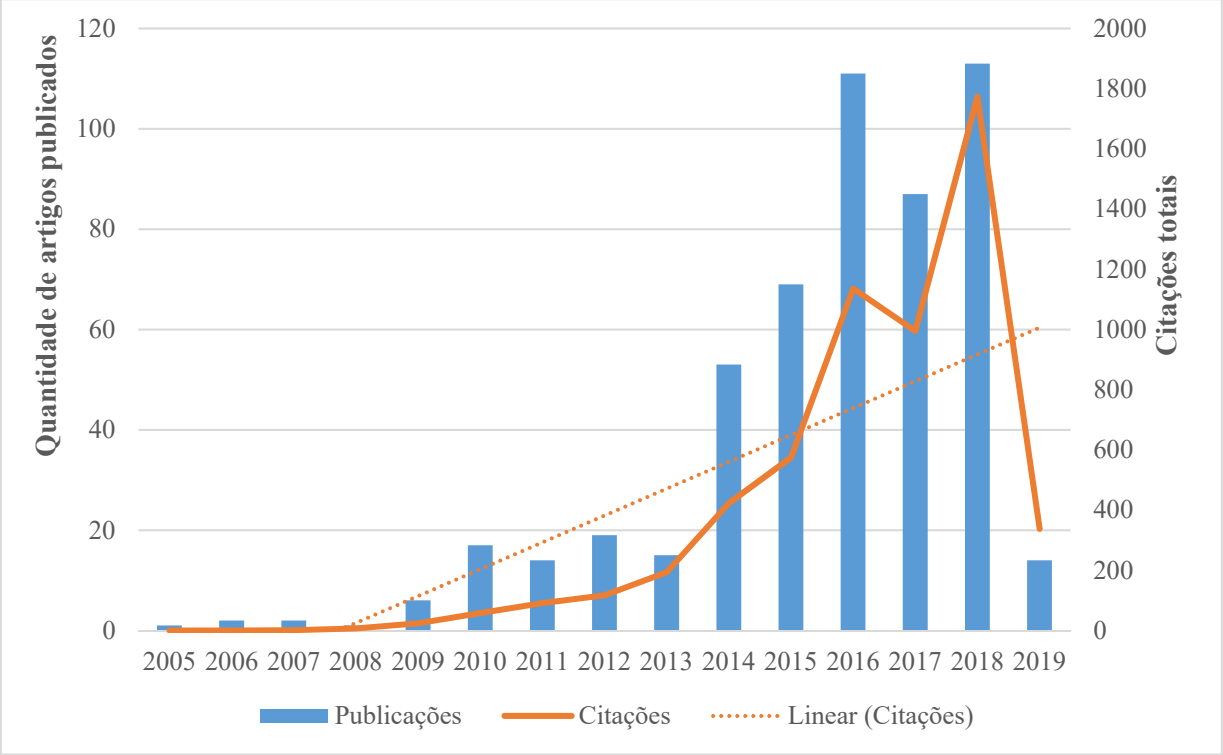
A etapa de análise dos resultados foi realizada com o auxílio dos softwares R Studio 1.1.442 com o bibliometrix R-package e VOSviewer 1.6.7. Os softwares R Studio e VOSviewer são constantemente utilizados em artigos científicos de bibliometria (AMIRBAGHERI et al., 2019; ARCHIBALD; MARSHALL, 2018; ARIA; CUCCURULLO, 2017; CONG; SHI, 2019). O software VOSviewer foi utilizado para gerar redes de colaboração entre países e co-ocorrências de palavras-chaves, por outro lado, o software R Studio foi utilizado para gerar figuras e tabelas que apresentam a evolução da produção intelectual no decorrer dos anos e as publicações, revistas/congressos e países mais relevantes. Por fim, as figuras e tabelas criadas pelos softwares serviram de base para a análise e discussão dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL

Os resultados desta pesquisa apontam que, até 19 de março de 2019, foram publicados 524 trabalhos sobre Logística Humanitária na WOS. As publicações iniciaram no ano de 2005 e somente em 2010 atingiu uma produção anual maior do que 10 artigos (ver Figura 2). Segundo o Centre For Research on the Epidemiology of Disaster – CRED (2018), entre os anos de 1998 e 2017, 2010 foi o ano com maior número de mortes causadas por desastres. Nesse ano, desastres como o terremoto no Chile e no Haiti fomentaram o aumento da produção intelectual sobre o tema.

Figura 2 – Evolução da produção intelectual sobre Logística Humanitária



Fonte: Elaborado pelos autores com dados *ISI Web of Science* (2019).

Na Figura 2, é possível evidenciar oscilações na quantidade de publicações. Entretanto, a partir de 2014, percebe-se uma tendência de crescimento com aumentos percentuais consideráveis principalmente nos anos de 2014 (+ 253%), 2015 (+ 30%), 2016 (+ 61%) e 2018 (+ 30%). Ao longo desses anos, aconteceram diversos desastres e crises humanitárias que foram focados pela imprensa e influenciaram o desenvolvimento de pesquisas sobre LH, por exemplo: tufão nas Filipinas, Guerra no Afeganistão, crise humanitária na Síria e surto de Ebola na África. Destaca-se, também, que nesse período, especificamente em 2015, houve um aumento significativo na quantidade de pessoas afetadas por desastres e crises mundiais (CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED, 2018).

Em relação a quantidade de citações, houveram um total de 5.732 citações com uma média de 10,9 citações por publicação. Por meio da criação e análise de uma linha de tendência linear, sugere-se um aumento no número das citações ao longo dos próximos anos. A Tabela 1 apresenta os 10 artigos de LH mais citados.

Tabela 1 – Ranking com os 10 artigos mais citados

Ranking	Ano	Autores	Título	Revista	Total de Citações	Citações/Ano
1	2006	VAN WASSENHOVE, L. N.	*Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear.*	*Journal of Operational Research Society*	415	31,9
2	2010	BALCIK, B.; BEAMON, B. M.; KREJCI, C. C.; MURAMATSU, K. M.; RAMIREZ, M.	*Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities*	*International Journal of Production Economics*	232	25,8
3	2006	OLORUNTOBA, R.; GRAY, R.	*Humanitarian aid: An agile supply chain?*	*Supply Chain Management*	158	12,2
4	2009	KOVÁCS, G.; SPENS, K.	*Identifying challenges in humanitarian logistics*	*International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*	138	13,8
5	2012	HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M.; VAN WASSENHOVE, L. N.; PÉREZ, N.; WACHTENDORF, T.	*On the unique features of post-disaster humanitarian logistics*	*Journal of Operations Management*	135	19,3
6	2010	SALMERÓN, J.; APTE, A.	*Stochastic Optimization for Natural Disaster Asset Prepositioning*	*Production and Operations Management*	124	13,8
7	2011	DURAN, S.; GUTIERREZ, M. A.; KESKINOCAK, P.	*Pre-Positioning of Emergency Items for CARE International*	*Interfaces*	111	13,9
8	2009	TOMASINI, R. M.; VAN WASSENHOVE, L. N.	*From preparedness to partnerships: case study research on humanitarian logistics*	*International Transactions in Operational Research*	97	9,7
9	2013	HOLGUÍN-VERAS, J.; PÉREZ, N.; JALLER, M.; VAN WASSENHOVE, L. N.; AROS-VERA, F.	*On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models*	*Journal of Operations Management*	95	15,8
10	2013	BOZORGI-AMIRI, A.; JABALAMELI, M. S.; AL-E-HASHEM, S. M. J. M.	*A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty*	*OR Spectrum*	90	15,0

Fonte: Elaborado pelos autores com dados *ISI Web of Science* (2019).

4.2 REVISTAS/CONGRESSOS E PAÍSES MAIS RELEVANTES

A Tabela 2 mostra o fator de impacto, o ISSN e o nome das revistas/congressos que mais publicam trabalhos sobre LH. De formal geral, as dez principais revistas/congressos se concentram nas áreas da Logística e Pesquisa Operacional. Dentre as dez revistas/congressos do ranking, o *"Journal of humanitarian logistics and supply chain management"* e o "*International journal of disaster risk reduction*" são bem específicas sobre o tema de LH. Estas duas revistas juntas publicaram 83 artigos, ou seja, elas são responsáveis por 43% do total de publicações realizadas pelas dez revistas/congressos que mais publicam sobre Logística Humanitária.

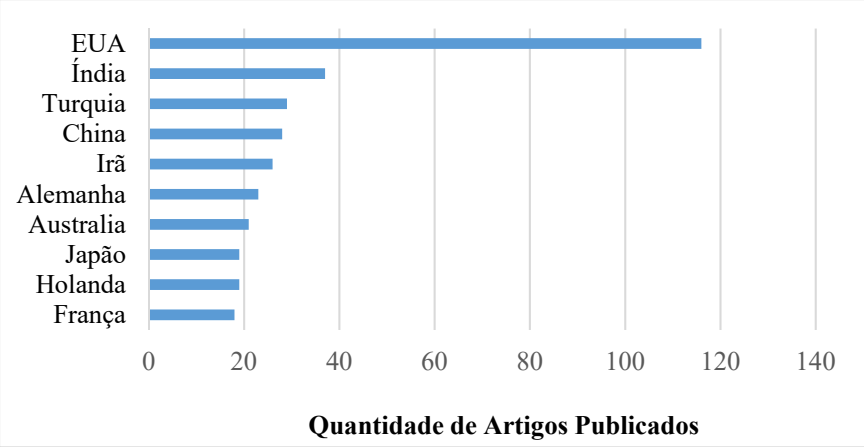
Tabela 2 – Ranking das principais revistas/congressos

Ranking	**Fator de Impacto**	**ISSN**	**Revistas/Congressos**	**Quantidade de Artigos**
1	1.700	2042-6747	*Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*	61
2	3.428	0377-2217	*European Journal of Operational Research*	26
3	1.968	2212-4209	*International Journal of Disaster Risk Reduction*	22
4	1.772	1937-5956	*Production and Operations Management*	17
5	3.289	1366-5545	*Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*	17
6	4.407	0925-5273	*International Journal of Production Economics*	16
7	1.610	0038-0121	*Socio-Economic Planning Sciences*	13
8	2.962	0305-0548	*Computers & Operations Research*	11
9	2.623	1366-588X	*International Journal of Production Research*	10
10	1.864	0254-5330	*Annals of Operations Research*	9

Fonte: Elaborado pelos autores com dados *ISI Web of Science* (2019).

Em relação aos países mais relevantes, a Figura 3 mostra os 10 países com maior quantidade de artigos publicados. Os Estados Unidos da América (EUA), a Índia e a China estão entre os quatro países que mais publicam; este fato é justificável, já que, esses países são constantemente atingidos por desastres e apresentam altos índices de ocorrência (CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED, 2018). Os EUA são os que mais publicam, sendo responsáveis por 116 artigos, ou seja, quase 1/4 (22%) do total de 524 publicações sobre LH. Acredita-se que o grande número de publicações dos EUA foi motivado, principalmente, pelo significativo número de desastres na região, total de 482 entre 1998 e 2017, e pelas perdas econômicas causados por esses acontecimentos que chegam a US$ 945 bilhões (1º colocado entre os países) (CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED, 2018).

Figura 3 – Dez países com maior produção científica

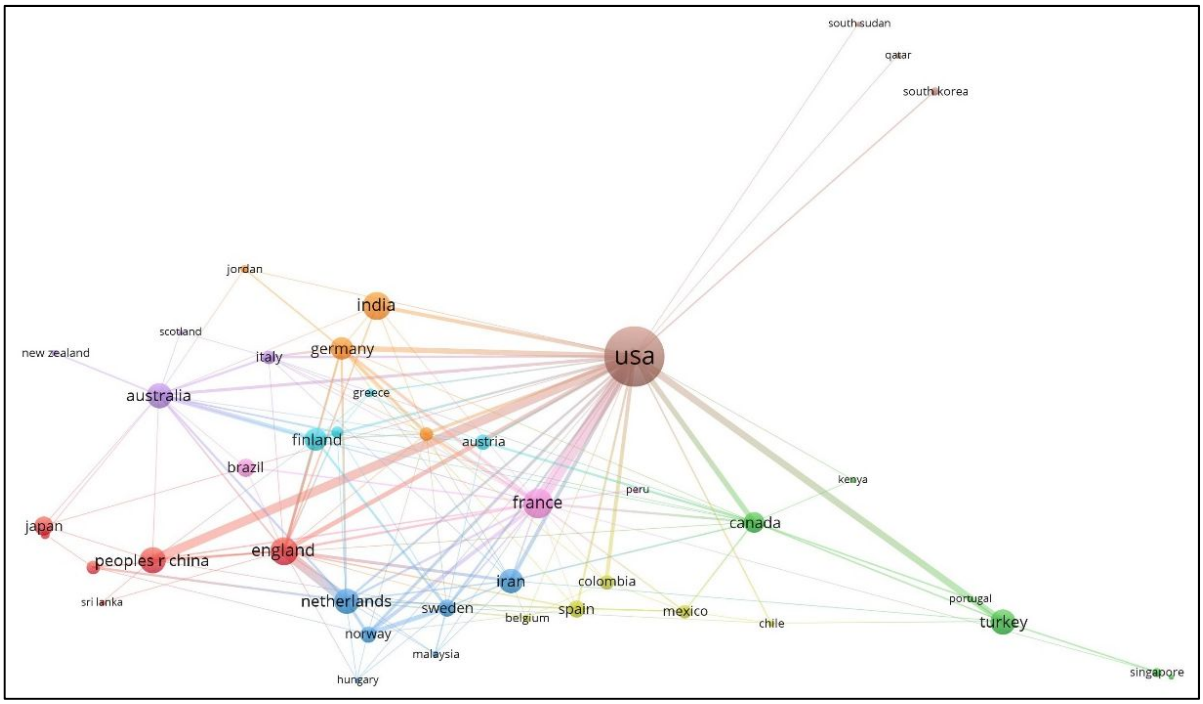


Fonte: Elaborado pelos autores com dados *ISI Web of Science* (2019).

4.3 ANÁLISE DE COLABORAÇÃO ENTRE PAÍSES

A Figura 4 mostra a rede de colaboração entre países. A formação da rede levou em consideração todos os países que realizaram pelo menos uma publicação em conjunto com pesquisadores de outros países. Ao final, considerando as 524 publicações encontradas na *Web of Science*, formam-se aproximadamente 8 grupos de colaboração com um total de 41 nações.

Figura 4 – Rede de colaboração entre países



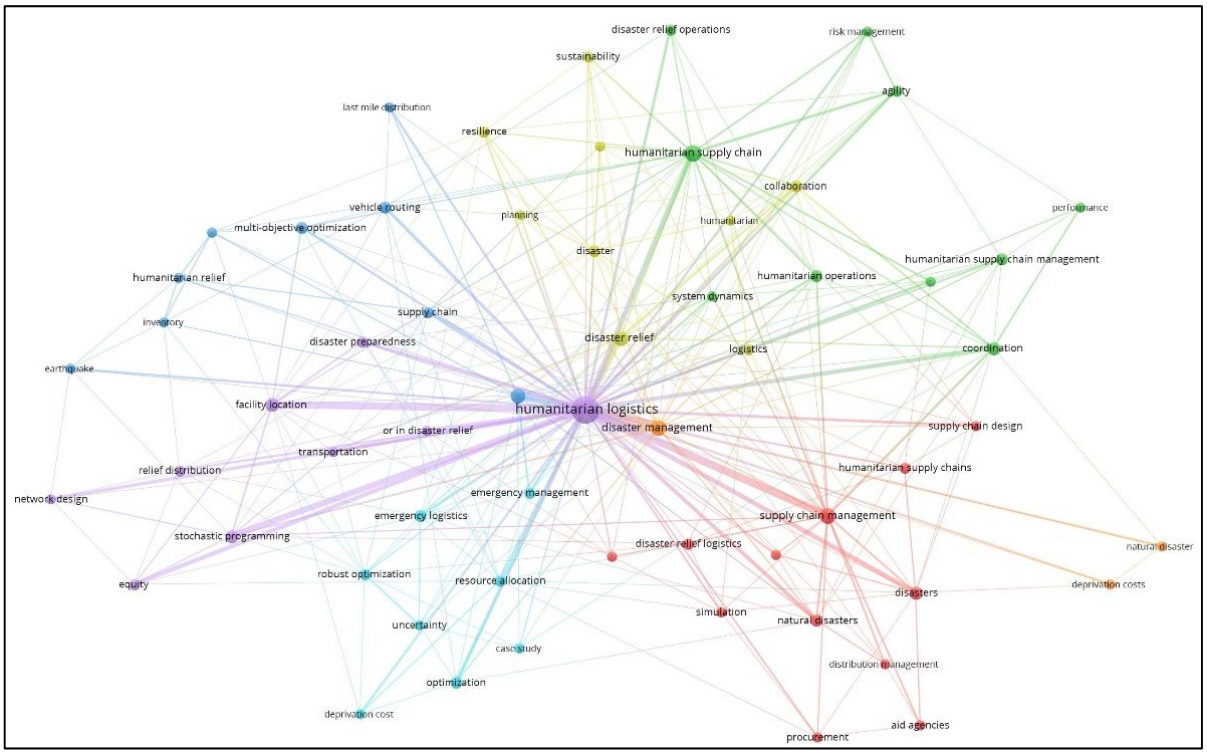
Fonte: elaborado pelos autores com auxílio do *software VOSviewer* (2019).

De modo geral, países das Américas, Europa, Ásia e Oceania demonstram interesse sobre o tema e realizam pesquisas em conjunto com outras nações. Os EUA, além de ser o país que mais publica, é a nação que possui maior quantidade de publicações com outros países. A colaboração entre pesquisadores de diferentes universidades gera oportunidades específicas (PRATT *et al.*, 2011), logo, países como EUA, Inglaterra, França e Alemanha destacam-se com uma ampla rede de colaboração.

4.4 ANÁLISE DE CO-OCORRÊNCIA DAS PALAVRAS-CHAVES

A Figura 5 apresenta a rede de co-ocorrência das palavras-chaves. As 524 publicações analisadas abrangem mais de 1 mil palavras-chave (1329), contudo, a rede foi elaborada considerando apenas as palavras-chave que foram utilizadas no mínimo 50 vezes. Desta forma, gerou-se uma rede com as 42 palavras-chave mais relevantes sobre o tema de LH.

Figura 5 – Rede de co-ocorrência de palavras-chaves



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do *software VOSviewer* (2019).

A palavra chave "*humanitarian logistics*" está no centro da rede, demonstrando que a *string* de busca foi definida de forma coerente e selecionou, de fato, pesquisas que focam no tema de LH. As palavras-chave apresentadas demonstram, também, que há grande preocupação dos pesquisadores em estudar problemas relacionados ao planejamento de transporte (*e.g.* "*relief distribution*", "*transportation*", *"vehicle routing"* "*stochastic programming*" ou "*simulation*"), ao custo social destes desastres (ex.: "*deprivation cost*") e a velocidade com que uma operação destas deve ser posta em

prática (ex.: "*emergency logistics*"). Também é interessante compreender que alguns estudos focam em tipos específicos de desastres naturais (ex.: "*earthquake*"). Em geral, é possível notar que a pesquisa sobre logística humanitária foca no transporte de equipamentos, pessoas e suprimentos de forma rápida e eficaz; para isso, percebe-se que estes estudos usam métodos matemáticos e de simulação para solucionar problemas de LH.

5. CONCLUSÃO

Ao final deste artigo, é possível entender características da produção científica sobre o tema de Logística Humanitária. Foram levantados 524 trabalhos publicados na WOS, e constatou-se que, ao longo dos anos, houve um aumento do interesse no tema de logística humanitária entre os estudiosos. Esse crescimento foi causado, principalmente, pelo o aumento do número de mortes causadas por desastres, com destaque ao ano de 2014, e pelo acontecimento de diversos desastres e crises humanitárias que foram focados pela imprensa (ex.: tufão nas Filipinas, Guerra no Afeganistão, crise humanitária na Síria e surto de ébola na África).

De formal geral, as principais revistas/congressos que publicam sobre o assunto se concentram nas áreas da Logística e Pesquisa Operacional. Ademais, o "Journal of humanitarian logistics and supply chain management" e o "International journal of disaster risk reduction" são revistas bem específicas sobre o tema de LH que se destacam com diversas publicações. Os EUA, a Índia e a China estão entre os quatro países que mais publicam e são responsáveis, juntos, por 35% das publicações analisadas; este fato é justificável, já que, esses países são constantemente atingidos por desastres e apresentam altos índices de ocorrência.

De modo geral, países das Américas, Europa, Ásia e Oceania demonstram interesse sobre o tema e realizam pesquisas em conjunto com outras nações. Entretanto os EUA, além de ser o país que mais publica, é a nação que possui maior quantidade de publicações com outros países. Ao analisar a rede de palavras chaves, é possível notar que grande parte das pesquisas sobre logística humanitária focam no uso de métodos matemáticos e de simulação para otimizar o transporte de equipamentos, pessoas e suprimentos.

Por fim, destaca-se que o seguinte trabalho focou somente na base de dados ISI Web of Science, gerando limitações nesta análise. Sugere-se que outras bases de dados (ex.: Scopus) sejam adicionadas em pesquisas futuras. Além do mais, trabalhos futuros podem utilizar outros softwares de análise bibliométrica (ex.: Citespace) que proporcione a geração e análise de redes de co-citação de artigos e de autores.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil – CAPES (Código de Financiamento 001) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMIRBAGHERI, Keivan et al. Research on green supply chain: a bibliometric analysis. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 21, n. 1, p. 3–22, 2019.

ARCHIBALD, Thomas W.; MARSHALL, Sarah E. Review of Mathematical Programming Applications in Water Resource Management Under Uncertainty. Environmental Modeling and Assessment, v. 23, n. 6, p. 753–777, 2018.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.

BATTINI, Daria et al. Application of humanitarian last mile distribution model. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, v. 4, n. 1, p. 131-148, 2014.

CEBALLOS-PARRA, Pablo J.; SARACHE, William A.; GÓMEZ, Diana M. Un Análisis Bibliométrico de las Tendencias en Logística Humanitaria A Bibliometric Analysis of Trends in Humanitarian Logistic. Información Tecnológica –, v. 29, n. 1, p. 91–104, 2018.

CHEEMA, Abdur Rehman; MEHMOOD, Abid; IMRAN, Muhammad. Learning from the past: analysis of disaster management structures, policies and institutions in Pakistan. Disaster Prevention and Management, v. 25, n. 4, p. 449-463, 2016.

CONG, Wei; SHI, Lei. Heterogeneity of industrial development and evolution of cleaner production: Bibliometric analysis based on JCLP. Journal of Cleaner Production, v. 212, p. 822–836, 2019.

COZZOLINO, Alessandra; ROSSI, Silvia; CONFORTI, Alessio. Agile and lean principles in the humanitarian supply chain: The case of the United Nations World Food Programme. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, v. 2, n. 1, p. 16-33, 2012.

CRED – Centre For Research On The Epidemiology Of Disasters . Economic Losses, Disasters & Poverty: 1998-2017. UNISDR-CRED , 2018.

DAUD, Mimi Suriani Mat et al. Humanitarian logistics and its challenges: the literature review. International Journal of Supply Chain Management, v. 5, n. 3, p. 107-110, 2016.

DAY, Jamison M. et al. Humanitarian and disaster relief supply chains: a matter of life and death. Journal of Supply Chain Management, v. 48, n. 2, p. 21-36, 2012.

EM–DAT – The International Disaster Database (Bélgica). Frequência anual de desastres em todo o mundo. Disponível em: <https://www.emdat.be/>. Acesso em: 20 fev. 2019.
KUNZ, Nathan; REINER, Gerald. A meta-analysis of humanitarian logistics research. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, v. 2, n. 2, p. 116-147, 2012.

LEIRAS, Adriana et al. Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, v. 4, n. 1, p. 95–130, 2014.

LIU, Mingli. Supply Chain Management in Humanitarian Aid and Disaster Relief. Tese de Doutorado. Université d'Ottawa/University of Ottawa. 2014.

MARTINS, Leonardo. Tragédia em Brumadinho: Sobe para 171 o número de mortos em Brumadinho; 139 estão desaparecidos. 2019. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2019/02/20/numero-de-mortos-brumadinho-sobe-171-minas-gerais.htm>. Acesso em: 20 fev. 2019.

POBLET, Marta; GARCÍA-CUESTA, Esteban; CASANOVAS, Pompeu. Crowdsourcing roles, methods and tools for data-intensive disaster management. Information Systems Frontiers, v. 20, n. 6, p. 1363-1379, 2018.

PRATT, J. et al. Collaboration between universities: An effective way of sustaining community-university partnerships?. Gateways: International Journal of Community Research & Engagement, v. 4, p. 119–135, 2011.

RUGGERI, Giordano; ORSI, Luigi; CORSI, Stefano. A bibliometric analysis of the scientific literature on fairtrade labelling. International Journal of Consumer Studies, v. 43, n. 2, p. 134–152, 2018.

SHEPPARD, Allan et al. Humanitarian logistics: enhancing the engagement of local populations. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, v. 3, n. 1, p. 22-36, 2013.

THOMAS, Anisya S.; KOPCZAK, Laura Rock. From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector. Fritz Institute, v. 15, p. 1-15, 2005.

WAMBA, Samuel F.; MISHRA, Deepa. Big data integration with business processes : a literature review. Business Process Management Journal, v. 23, n. 3, p. 477–492, 2017.

Capítulo 19

PROPOSTA DE UM MODELO PARA O CAIXEIRO VIAJANTE MULTIOBJETIVO: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO A FUNÇÃO ARBITRAGEM DE NASH.

Marco Aurélio Reis dos Santos (marcoaurelioreis@yahoo.com.br)
Manuele Ribeiro Mamedi Silva (manuelermamedi@gmail.com)
William Rodrigues dos Santos (willmarilia@gmail.com)
Erika de Castro Vasques (erikacvas@yahoo.com.br)

Resumo: Um dos grandes desafios em operações de transporte na área de logística é garantir que o fluxo dos materiais transportados se dê no menor tempo possível a um baixo custo. Para lidar com tais problemas, uma abordagem bastante comum para traçar estratégias de roteamento de veículos se baseiam em técnicas de resolução do chamado Problema do Caixeiro Viajante que visa minimizar somente um único critério de desempenho. O presente artigo se estruturou no objetivo de propor um modelo matemático, utilizando os métodos de Programação Não Linear, para o Problema do Caixeiro Viajante Multiobjetivo que leva em consideração as funções objetivas de tempo e custo, simultaneamente. Para combinar as duas funções objetivos e otimizar de forma simultânea os gastos em termos de custo e tempo, utilizou-se como argumento a função arbitragem de Nash, típica da Teoria dos Jogos. Para testar o desempenho do Modelo Proposto, foi considerado um problema hipotético de rotas que leve em consideração o Custo e o Tempo do modal aéreo no qual um viajante deve percorrer todas as capitais do Brasil, passando em cada uma delas uma única vez e por fim retornar ao seu ponto de partida. A coleta de dados foi realizada pelos sites de venda de passagens online Skyscanner, levando em consideração a ordem de relevância fornecidas pelo site. Para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa foi utilizado os softwares GAMST versão 23.5.2 (General

Algebric Modeling System) responsável pela análise multiobjetivo, o Excel T 365 e OpenSolverT versão 2.9.0. Foi possível realizar uma ampla análise para tomada de decisão conforme as restrições colocadas nas variáveis sendo capaz de analisar a melhor relação do custo e benefício o que demonstra ser de grande potencial do modelo para aplicações na logística e na cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Roteamento de Veículos. Caixeiro Viajante. Teoria da Barganha de Nash. Teoria dos Jogos

1. INTRODUÇÃO

Os transportes podem ocorrer de diversas maneiras, sendo as mais comuns: rodoviário, ferroviário, aéreo, marítimo e fluvial, tendo as cargas transportadas conforme as suas necessidades e características (MARTINELLI, 2012). No Brasil o principal meio utilizado pelo sistema logístico é o rodoviário, que possui custos consideravelmente altos, impactando diretamente no cenário financeiro da empresa. A distribuição de produtos representa 20% do seu custo, tornando-se necessário um estudo para redução dos mesmos (ÁLVAREZ; MUNARI, 2016).

Conforme o Plano de Transporte e Logística da Confederação Nacional dos Transportes (CNT), os custos de logística para meios rodoviários representam 11,6% do Produto Interno Bruto (PIB) (MARTINS, 2017). Analisando esses dados foram criados modelos, através de técnicas relacionadas com problemas de roteamento que visam minimizar os caminhos percorridos, seu custo e consequentemente o seu tempo (BERTAGLIA, 2016). Neste contexto, o método denominado Problema do Caixeiro Viajante, pode ser utilizado visando reduzir os custos com transporte, de forma que exista um ponto de origem, que será o inicial e final, os outros pontos são cidades que se deve passar apenas uma vez antes de voltar para sua origem (ARENALES et al., 2015).

Uma das variantes do Caixeiro Viajante é o Problema do Caixeiro Viajante Multiobjetivo, onde se busca a otimização simultânea de mais uma função objetivo (PSYCHAS; DELIMPASI; MARINAKIS, 2015).

Na Logística, um dos grandes desafios é garantir a disponibilidade do produto no Tempo certo a um Custo ideal, o que pode representar, em determinadas situações, objetivos de desempenho conflitantes.

Em vista deste contexto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo de Programação Não-Linear para minimizar tanto o custo como o tempo. É importante ressaltar que o modelo em questão deverá garantir uma Solução Ótima de Pareto.

Diante disso, a pesquisa em questão, segundo Cauchick Miguel et al. (2012) pode ser classificada como uma Pesquisa Axiomática Normativa, pois visa desenvolver estratégias e ações de roteirização de veículos a fim de melhorar os resultados disponíveis na literatura por meio do aprimoramento dos modelos idealizados para o Problema do Caixeiro Viajante, explorando a abordagem Multiobjetivo.

Para explorar a natureza Multiobjetivo do Caixeiro, se propõe como objetivo específico da pesquisa a utilização da Função Arbitragem de Nash (NASH, 1950), típica da Teoria dos Jogos, para combinação simultânea de duas funções objetivos: Mínimo Custo e Mínimo Tempo.

Para testar o desempenho do Modelo Proposto, foi considerado um problema hipotético de rotas que leve em consideração o Custo e o Tempo do modal aéreo no qual um viajante deve percorrer todas as capitais do Brasil, passando em cada uma delas uma única vez e por fim retornar ao seu ponto de partida.

Os resultados mostram que é possível executar este método avançado multiobjetivo, utilizando-se *hardware* intermediário, com um tempo de processamento médio de um pouco mais de 2 segundos. O modelo proposto, através da Fronteira de Pareto, permite que diferentes tomadas de decisão sejam tomadas para os Problemas de Roteamento de Veículos, considerando diferentes combinações ótimas entre as variáveis de custo e de tempo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CAIXEIRO VIAJANTE

O TSP (Travel Salesman Problem) ou simplesmente o Problema do Caixeiro Viajante consiste em determinar a menor rota para percorrer uma sequência de locais (podendo ser cidades) que devem ser visitados uma única vez e por fim retornar ao mesmo local de partida.

O TSP tem grande importância em aplicações na logística uma vez que dada a necessidade de uma empresa realizar uma série de entregas ou coletas de materiais (matérias primas, produtos semiacabados, produtos acabados etc) em diversos locais, é interessante que ela realize tal feito percorrendo o menor caminho possível, reduzindo o tempo necessário para a viagem e os possíveis custos de transporte.

Segundo Rasmussen (2011), o TSP apesar de ser facilmente descrito, não é um problema fácil de ser formulado e relativamente difícil de resolver. De fato, o problema TSP é classificado como NP-difícil (Non-deterministic polynomial-time hard), ou em outras palavras, um problema difícil de ser resolvido em tempo polinomial. Assim sendo, na medida em que se aumenta o número de locais (cidades) consideradas no problema o tempo de resolução tende a aumentar exponencialmente.

No passado, a resolução do TSP por meio da Programação Linear Inteira utilizando solvers (softwares de resolução de problemas gerais de otimização) só era viável para problemas pequenos, sendo que, por exemplo, um problema que considerasse 20 cidades já era considerado intratável por métodos determinísticos. Entretanto, com o avanço da capacidade de processamento dos computadores mais o aprimoramento dos solvers, problemas maiores e adaptados a realidade já podem ser tratados por

métodos exatos e determinísticos de maneira viável por meio de softwares comerciais de otimização geral (RASMUSSEN, 2011).

De acordo com Rasmussen (2011), problemas do mundo real que anteriormente foram considerados grandes e pesados, agora são facilmente solucionáveis graças a utilização de planilhas e de solvers aprimorados.

A seguir, nas formulações de (1) à (8), apresenta-se o modelo do caixeiro viajante, que segundo Rasmussen (2011) é o que possui melhor desempenho computacional em termos de resolução por meio de algum software de otimização.

$$Mínimo \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in N \qquad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \in N \qquad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in N \qquad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{ij} - \sum_{j=1}^{n} y_{ji} = 1 \qquad i = 2,3,\dots,n \qquad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{1j} = n - 1 \qquad (6)$$

$$(n-1)x_{ij} \geq y_{ij} \qquad \forall i,j \in N \qquad (7)$$

$$y_{ij} \geq 0 \qquad \forall i,j \in N \qquad (8)$$

No modelo apresentado de (1) à (8), tem-se que *N* representa o conjunto de cidades a serem visitadas pelo caixeiro, a variável binária x_{ij} será igual a 1 se a rota que sai da cidade *i* e vai até a cidade *j* for designada, caso contrário assumirá o valor igual a 0; já a variável y_{ij} representa a quantidade de produtos que o caixeiro envia da cidade *i* à cidade *j*. O parâmetro c_{ij} representa o custo da viagem ao percorrer o trecho que vai da cidade *i* à cidade *j*.

A restrições (2) e (3), respectivamente, representam que somente uma única rota que sai de qualquer cidade *i* pode ser designada e somente uma única rota que chega em qualquer cidade *j* pode ser designada. Observar-se que restrição (4) define a variável x_{ij} como sendo binária.

A restrição (5) mostra o balanço no fluxo de produtos em cada cidade, ou seja, a quantidade de produtos recebidos pela cidade *j* menos quantidade de produtos enviados da cidade *j* pelo caixeiro para qualquer outra cidade *i* deve ser igual a sua respectiva demanda, sendo que cada cidade demanda apenas um único produto exceto a cidade de origem do caixeiro (cidade *i*=1).

A restrição (6) mostra que as quantidades de produtos enviados pelo caixeiro a partir da cidade de origem (cidade *i*=1) para qualquer uma das cidades *j* deve ser igual a (*n*-1) produtos.

A função objetivo (1) representa o mínimo custo obtido com a escolha do melhor trajeto que o caixeiro deve percorrer.

2.2 TEORIA DE BARGANHA DE NASH

O Modelo do Jogo da Barganha de Nash (1950, 1953) pode ser classificado como um Jogo Cooperativo que admite estratégias mistas. Ele trata uma situação de negociação ou barganha entre jogadores racionais que:

- Supostamente sem qualquer empatia entre si (ou de justiça ou de equidade), verbalizam as suas exigências mínimas de ganhos (payoff) no começo da negociação.

- Tentam maximizar seus ganhos buscando combiná-las as estratégias de forma conjunta até chegar a um acordo justo de ganhos, por ambas as partes, que seja pelo menos maior do que as exigências de payoffs expostas no começo do Jogo.

- Pressupõem que as negociações não continuarão infinitamente e que pelo menos há dois agentes que tenham a possibilidade de aumentar o seu estado de satisfação caso chegue a um acordo entre eles.

- Caso os agentes não cheguem a um acordo entre eles, as exigências mínimas de ganho no começo da negociação são mantidas, sendo o vetor de payoffs para estas exigências denominadas ponto de desacordo (breakdown point ou disagreement point).

Formalizando-se matematicamente esta situação tem-se:

- Sejam n jogadores, associados ao conjunto N = {1, 2,..., n}, e um vetor de payoffs representando os pagamentos (ou as recompensas) de cada jogador, dado por (u1, u2,..., un), e definido como um elemento no espaço Euclidiano Rn.

- Seja um conjunto S definido como um subconjunto factível de payoffs, representando o conjunto finito de estratégias cooperativas para ambos os jogadores.

- Seja um ponto d, chamado de ponto de desacordo, um elemento pertencente ao conjunto factível de payoffs e um limitante inferior para conjunto de estratégias cooperativas S.

A formulação sugerida por Nash (1953) requer que o conjunto S seja convexo e compacto.

Além disso, cada elemento do vetor *payoff* pertencente a S seja maior ou igual aos níveis de *payoffs* em que se encontram ambos os jogadores, antes de estabelecerem um acordo (a partir de um ponto de desacordo).

A solução proposta por Nash (1953), como resultado da negociação, é aquela encontrada pela função arbitragem *f*(*N, S, d*):

$$f(N,S,d) = \prod_{i=1}^{n}(u_i - d_i) \qquad (9)$$

sendo u o vetor de *payoffs*, *d* o vetor de pontos de desacordo, u_i o *payoff* associado ao Jogador i e d_i o ponto de desacordo do Jogador i.

A solução proposta por Nash satisfaz quatro axiomas: Ótimo de Pareto, Simetria, Independência e Invariância. Com a finalidade de ilustrar estes axiomas, eles estão dispostos a seguir:

- Ótimo de Pareto - Na solução encontrada, nenhum dos jogadores pode aumentar o seu nível de *payoff* sem que do seu adversário diminua, ou seja, ambos os jogadores já alcançaram o máximo de benefício sem prejudicar o outro. Isto significa encontrar uma solução de *payoffs* em *S* que sejam justas para ambos.

- Simetria - Não importa a ordem em que os jogadores aplicam os seus lances no processo de negociação ou barganha, pois mesmo que inverta a ordem dos fatores que representa a função de arbitragem de Nash, a solução encontrada deverá ser sempre uma solução equivalente à solução original.

Independência das alternativas irrelevantes- Este axioma indica que a solução não deve ser influenciada pela escolha de alternativas irrelevantes no processo de negociação.

- Invariância por transformações lineares - $\forall(S,d), a_i > 0, S' = \{s_i = a_i s_i + b_i, \forall i \in N\}$ e $d_i = a_i + b_i, \forall i \in N \rightarrow f(S',d') = a_i\, f(S,d) + b_i, \forall i \in N$. Tal axioma reflete a ideia de que a solução do Jogo da Barganha deve ser independente de qualquer escala de medida utilizada.

O fato da função arbitragem de Nash ser invariante a transformações lineares é que acaba se mostrando uma boa alternativa como argumento para combinar funções objetivos distintos com escalas de medidas diferenciadas.

3. DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA

Foi proposto um modelo multiobjetivo de Programação Não Linear que buscasse a rota ótima para percorrer uma sequência de locais, conforme a melhor relação de compromisso para obter o menor Tempo de viagem com o menor Custo possível. Sendo assim, apresenta-se, nas equações (10) e (11), as duas funções objetivos que o modelo proposto busca atender, que são respectivamente o menor Custo e o Menor Tempo.

$$Mínimo \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad (10)$$

$$Mínimo \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \qquad (11)$$

Os parâmetros e as variáveis de decisão relacionadas na função objetivo (10) são as mesmas já definidas na Revisão Bibliográfica deste artigo, quando se apresentou as formulações de (1) à (8). Tem-se que na formulação (11), o parâmetro t_{ij} representa o tempo para percorrer o trajeto que vai do local de origem *i* até o local de destino *j*.

Para encontrar a relação ótima de compromisso entre obter o menor Custo e obter o menor tempo, colocou-se as funções (10) e (11) dentro da função arbitragem de Nash, formulação (9) que foi apresentada na seção 2.2 deste artigo.

Sendo assim, aplicando-se o conceito da função arbitragem de Nash, na formulação (12) apresenta-se a nova função objetivo a ser implementada no Problema do Caixeiro Viajante.

$$Máximo \left(C - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \right)\left(T - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \right) \qquad (12)$$

Sendo o parâmetro C definido como o maior custo que o caixeiro está disposto a pagar para percorrer (n-1) locais e retornar para o seu local de origem e o parâmetro T é definido como o maior tempo que

o Caixeiro está disposto a gastar para percorrer o roteiro destes mesmos (n-1) locais e por fim retornar ao seu local de origem. Portanto, os parâmetros C e T, segundo os conceitos da Teoria da Barganha de Nash, são considerados o ponto de desacordo, ou seja, o status quo, onde se parte a negociação de ganho de economia entre os dois agentes econômicos apresentados ("jogadores"): Custo versus Tempo.

As restrições deste modelo apresentado são os mesmos apresentados nas formulações de (2) à (8), com a adição das restrições (13) e (14) apresentados a seguir.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \leq C \qquad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \leq T \qquad (14)$$

Por outro lado, com a implementação da função objetivo (12) faz com que o modelo não se enquadre em um problema típico de otimização convexa dificultando a sua resolução, ou seja, não se pode garantir que uma determinada solução encontrada seja uma solução ótima global ao invés de apenas um ótimo local.

Já no caso de um problema de otimização convexa, toda solução ótima local é também uma solução ótima global (LUENBERGER; YE, 2008; HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Sendo assim, fez-se uma adequação ao modelo com a finalidade de adequá-lo ao um problema de otimização convexa, garantindo assim a solução ótima global.

O primeiro ajuste no modelo foi substituir a função objetivo (12) pela função objetivo linear (15).

$$Máximo\ U + V \qquad (15)$$

O segundo ajuste no modelo foi acrescentar as restrições (16) e (17) ao modelo.

$$exp\ (U) \leq\ C - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad (16)$$

$$exp\ (V) \leq\ T - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \qquad (17)$$

Com estes ajustes, a função objetivo (15) passa a representar o logaritmo neperiano da função objetivo expressa em (12), sendo que *U* é igual ao logaritmo neperiano da expressão $C - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$, e *V* é igual ao logaritmo neperiano da expressão $T - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij}$.

Logo as restrições (16) e (17) denotam a função exponencial natural respectivamente das variáveis *U* e *V* que representa a função inversa do logaritmo neperiano.

Para testar o desempenho desse modelo, foi considerada uma situação hipotética, onde um turista deseja visitar todas as capitais do país, porém ele quer realizar esta viagem no menor tempo possível com o menor custo possível. Foram considerados como parâmetros do modelo os preços de passagens aéreas e os tempos de deslocamentos de avião de uma dada capital para a outra.

A coleta de dados ocorreu por meio de uma pesquisa realizada no site *Skysacanner* (www.skyscanner.com.br) em 29/01/2019, que é uma plataforma *on line* de pesquisa e compra de passagens aéreas, visando o melhor custo e benefício. A partir dos dados coletados, foram elaboradas duas tabelas DE/PARA no Excel, sendo uma com os parâmetros de custo, e outra com os parâmetros de tempo.

Após a coleta de dados, o modelo apresentado de (1) à (8) foi implementado através do OpenSolver™ versão 2.9.0 no Excel™ 365, primeiramente considerando à maximização da e depois à minimização para as funções objetivos de Custo e de Tempo. O máximo Custo obtido foi de R$ 29.833,00 e mínimo Custo de R$ 7.679,00. O máximo Tempo obtido foi de 232,65 horas e o mínimo Tempo de 34,9 horas.

Logo em seguida, foi implementada o modelo multiobjectivo que envolve a Teoria da Barganha de Nash e o Problema do Caixeiro Viajante, que foi resolvido por meio do *software* GAMS™ versão 23.5.2 (*General Algebric Modeling System*). Para este modelo, utilizou-se a função objetivo (15), além de incrementar as restrições (13), (14), (16) e (17) ao modelo original cujas restrições estão expressas de (2) à (8).

Como a primeira simulação do modelo, considerou-se que o Turista em questão estaria disposto a gastar no Máximo R$ 29833,00 em passagens áreas e 232,65 horas de tempo de Voo (Ponto de desacordo), conforme os valores máximos obtidos por meio do OpenSolver™ versão 2.9.0 no Excel™ 365.

Rodando o modelo proposto para primeira situação, encontrou-se que a sequência ótima de capitais que o turista deve visitar, conforme ilustrado na Figura 1: São Paulo → Curitiba → Porto Alegre → Florianópolis → Rio de Janeiro → Belo Horizonte → Palmas → Goiânia → Cuiabá → Campo Grande →

Brasília → Boa Vista → Porto Velho → Rio Branco → Manaus → Belém → Macapá → São Luís → Teresina → Maceió → João Pessoa → Aracaju → Salvador → Natal → Fortaleza → Recife → Vitória → São Paulo.

Figura 1 - Roteiro de viagem para as 27 capitais do Brasil

Fonte: Adaptado de Google Maps (2019)

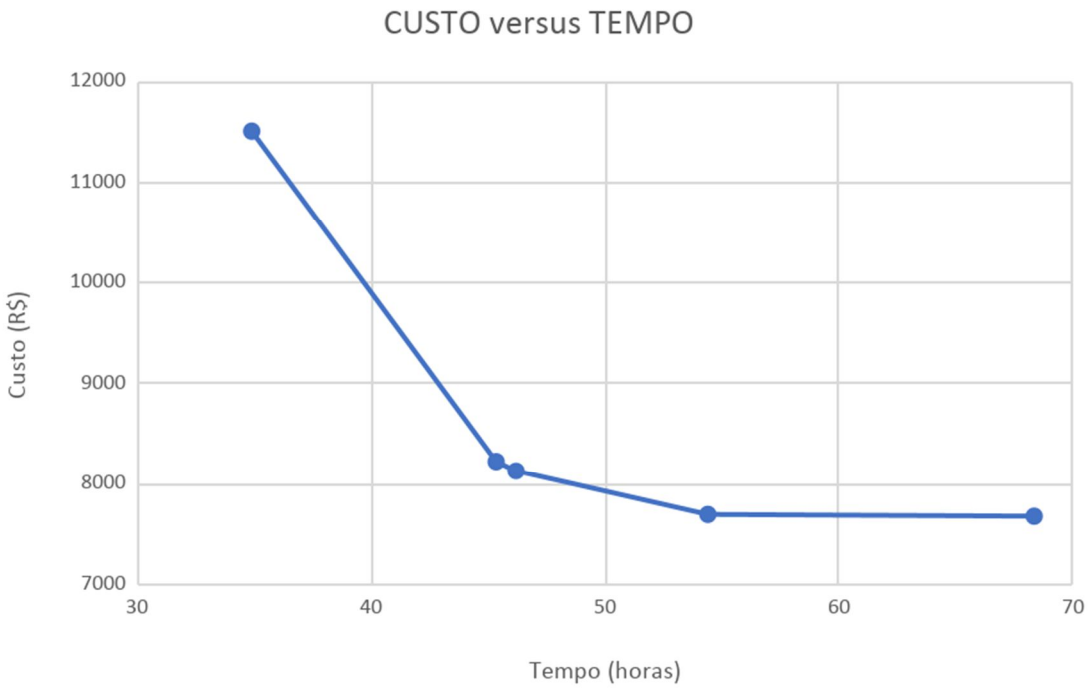
Com a rota ótima estabelecida, o turista iria ter um custo de R$8.228,00 em passagens áreas e consumiria 45,35 horas em tempo de voo.

O equipamento utilizado foi um *notebook* de uso pessoal com um processador Intel Core i5 2,30GHZ e 8GB de RAM. O tempo de execução do modelo foi de 2,231 segundos, o que pode ser considerado um ótimo desempenho computacional.

Na sequência, o modelo foi simulado com vários Pontos de Desacordo, com a finalidade de obter uma Fronteira de Pareto conforme ilustrado na Figura 2. O gráfico mostra que todos os pontos acima e na Fronteira de Pareto são prováveis resultados de rotas factíveis e que os pontos abaixo são resultados inviáveis de serem alcançados. É possível observar que, para todas as combinações ótimas de Pareto,

quanto menor o tempo pretendido, maior será custo; e que quanto menor o custo pretendido, maior será o tempo gasto, neste caso estimado em horas.

Figura 2 - Fronteira de Pareto em relação ao custo e o tempo da viagem para as 27 capitais do Brasil.



Fonte: Autores

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE PESQUISAS FUTURAS

Neste artigo foi desenvolvido um modelo multiobjetivo para o Problema do Caixeiro Viajante, visando minimizar variável de custo e de tempo. Um teste piloto, hipotético, foi realizado considerando uma viagem a ser realizada, considerado como locais de parada as 27 capitais dos estados brasileiros. Os resultados mostram que é possível executar este modelo multiobjetivo por um método exato, utilizando-se *hardware* de nível intermediário e obter bom desempenho operacional, com uma média de resolução de pouco mais de dois segundos.

No contexto da logística e cadeia de suprimentos, o uso deste método avançado para resolução de Problemas de Roteamento de Veículos, através da Fronteira de Pareto, permite que um leque de decisões sejam consideradas satisfatórias em diferentes situações. É possível obter diferentes combinações ótimas entre custo e tempo, conforme os objetivos de desempenho identificadas para cada classe de clientes. Como propostas para futuras pesquisas sugere-se i) aplicação do modelo em situações reais, para avaliar os benefícios de uso deste método avançado, ii) testar o desempenho do modelo levando em consideração um número maior de localizações e iii) elaborar o Caixeiro Viajante Multiobjetivo e Multimodal, para ampliar as possibilidades de tomada de decisão na cadeia de suprimentos.

Agradecimentos

Ao PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) da UFPR.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, A.; MUNARI, P. Abordagens metaheurísticas para o problema de roteamento de veículos com janelas de tempo e múltiplos entregadores. Gestão & Produção, v. 23, n. 2, p. 279–293, 2016.

ARENALES, M. et al. Pesquisa Operacional. 2. ed. [s.l.] Elsevier - Campus, 2015.

BERTAGLIA, P. R. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento. 3a ed. [s.l.] Saraiva, 2016.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. et al. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brazil, 2012.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to Operations Research. 9. ed. [s.l.] McGraw-Hill, 2013.

LUENBERGER, D. G.; YE, Y. Linear and Nonlinear Programming. 3. ed. [s.l.] Springer Science, 2008.

MARTINELLI, S. A. L. Livro: Custos Logísticos. Curitiba-PR Instituto Federal Paraná Educação a Distância, 2012.

MARTINS, R.; Custos e Processos Logísticos: Quais são os custos logísticos no transporte rodoviário? São Paulo-SP, 2017.

NASH, J. Two-Person Cooperative Games. Econometrica, v. 21, n. 1, p. 128–140, 1953.

NASH, J. F. J. The Bargaining Problem. Econometrica, v. 18, n. 2, p. 155–162, 1950.

PSYCHAS, I.; DELIMPASI, E.; MARINAKIS, Y. Hybrid evolutionary algorithms for the Multiobjective Traveling Salesman Problem. Expert Systems With Applications, v. 42, n. 22, p. 8956–8970, 2015.

RASMUSSEN, R. TSP in spreadsheets-A fast and flexible tool. Omega, v. 39, n. 1, p. 51–63, 2011.

Capítulo 20

ANÁLISE DOS CUSTOS DAS NÃO CONFORMIDADES NA PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Pamela Menosso (pamela.menosso@unoesc.edu.br)
Andrei Bonamigo
Steffan Macali Werner

1. INTRODUÇÃO

O mercado consumidor encontra-se cada vez mais exigente quanto à qualidade do produto, requerendo que o mesmo satisfaça suas necessidades e que atenda ou supere as suas expectativas. Para isso, de acordo com Battisti et al. (2015), é necessário que as empresas melhorem seus processos e aperfeiçoem as habilidades dos colaboradores, pois segundo Caleffi, Miotto e Wessler (2017, p. 01), "qualidade é uma relação entre organização e consumidores".

No conjunto processo e produto, muitas vezes são geradas não conformidades, que acarretam em retrabalhos, desperdício de mão de obra, tempo e matéria-prima e consequentemente elevam os custos de produção. Para Toledo et al. (2014), a falta de qualidade é o que gera prejuízos e aumento de custos para a empresa. Para reduzir os custos gerados pelas não conformidades, segundo Caleffi, Miotto e Wessler (2017), as ferramentas da qualidade obtém dados e informações de forma eficaz e possibilitam diretrizes para a solução dos problemas identificados. De acordo com Ertel, Raupp e Borba (2017), é fundamental que a redução de custo esteja integrada com a melhoria contínua e a gestão da qualidade para se ter excelentes resultados.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar os custos das não conformidades de uma empresa de esquadrias de alumínio, identificando suas causas e elaborando uma proposta de melhoria. Para isso foram realizados o levantamento e a análise das não conformidades. Durante o acompanhamento na indústria foi elaborado diagrama de Pareto para avaliar as não conformidades, suas repetições e seus custos diretos. Com o brainstorming foram levantadas as possíveis causas, que, por sua vez, foram organizadas no diagrama de relações, permitindo identificar as duas principais causas das não conformidades, sugerindo assim um plano de ação 5W1H para redução das mesmas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

De acordo com a NBR ISO 9000:2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015, p. 08), qualidade "resulta comportamentos, atitudes, atividades e processos que agregam valor através da satisfação das necessidades e expectativas dos clientes e de outras partes interessadas pertinentes".

Gestão da qualidade, na forma literal, significa como a qualidade da organização vai ser administrada ou gerida, de acordo com ANVISA (2014) por intermédio de métodos que assegurem os parâmetros

de qualidade exigidos por todos os stakeholders objetivando atingir os fins propostos nos processos e produtos pertinentes.

Para Mello (2011), gestão da qualidade é a precaução com os erros que abrangem o projeto, a venda, a produção, e o atendimento ao consumidor de produtos e serviços e deve-se ter certa preocupação inclusive na extração e transformação da matéria prima, no pós venda e no descarte do produto. A gestão da qualidade segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), envolve a satisfação do cliente, o equilíbrio e a eficiência da organização.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015), por meio da NBR ISO 9000 define gestão da qualidade como práticas monitoradas de atividades para dirigir e controlar uma organização em relação à qualidade, compreendendo as políticas e os processos da organização para alcançar os objetivos da qualidade através do planejamento, da garantia, do controle e da melhoria da qualidade.

Mello (2011) considera que gerir a qualidade é fazer com que todos os setores da empresa entendam e desenvolvam a importância da qualidade total para o sucesso corporativo, evitando o desperdício, reduzindo o tempo de produção e gerando menos estresse e mais satisfação ao trabalhador. “Trabalhar com e pela qualidade, [...] melhora a produtividade das empresas e, com isso, suas chances de lucro” (MELLO, 2011, p. 08).

2.2 CUSTOS DA QUALIDADE

Custo, para Martins (1998), é um gasto gerado pela aquisição de bens ou serviços relacionada à produção de outros bens e serviços. Para Slack, Chambers e Johnston (2009), os custos da qualidade podem ser grandes, podendo ser benéficos ou trazendo despesas, por isso todos devem ser considerados. Por isso eles classificam os custos da qualidade em custos de prevenção, de avaliação, de falha interna e de falha externa.

- Custos de Prevenção: são aqueles relativos às atividades de prevenção de problemas, falhas e erro, como planejamento e melhorias da qualidade, treinamentos, controle de relatórios e documentos da qualidade;
- Custos de Avaliação: estão relacionados às atividades do controle da qualidade, como inspeção, medição e auditoria;

- Custos de Falha Interna: São as não conformidades detectadas antes da entrega do produto ou serviço, como retrabalho, refugo de materiais e elevação de tempo de produção ou horas extras em função do erro;
- Custos de Falha Externa: São as não conformidades percebidas após a entrega, na maioria das vezes percebidas pelo consumidor e acarretam em assistência técnica, garantias, devoluções e descontos.

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são métodos que auxiliam na observação e avaliação dos processos produtivos para identificar e analisar as não conformidades que interferem no desempenho e nos resultados da organização e assim propor soluções baseadas em dados e fatos como melhoria.

As ferramentas da qualidade também evoluíram junto com a gestão da qualidade, para Miguel (2017) o objetivo das ferramentas da qualidade é produzir qualidade. De acordo com Moura (1994), as ferramentas são eficientes quando utilizadas isoladas ou acompanhadas de outra(s). Para dispor do seu potencial ao máximo é preciso ter claro o objetivo.

2.3.1 BRAINSTORMING

Brainstorming segundo Martins (2018), que tem como tradução tempestade cerebral ou tempestade de ideias, é uma técnica desenvolvida em grupo, em que são compartilhadas ideias que o indivíduo acredita ser importante sobre determinado assunto.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), é um processo de aprendizagem responsável, contínuo de comparação, não revela soluções, fornece concepção e informação para identificar a solução.

Para a realização e o andamento de um bom *brainstorming*, deve-se incentivar a participação de todos os membros, a fim de expor a sua opinião sobre as possíveis causas do problema analisado; não se devem culpar pessoas; e as ideias apresentadas não devem ser criticadas.

2.3.2 DIAGRAMA DE RELAÇÕES

O Diagrama de Relações é uma ferramenta que serve para avaliar as relações existentes entre os problemas e suas respectivas causas. De acordo com Oliveira et al. (2012) o problema é centralizado e a partir dele, se constrói um mapa de relações lógicas de causa e efeito entre as variáveis, relacionando-as com setas.

Segundo Oliveira et al. (2018), a causa de um problema pode levar à causa relacionada a outro problema. Associando assim, dois problemas à apenas uma só causa.

Conforme Gestão da Qualidade ([entre 2017 e 2018], p. 06) o diagrama de relações pode ser construído da seguinte maneira:

a) Identificar o problema principal;

b) Juntar-se a uma equipe;

c) Brainstorming;

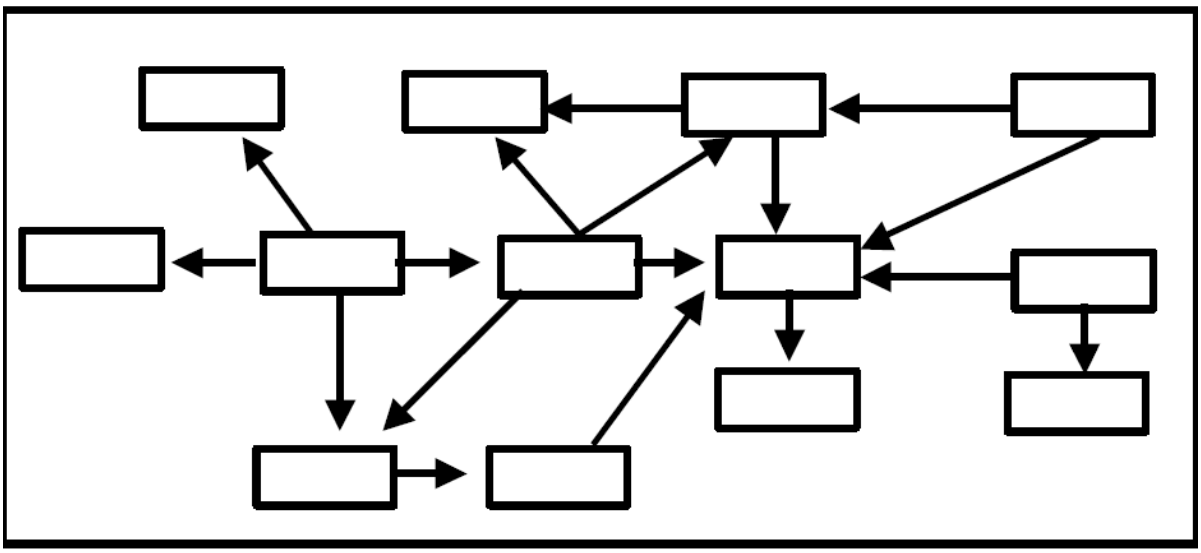
d) Identificar quais as causas que a equipe acredita estarem contribuindo mais para o problema;

e) Escrever cada um dos fatores que contribuem para o problema em post-its e arranje-os em círculo em um quadro branco ou em uma cartolina; também podendo ser feitos por meio de softwares;

f) Ligar a causa com os efeitos indesejáveis.

Pereira (2005) finaliza explanando que a causa principal é o fator com maior número de setas saindo e o efeito principal o com maior número de setas entrando. O modelo de diagrama de relações pode ser observado na Figura **1**.

Figura 1 - Diagrama de Relações



Fonte: Pereira (2005).

Para Mello (2011), é fundamental reavaliar o diagrama de relações conforme forem corrigidas as causas, já que é previsto que as mesmas sejam gradativamente eliminadas.

2.3.3 DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto é um gráfico de barras que segundo Vieira (2012), apresenta a distribuição das perdas ou dos sucessos, por ordem de frequência das mesmas.

Para realizar a construção do diagrama Ugliara (2013) sugere o seguinte roteiro:

a) Deve-se partir de algum processo de classificação das informações disponíveis como um defeito, problema, falha, etc;

b) Associar uma escala de medidas aos elementos (unidades financeiras ou percentuais, por exemplo);

c) Determinar o período de análise;

d) Coletar os dados;

e) Classificar as informações a partir dos elementos selecionados;

f) Plotar as informações no diagrama em ordem crescente a partir da esquerda.

2.4 PLANO DE AÇÃO 5W1H

De acordo com Santos (2017), a ferramenta 5W1H demonstra de forma organizada, em que são identificadas ações corretivas ou preventivas a serem implantas, de modo a facilitar o entendimento a quem irá executar. É elaborado por meio de um questionamento, capaz de orientar os diversos procedimentos que deverão ser implementados.

O 5W1H é formado por seis perguntas básicas que retratam as iniciais das expressões da língua inglesa descritas como:

- *WHAT* (O Quê?) - O que será feito (etapas);
- *HOW* (Como?)- Como deverá ser realizado cada tarefa/etapa (método);
- *WHY* (Por Quê?)- Por que deve ser executada a tarefa (justificativa);
- *WHERE* (Onde?) - Onde cada etapa será executada (local);
- *WHEN* (Quando?)- Quando cada uma das tarefas deverá ser executada (data);
- *WHO* (Quem?)- Quem realizará as tarefas (responsabilidade).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender o objetivo de analisar os custos das não conformidades de uma empresa de esquadrias de alumínio, identificando suas causas e elaborando uma proposta de melhoria, coletou-se os dados durante o mês de Novembro de 2018. Os dados podem variar em função do tempo, troca de operador, melhorias tecnológicas e processos mais eficientes.

A abordagem dessa pesquisa é quantitativa e qualitativa, pois relaciona os dados levantados com a qualidade dos processos e dos produtos. Sua natureza é aplicada, pois baseia a aplicação prática com a teoria das atividades específicas da engenharia de produção. Os objetivos pertencem à categoria exploratória, pois são formados por meio do levantamento de dados e informações da empresa e pela elaboração do referencial teórico para avaliação de alternativas de solução. Por meio dos procedimentos metodológicos, este trabalho refere-se a um estudo de campo, pois foi necessária a realização de entrevistas com os colaboradores para conhecimento do processo produtivo.

Primeiramente a empresa apresentou seu catálogo de produtos e suas variações, explicando as etapas que precedem a fabricação dos produtos. Em seguida, foi acompanhado cada setor do processo produtivo para assimilação das operações realizadas. Por meio de conversa com os operadores e observação, foi possível verificar a dificuldade que a empresa apresenta perante as não conformidades. A partir disso foi desenvolvida pesquisa bibliográfica para fundamentação deste trabalho. O acompanhamento das não conformidades foi realizado junto com entrevistas não estruturadas com os colaboradores e registros fotográficos. Também foi necessário dados fornecidos pela empresa para levantamento dos custos das não conformidades.

Para poder detalhar a situação foram calculados os valores das não conformidades por meio da soma dos custos dos insumos, matéria-prima e a mão de obra direta, os mesmos podem ser observados pelos diagramas de Pareto. Para analisar as causas foi realizado *brainstorming* com o auxílio dos colaboradores de cada setor e do líder da produção e após foi desenvolvido um diagrama de relações para constatar quais as principais causas das não conformidades. A partir das informações coletadas foi desenvolvido um plano de ação 5W1H como sugestão de ação preventiva para implantação na empresa, com o intuito de reduzir as não conformidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

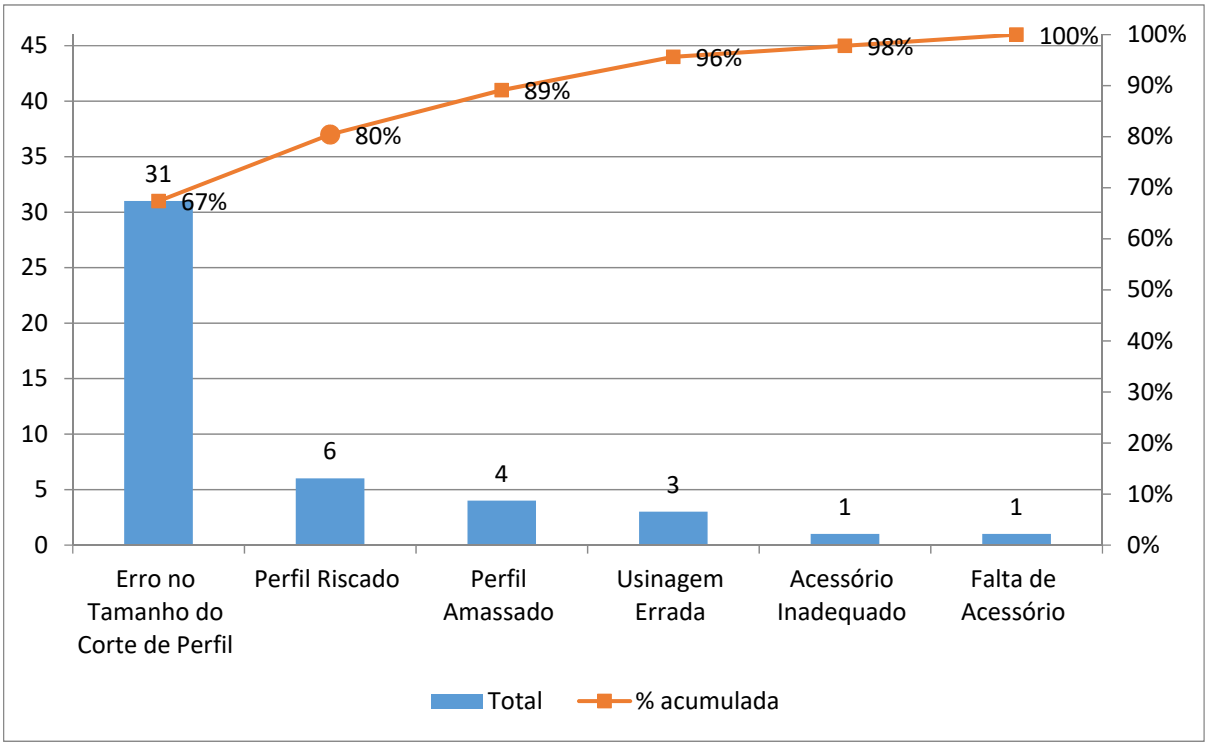
A empresa, objeto de estudo, está localizada na cidade de Concórdia, região Oeste de Santa Catarina, atuando no ramo de esquadrias metálicas há mais de 18 anos. Possui 35 colaboradores, seu catálogo

de produtos contempla estruturas e esquadrias de alumínio, fachadas glazing (em que a estrutura fica visível apenas internamente), revestimentos de ACM, coberturas em vidro laminado, portas automáticas, divisórias especiais, bem como o desenvolvimento de projetos personalizados.

O processo produtivo da empresa é composto pelas atividades dos setores: corte, usinagem/estampagem, pré-montagem, montagem e colocação de vidros – quando aplicável e possui como apoio os setores de projeto e estoque.

Mediante as informações coletadas, durante o mês de novembro, foi possível identificar 46 não conformidades que ao todo levaram 12:49 horas para serem resolvidas. Todas dependeram do auxílio do líder para serem corrigidas. As não conformidades identificadas foram: perfil riscado, perfil amassado, usinagem errada, acessório inadequado, falta de acessório e erro no tamanho do corte de perfil. A frequência destas não conformidades é apresentada na Figura **2**.

Figura 2 - Frequência de Não Conformidades



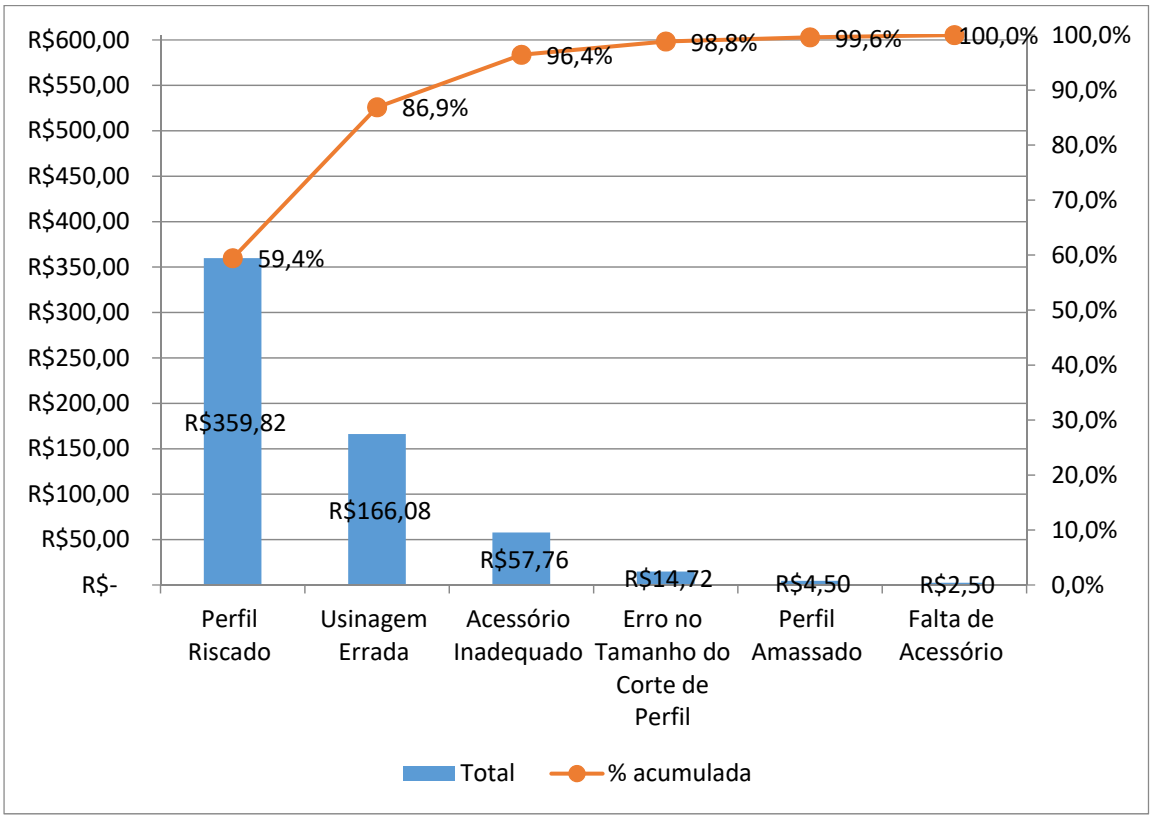
Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do diagrama de Pareto é possível observar que a não conformidade Erro no Tamanho do Corte de Perfil, aconteceu 31 vezes, formando 67% dos acontecimentos das não conformidades. Todos os perfis que estavam com o tamanho errado eram perfis do tipo baguetes de portas de uma mesma ordem de produção. Para corrigir cada baguete foi necessário 1 min, o que totalizam 31 min no total.

Para o cálculo dos custos das não conformidades, foram utilizados apenas os custos diretos: matéria-prima e mão de obra direta, os quais segundo Iudícibus e Marion (2011), são propriamente acumulados ao produto, por conhecer a exata quantidade utilizada. Os custos indiretos, de acordo com Ching, Marques e Prado (2010) não podem ser facilmente atribuídos aos produtos, precisando ser rateados por meio de centros de custos. Envolve a depreciação das máquinas e equipamentos, seu consumo de energia/hora, aluguéis, seguros entre outras atividades de apoio ao processo de produção, como custos administrativos, por exemplo. Devido à inconsistência de informações existentes na organização, não foi possível calcular os custos indiretos das não conformidades analisadas.

A Figura **3**, apresenta relaciona os custos de cada não conformidade. Ao todo foi gerado um custo de R$ 605,37. A não conformidade que gerou maior custo foi a de perfis riscados, devido ao fato que 04 dos 06 perfis riscados demandaram 10:05 horas para serem corrigidos, o que corresponde a mais de 01 dia de produção, pois a empresa trabalha apenas com único turno de 08:48 horas diárias. No decorrer do tempo, estiveram envolvidos 03 operários, causando além de maior custo, maior quantidade de tempo para correção de todas as não conformidades apresentadas.

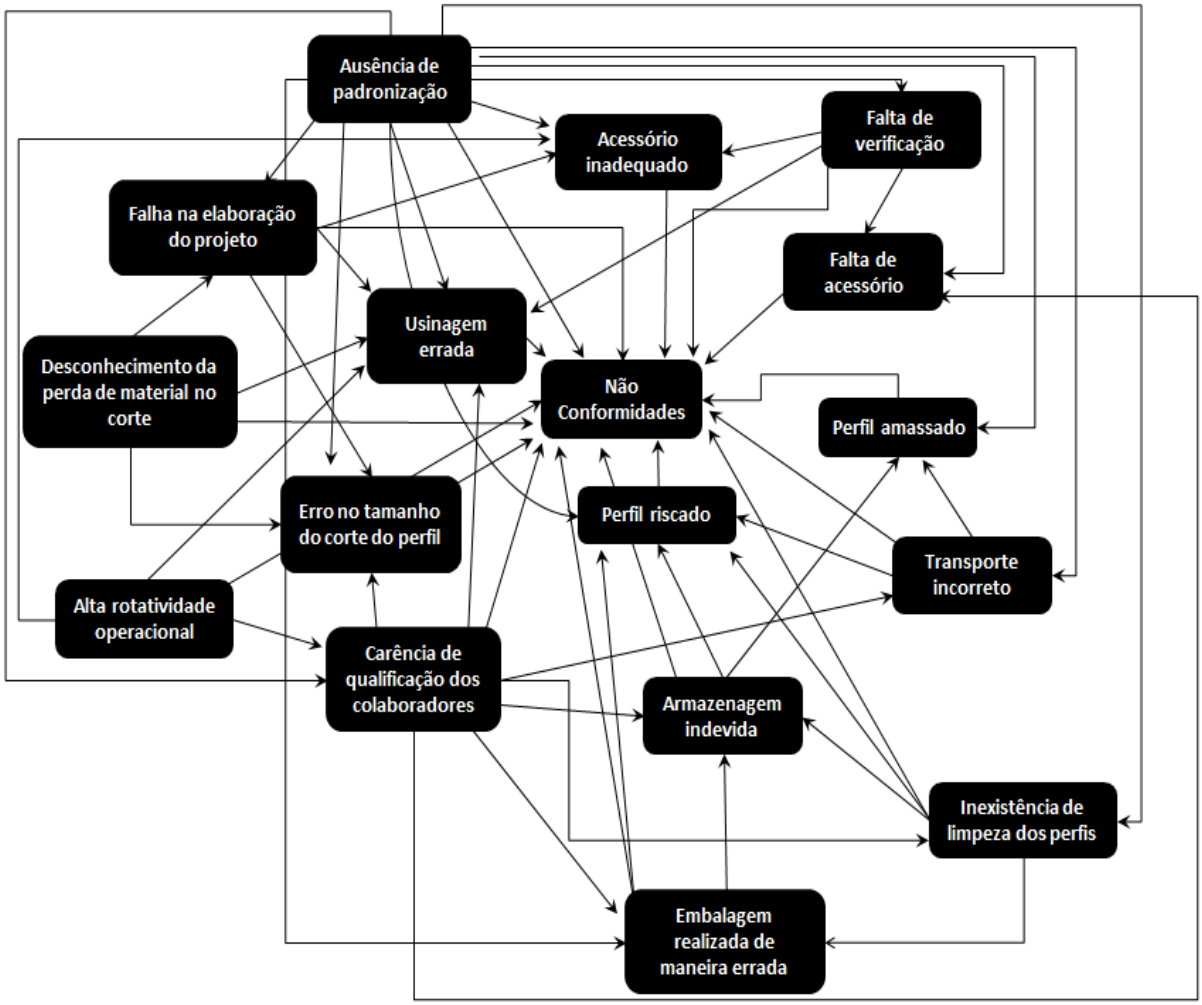
Figura 3 - Custos das Não Conformidades



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para auxiliar na correção das não conformidades, foi desenvolvido o brainstorming com o operador que identificou as não conformidades e com o líder de chão de fábrica objetivando identificar as possíveis causas. Utilizou-se o diagrama de relações com o intuito de focar nas causas principais do problema. Desta forma um diagrama de relações foi elaborado conforme Figura **4**.

Figura 4 - Diagrama de Relação das Não Conformidades



Fonte: Elaborada pelos autores.

Primeiramente, foram elencadas as duas causas que possuem maior número de setas saindo, consideradas as causas principais: ausência de padronização e a carência de qualificação dos colaboradores, respectivamente. Existem apenas duas causas que não estão relacionadas com elas, evidenciando assim a importância de serem tratadas. Como se pode visualizar, o fator que mais recebeu setas foi não conformidades, tornando-se assim o efeito principal, que é o estudo desse trabalho.

No diagrama é possível verificar que a ausência de padronização está relacionada, tanto com o processo, quanto com o produto, necessitando assim, que ambos sejam padronizados para a diminuição das outras causas. A ausência de padronização gera a carência de qualificação dos processos, demonstrando a necessidade de treinamento dos colaboradores.

Na sequência um plano de ação 5W1H foi elaborado para a eliminação das causas das não conformidades na rotina operacional, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Plano de Ação

O Quê?	Por quê?		Como?	Quem?
Padronizar Produtos	Para extinguir não conformidades ocasionadas por diferenças de dimensões de componentes do produto, acessórios, etc. Desenvolver qualidade nos produtos.		Definir, registrar e documentar especificações dos produtos: • altura de fixação de maçanetas, trincos e dobradiças; • materiais auxiliares e componentes, como por exemplo borrachas e escovinhas.	Colaboradores dos setores: Projeto, Estoque, Compras e Líder do Chão de Fábrica.
Padronizar Processos	Para eliminar retrabalhos e refugos de matéria-prima ocasionados por operações executadas de maneira errada. Permite utilizar adequadamente os recursos disponíveis, entendendo onde são aplicados e de que forma eles podem ser utilizados de maneira mais efetiva. Gera controle do processo.		Criar, registrar e documentar procedimento operacional padrão (POP) - documentos de referência que contém quais matérias primas e insumos serão necessários e as instruções sequenciais para cumprimento dos procedimentos específicos a ser executados, orientando os colaboradores sobre cada uma das tarefas e responsabilidades. As informações precisam ser claras e de fácil entendimento, para que todos os colaboradores consigam desempenhar os procedimentos perfeitamente, eliminando possíveis falhas.	Líder do Chão de Fábrica com o operador de cada posto do processo produtivo.
Treinar Operadores	Para executar tarefas de padronização da melhor maneira possível, a fim de reduzir os custos com não conformidades. Criar independência operária para resolução de problemas, sem precisar do líder.		Demonstrar, auxiliar e acompanhar operador. Criar rotina, educar e treinar operador de modo que seja "o mais competente do mundo em sua função.".	Líder do Chão de Fábrica com o operador de cada posto do processo produtivo.

Fonte: adaptado de Campos (2014).

A etapa "Onde" é na empresa como um todo, sendo aplicado nos setores previamente descritos, e a etapa "Quando" fica à definição da gerência. Deve-se lembrar da importância de definir uma data de imediato para não haver procrastinação e reincidência das não conformidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar os custos das não conformidades de uma empresa de esquadrias de alumínio, identificando suas causas e elaborando uma proposta de melhoria.

Por meio do diagrama de Pareto foi possível evidenciar a frequência de ocorrência das não conformidades, assim como mensurar o custo que geram. Baseado nestas informações, um brainstorming foi realizado com os operadores, em que foram apontadas as possíveis causas das não conformidades, estas causas foram organizadas em um diagrama de relações, possibilitando identificar as principais causas: ausência de padronização e a carência de qualificação dos colaboradores. Após aplicação das ferramentas da qualidade foi sugerido um Plano de Ação 5W1H como proposta de solução para padronizar os processos e dos produtos, detalhando as especificações como altura de fixação das dobradiças, puxadores e maçanetas, por exemplo. Também foi sugerido que a empresa treine os operadores para os mesmos executar as tarefas padronizadas sem dificuldades e contratempos.

Com base neste estudo, não tratando as não conformidades a empresa teve um custo de R$ 605,37, além de levar aproximadamente 12:49 horas corrigindo as mesmas. Este tempo pode ser convertido em produtividade, em que a empresa poderia estar atendendo outros clientes ou ainda entregando em um prazo menor.

Sem a certeza dos acontecimentos futuros, é primordial reforçar a implantação do plano de ação 5W1H sugerido, pois de acordo com Campos (2014), a padronização, a educação e o treinamento são a forma de obter a redução de custo do produto e o aumento na eficiência do processo de produção. Padronizando os processos e os produtos, além de eliminar as causas geradoras de custos de não conformidades, também estará alterando a cultura organizacional da empresa, o que é positivo, pois aumentará sua produtividade, aumentando assim os lucros.

O plano de ação junto com o estudo foi entregue à organização para que a mesma empregue ao seu processo produtivo, atingindo os seus objetivos relacionados aos custos das não conformidades e para que possa melhorar seus resultados em relação à qualidade.

Como sugestão futura de estudo, é destacada a importância do conhecimento de todos os custos envolvidos na organização e a adoção de um centro de custos, visto que na situação problema avaliada as informações disponibilizadas não foram tão detalhadas, o que não permitiu uma análise dos custos indiretos do caso.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC N° 34 - Boas Práticas no Ciclo do Sangue. Brasil, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: 2015.

BATTISTI, E.; FARDIN, E. L.; CAMARGO, G. F.; SACILOTTO, G. D.; NICOLETTO, M.. Redução dos Custos da Não Qualidade De uma Empresa de Pequeno Porte Fabricante de Bases Porta Lâmpadas Através do Investimento em Treinamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ASLEC, 2015.

CALEFFI, Mario H. B. Moreira, MIOTTO, José Luiz, WESSLER, Roger Vinícius. Estudo Para Redução De Perdas E Retrabalhos Em Uma Indústria De Comunicação Visual. IN: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 11. 2017, Campo Mourão. Anais... Campo Mourão: UNESPAR, 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. Qualidade Total: Padronização de Empresas. 2. ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

CHING, Hong Yuh. MARQUES Fernando. PRADO Lucilene. Contabilidade e Finanças para Não Especialistas. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

ERTEL, M. Eduarda A, RAUPP, Fabiano M, BORBA, Jose Tavares de. Custos da Qualidade e da Não Qualidade no Setor Têxtil: Um Estudo de Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. Anais... Joinville: Católica SC, 2017.

Gestão Da Qualidade 4.2 e 4.3. [entre 2017 e 2018]. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3174334/mod_folder/content/0/Gest%C3%A3o%20da%20Qualidade%204.2%20e%204.3.pdf?forcedownload=1>. Acesso em 30 nov. 2018.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. MARION, José Carlos de. Curso de Contabilidade para Não Contadores. 7. ed. – São Paulo: Atlas, 2011.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de Custos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MARTINS, Rosemary. O que é PDCA? Brasil, 2017.
http://www.blogdaqualidade.com.br/o-que-e-pdca/. Acesso em: 28 out. 2018.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. Gestão da Qualidade In: ACADEMIA PEARSON. Gestão da Qualidade. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Gestão da Qualidade Totale Modelos de Excelência em Desempenho Organizacional. In: CARVALHO, Marly Monteiro de. et al. Gestão da qualidade: teoria e casos. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

MOURA, Eduardo C. As sete ferramentas gerenciais da qualidade – implementando a melhoria continua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.

OLIVEIRA, Alison Eduardo Santos de et al. Análise Do Processo Produtivo Através Da Aplicação De Ferramentas Da Qualidade: Um Estudo De Caso Em Uma Marcenaria Na Cidade De Caicó-Rn. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Alagoas. Anais... Alagoas: 2018.

OLIVEIRA, André Luiz Teixeira de et al Novas Ferramentas da Qualidade. – Itaúna: 2012. Pesquisa (Graduação Engenharia Industrial Mecânica) – Universidade de Itaúna. Itaúna: 2012.

PEREIRA, Marco Antonio. Gestão da Qualidade: As 7 Novas Ferramentas do Planejamento da Qualidade. Lorena. 2005. 54 transparências.

SANTOS, Douglas Trindade dos. Implantação do programa 5S no setor do estoque da manutenção de uma indústria metal mecânica do meio oeste catarinense. – Joaçaba: 2017. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2017.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert; tradução Maria Teresa Côrrea de Oliveira. Administração da Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TODELO, J. C. de et al. Qualidade: gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

UGLIARA, Bruno Henrique. Ciclo PDCA e ferramentas da qualidade em operações e serviços de ecommerce. – Guaratinguetá: 2013. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

VIEIRA, Sonia. Estatística para a Qualidade. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

Capítulo 21

DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS: SELEÇÃO E MÉTRICA DOS ESTUDOS PUBLICADOS

Lucas Rodrigues Deliberador (deliberadorlucas@gmail.com)
Mário Otávio Batalha (dmob@ufscar.br)
Carlos Ivan Mozambani (cmozambani@gmail.com)
Luiz Neto Paiva e Silva Müller (luizpsmuller@gmail.com)
Amanda Oliveira Fontenelle (amandaoliveirafontenelle@gmail.com)

Resumo: A problemática referente ao desperdício de alimentos afeta diversos países e possui diferentes atores envolvidos. Nesse contexto, as universidades são caracterizadas por possuírem serviços de alimentação com altos níveis de desperdícios de consumo. Este trabalho teve como objetivo selecionar publicações que tratam da temática desperdício de alimentos em restaurantes universitários, bem como analisar e sintetizar informações dessas publicações. Para seleção destes trabalhos, realizou-se uma revisão estruturada norteada por três estágios de execução (planejamento, condução e documentação). Dos 352 artigos delimitados pela expressão de busca, apenas 278 estavam em idioma e tipo de documento pré-estabelecido, sendo, dos 278, eliminados 58 artigos duplicados. A análise dos títulos, resumos, palavras-chave, introdução e conclusão resultou em 39 estudos que puderam ser analisados na íntegra, no qual, segundo critérios quantitativos e qualitativos 21 foram aceitos para documentação e análise dos dados. Os resultados apontam que a temática vem ganhado expressão nos últimos anos, com destaque para universidades dos Estados Unidos, Malásia e Brasil, bem como para o método "estudo de caso". Por fim, as publicações estão distribuídas em vários periódicos e as principais palavras-chaves usadas são "food waste", "plate waste", "restaurant", "food service industry" e "composting".

Palavras-chave: Desperdício de alimentos, Restaurante Universitário, revisão estruturada.

1. INTRODUÇÃO

A problemática referente ao desperdício de alimentos possui uma abrangência mundial e engloba, ao longo da cadeia de suprimentos, diversos atores como, por exemplo, as instituições e organizações provedoras de serviços públicos. A Organização de Alimento e Agricultura das Nações Unidas – FAO destaca o desperdício de 33% do alimento produzido no mundo (FAO, 2011), gerando custos financeiros desnecessários e causando o desperdício considerável de recursos naturais como água e terra, além disso, projeta-se a necessidade de aumentar a produção de alimentos em 60% para suprir a demanda alimentar de 2050 (ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012).

As universidades, coletivamente referidas como instituições de ensino superior (IES), estão entre as instituições que possuem serviços de alimentação com altos níveis de desperdício de consumo (ALOOH, 2015; BIRISCI; MCGARVEY, 2018). Desse modo, pode-se inferir que essas instituições de ensino desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de políticas sustentáveis (BABICH; SMITH, 2010). Ainda conforme Babich e Smith (2010), as instalações para refeições em universidades exercem uma função importante para esse desenvolvimento, uma vez que tendem a consumir até cinco vezes mais água e energia e gerar até cinco vezes mais resíduos do que outros edifícios/departamentos.

Nesse contexto, diversas instituições e organizações provedoras de serviços públicos de alimentação, como as instalações militares (LENAHAN; KIRWAN, 2001) e hospitais (WILLIAMS; WALTON, 2011), vêm desempenhando esforços na tentativa de reduzir o desperdício de alimentos. Entretanto, apesar de existir diversos trabalhos com pesquisas profundas explorando os comportamentos dos consumidores com relação ao desperdício de alimentos em domicílio (GRAHAM-ROWE et al., 2014; QUESTED et al., 2013; STANCU et al., 2016; STEFAN et al., 2013; TUCKER; FARRELLY, 2016), ainda há uma carência de pesquisas que abordem o setor de serviços de alimentação (ex.: restaurantes universitários) ao nível do consumidor.

Logo, considerando a relevância de estudos mais aprofundados que mensurem e analisem o desperdício de alimentos em serviços de alimentação, especialmente em restaurantes universitários, que é o objeto de estudo desse artigo, verifica-se uma notável ausência de investigações teóricas e empíricas que proporcionem um melhor entendimento da produção cientifica sobre a temática. Nesse contexto, este trabalho tem o objetivo de, por meio de uma revisão estruturada, selecionar publicações acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários, bem como analisar e

sintetizar informações referentes a esses trabalhos (ex.: principais palavras-chaves, periódicos e países).

2. DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS

As perdas e o desperdício de alimentos englobam porções comestíveis de alimentos destinados ao consumo humano, mas que não são/foram consumidos (FAO, 2011). As perdas de alimentos geralmente se referem à derramamentos não intencionais, deterioração, ou problemas técnicos que reduzem a produção antes que cheguem a um comprador ou consumidor. O desperdício de alimentos, no que lhe concerne, é geralmente associado a comportamentos como, negligência ou decisões conscientes de descarte de alimentos (LIPINSKI et al., 2013).

O conceito e definição de desperdício alimentar ainda não é consenso e se tem observado a utilização de diferentes definições. Segundo relatório apresentado em 2016 pelo Tribunal de Contas Europeu o desperdício de alimentos "diz respeito a qualquer produto ou parte de um produto cultivado, pescado ou transformado para consumo humano que poderia ter sido consumido se tivesse sido tratado ou armazenado de forma diferente" (TFUE, 2016). Outro relatório, desta vez publicado pelo Reino Unido em 2009, considera que o desperdício de alimentos pode ser enquadrado em três categorias distintas: a-) evitáveis – desperdício de alimentos e bebidas bons para o consumo humano, porém acabam indo para o lixo; b-) parcialmente evitáveis – bebidas e alimentos que algumas pessoas comeriam e outras não; c-) não evitáveis – bebidas e alimentos que não são consumidos em circunstâncias normais, como cascas de frutas, ossos, sementes, entre outros (QUESTED; JOHNSON, 2009).

Ao longo de toda a cadeia produtiva é possível perceber desperdício alimentar, desde as fases de produção, transformação, até o consumo. No consumo, objeto de estudo deste trabalho, o desperdício de alimentos pode ocorrer: pelas sobras no prato ou bandeja; pelo produto já processado, porém que não chegou a ser distribuído; ou ainda, pelos alimentos que não foram processados. No primeiro caso o desperdício é caracterizado pela quantidade de alimento pronto para consumo, porém não consumido em um prazo aceitável que garanta sua qualidade, ou ainda, os alimentos que sobram no prato dos clientes. No segundo caso, o desperdício ocorre principalmente por erros na padronização de temperos, pela confecção excessiva de alimento, ou ainda por erro no processamento do produto (ex.: cozimento excessivo de leguminosas, arroz pouco cozido, etc.). Por fim, o desperdício de alimentos pode ocorrer devido a condições e tempo inadequado de

armazenamento e/ou aquisição excessiva de matéria-prima (RICARTE et al., 2008; SILVÉRIO; OLTRAMARI, 2014).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste trabalho, utilizou-se de uma revisão estruturada, para selecionar publicações acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários. Para realizar tal revisão foi necessária uma adaptação dos estágios propostos por Tranfield *et al.* (2003), sendo que cada estágio é subdividido em fases, como apresentado no Quadro 1.

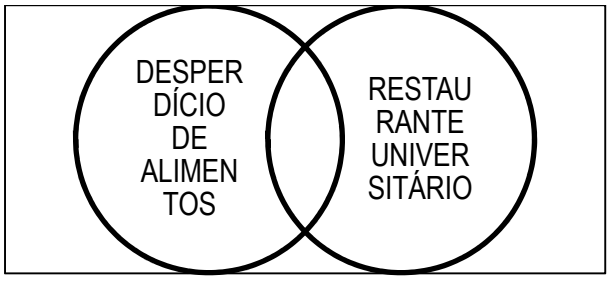
Quadro 1 - Estágios, descrições e fases da pesquisa

Estágio	Descrição	Fases
Estágio I Planejamento	Através da revisão de escopo, por meio de buscas realizadas em bases dados (Scopus, Web of Science, Scielo, Google Acadêmico etc).	1) Determinação do problema e objetivo de pesquisa 2) Desenvolvimento de um protocolo de revisão
Estágio II Condução	Através de buscas realizadas em bases dados (Engineering Village, ProQuest, Scopus e Web of Science e Scielo) e com o auxílio do *software* Start ®.	3) Seleção de estudos 4) Aplicação de filtros e critérios de inclusão e exclusão 5) Avaliação quantitativa e qualitativa dos estudos 6) Extração dos dados
Estágio III Documentação e Resultados	Através da leitura e análise dos documentos.	7) Síntese de dados

Fonte: Adaptado de Tranfield *et al*. (2003).

Através de buscas realizadas em diferentes bases de dados (*Scopus, Web of Science, Scielo* e Google Acadêmico), foram encontrados estudos específicos da área que nortearam o objetivo desta revisão estruturada. Os dois constructos utilizados nesta pesquisa foram “Desperdício de Alimentos” e “Restaurante Universitário”, como ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Constructos da Revisão Estruturada de Literatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A intersecção entre os dois termos indica o que se pretendeu encontrar durante as buscas nas bases de dados. Baseando-se nos constructos escolhidos, foram identificadas as palavras-chaves de modo a inserir a maior quantidade possível de termos relevantes, uma vez que alguns trabalhos podem ser ignorados se todos os sinônimos relevantes para um conceito não estiverem incluídos, em razão de que diferentes autores se referirem ao mesmo conceito usando diferentes nomenclaturas.

Entretanto, diferentes nomenclaturas também podem acarretar em uma ampla quantidade de estudos irrelevantes retornados na pesquisa, necessitando assim, que sejam efetuados testes preliminares em diferentes bases de dados. Neste estudo, as palavras-chaves de interesse foram pesquisadas e delimitadas durante uma revisão de escopo. Após delimitação, foi criada uma expressão individual para cada constructo, que foi composta de operadores booleanos para incorporar diferentes ortografias e sinônimos, como apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 - Constructos, palavras-chaves e expressão de busca da pesquisa

Constructos	Palavras-chaves	Expressão de busca
Desperdício de Alimentos	food waste food wastage	((food NEAR/5 waste OR food NEAR/5 wastage OR "waste of food" OR "food wast*"))
Restaurante Universitário	college cafeteria college canteen college restaurant faculty cafeteria faculty canteen faculty restaurant dining hall university cafeteria university canteen university restaurant education sector	((((("college* cafe*") OR ("college* canteen*") OR ("college* restaurant*") OR ("facult* cafe*") OR ("facult* canteen*") OR ("facult* restaurant*") OR ("dining* hall*") OR ("universit* cafe*") OR ("universit* canteen*") OR ("universit* restaurant*") OR ("educat* sector*"))) OR (((college NEAR/5 cafeteria) OR (college NEAR/5 canteen) OR (college NEAR/5 restaurant) OR (faculty NEAR/5 cafeteria) OR (faculty NEAR/5 canteen) OR (faculty NEAR/5 restaurant) OR (dining NEAR/5 hall) OR (university NEAR/5 cafeteria) OR (university NEAR/5 canteen) OR (university NEAR/5 restaurant) OR (education NEAR/5 sector))))

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Primeiramente, foram utilizados operadores de proximidade, como o (NEAR/n), que indica que existe uma quantidade de "n" palavras entre os termos especificados, que neste caso, foi definido um máximo de cinco palavras entre os termos. Em seguida, decidiu-se utilizar as aspas para incluir termos exatos, impossibilitando o aparecimento de outras palavras entre eles. Para as duas expressões de busca também foi incluído o truncamento das palavras entre aspas, de modo a encontrar todas as derivações a partir de um radical. Vale ressaltar, que as duas expressões de buscas foram elaboradas seguindo o mesmo processo de lógica e foram definidas após uma série de testes realizados com o auxílio de especialistas da área temática e de duas bibliotecárias especialistas em estratégias de buscas em bases de dados. Por fim, as duas expressões de busca foram unificadas pelo operador booleano

"AND", formando assim a expressão final, que foi utilizada para a busca de trabalhos nas bases de dados escolhidas nessa análise.

Na sequência, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão dos estudos encontrados e as bases de dados a serem utilizadas. O objetivo da aplicação de um critério de inclusão e exclusão é assegurar que todos os estudos selecionados sejam pertinentes e estejam relacionados ao trabalho do pesquisador. Foi decidido que esta revisão contemplaria artigos de periódicos, artigos de conferências e artigos in press, excluindo capítulos de livros, dissertações e teses, e textos de websites. Além disso, foram considerados apenas trabalhos com disponibilidade de leitura na íntegra e redigidos em espanhol e/ou inglês e/ou português. O Quadro 3 apresenta os critérios de inclusão e exclusão utilizados nesta revisão.

Quadro 3 - Critérios de Inclusão e Exclusão da Revisão Estruturada

Critérios de Inclusão (I)	**Critérios de Exclusão (E)**
(I) Disponibilidade do texto completo	(E) Não há disponibilidade do texto completo
(I) Redação do texto em espanhol e/ou inglês e/ou português.	(E) Redação do texto não está em português e/ou inglês e/ou português
(I) Publicação em periódico ou conferência ou *in press.*	(E) Publicações em livros, *websites*, jornais, revistas não científicas etc.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Quatro bases de dados internacionais (Engineering Village, ProQuest, Scopus e Web of Science) e uma nacional (Scielo) foram selecionadas como as principais fontes de pesquisa. Essas bases foram selecionadas devido à relevância, fornecimento de informações completas para a área de estudo, quantidade de trabalhos retornados durante os testes de delimitação da expressão de busca, e a indexação de periódicos com qualis e/ou fator de impacto (JCR - Journal of Citation Reports) que abordam as áreas desta pesquisa, como Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Exatas, Ciências da Terra, Engenharias etc.

Assim, as etapas descritas até aqui foram inputs na elaboração de um protocolo de revisão abrangente que orientasse o estudo e proporcionasse uma condução clara para o seu progresso. O protocolo de revisão é um passo importante na execução da revisão estruturada, especificando a abordagem que será usada para realizar a conclusão dos objetivos da revisão, ao minimizar a probabilidade de ocorrência de viés do pesquisador. O protocolo de revisão desta pesquisa, apresentado no Quadro 4, foi elaborado com o auxílio do software Start® (State of the Art through Systematic Review).

Quadro 4 - Protocolo da Revisão Estruturada

Protocolo da Revisão Estruturada	
Título	Desperdício de alimentos em Restaurantes Universitários
Pesquisadores	Pesquisador 1 Pesquisador 2 Pesquisador 3 Pesquisador 4 Pesquisador 5
Descrição	Esta revisão estruturada busca identificar os trabalhos presentes na literatura que abordam o tema de desperdício de alimentos em restaurantes universitários.
População	Trabalhos encontrados nas bases de dados delimitadas nessa pesquisa.
Intervenção	Trabalhos que abordam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários.
Resultados	Ao final desta pesquisa, espera-se encontrar artigos que abordam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários e apresentar um conjunto de informações sobre essas publicações.
Palavras-chaves	*Food waste; food wastage; college cafeteria; college canteen; college restaurant; faculty cafeteria; faculty canteen; faculty restaurant; dining hall; university cafeteria; university canteen; university restaurant; education sector*.
Critério para seleção das bases de dados:	Bases de dados que englobam pesquisas relacionadas Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Exatas, Ciências da Terra e Engenharias etc.
Idiomas	Espanhol e/ou Inglês e/ou Português.
Métodos analisados	*Survey*; Estudo de caso; Pesquisa-ação; Modelagem ou Simulação; Experimento ou Quasi-experimento; Teórico-conceitual.
Bases de dados	*Engineering Village; ProQuest; Scopus; Web of Science; Scielo.*
Critérios de seleção	Relacionados à disponibilidade, idioma e tipo de documento.
Avaliação quantitativa	Baseada em palavras-chaves encontradas no título, resumo e nas palavras-chave.
Avaliação qualitativa	Baseada na ponderação de perguntas estabelecidas, associadas ao objetivo desta pesquisa.
Formulário de extração	Incluirá o código de identificação, o título do trabalho, os autores, a afiliação dos autores, a referência, o ano de publicação, a localização da pesquisa, as palavras-chaves, o idioma, a área dos pesquisadores, o método utilizado, a aplicação do estudo, o resultado da avaliação qualitativa, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.
Síntese	Será apresentada através de gráficos, quadros e tabelas, a evolução anual dos trabalhos selecionados, os autores, as palavras-chave, o periódico/conferência, a afiliação dos autores, o método utilizado etc.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

De modo a facilitar a leitura e análise da amostra de publicações filtradas, foi efetuada uma análise quantitativa dos documentos através de uma função do software Start®. Critérios de ponderação foram desenvolvidos com o intuito de classificar a prioridade de leitura e atenção dos documentos conforme o número de palavras-chaves encontradas nos campos título, resumo e palavras-chaves de cada documento. Dessa maneira, como é apresentado no Quadro 5, foi estipulado que cada documento receberia 5 pontos para cada ocorrência de palavra-chave no título, 3 pontos para cada ocorrência de palavra-chave no resumo, e por fim, 2 pontos para cada ocorrência de palavra-chave no campo de palavras-chaves.

Quadro 5 - Ponderação para análise quantitativa da revisão estruturada

Método de avaliação	Pontos/Ocorrência
Palavras-chaves encontradas no *Título*	5
Palavras-chaves encontradas no *Resumo*	3
Palavras-chaves encontradas em *Palavras-chaves*	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Em relação a qualidade dos estudos, foram formuladas as seguintes Perguntas (P), com base no objetivo desta pesquisa, de modo a fortalecer a confiança dos pesquisadores na credibilidade de suas descobertas:

- **P1:** O trabalho contribuiu com a literatura acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários?
- **P2:** O trabalho apresentou um referencial teórico aprofundado acerca da temática?
- **P3:** O trabalho mensurou a quantidade de alimentos desperdiçados em restaurantes universitários?
- **P4:** O trabalho apresentou claramente o método utilizado?
- **P5:** O trabalho propôs alternativas para a gestão do desperdício de alimentos em restaurantes universitários?
- **P6:** O trabalho descreveu suas limitações e sugestões futuras?

Nesse contexto, de modo a classificar os níveis de qualidade através destas perguntas/critérios, foram utilizados três rankings de qualidade propostos por Nidhra et al. (2013): baixa, média e alta. Assim, a qualidade de cada estudo foi analisada através da somatória dos pontos resultantes de cada pergunta/critério. Os resultados foram então divididos entre três classificações: em primeiro lugar, se um estudo preenchesse inteiramente um critério de qualidade, seria atribuída uma classificação de 2 pontos para esse critério; em segundo lugar, se um estudo preenchesse parcialmente um critério de qualidade, seria atribuída uma classificação de 1 ponto para esse critério; e por último, se um estudo não atendesse a um critério de qualidade, seria atribuída uma classificação de 0 pontos para esse critério. O Quadro 6 apresenta os seis critérios de qualidade e a descrição de seus respectivos rankings.

Quadro 6 - Critérios de qualidade e *rankings* aplicados na Revisão Estruturada

Critérios	*Baixa (+0)*	*Média (+1)*	*Alta (+2)*
P1	Não houve contribuição com a literatura acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.	Pouca contribuição com a literatura acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.	Grande contribuição com a literatura acerca do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.
P2	O trabalho apresentou um referencial teórico pouco aprofundado acerca da temática.	O trabalho apresentou um referencial teórico razoavelmente aprofundado acerca da temática.	O trabalho apresentou um referencial teórico muito aprofundado acerca da temática.
P3	Não houve mensuração da quantidade de alimentos desperdiçados em restaurantes universitários	-	Houve mensuração da quantidade de alimentos desperdiçados em restaurantes universitários
P4	O trabalho não apresentou o método utilizado.	O trabalho apresentou superficialmente o método utilizado.	O trabalho apresentou claramente o método utilizado.
P5	Não houve proposições para a redução do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.	Houve poucas proposições para a redução do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.	Houve grandes proposições para a redução do desperdício de alimentos em restaurantes universitários.
P6	O trabalho não descreveu suas limitações e sugestões futuras.	O trabalho descreveu superficialmente suas limitações e sugestões futuras.	O trabalho descreveu claramente suas limitações e sugestões futuras.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Desse modo, pode-se inferir que no que diz respeito aos seis critérios de qualidade delimitados nessa revisão estruturada, a maior pontuação possível de um estudo analisado seria de 12 pontos (ou 6 × 2), enquanto que o menor resultado possível seria de 0 pontos (ou 6 × 0). A qualidade de cada estudo foi considerada alta se obtivesse uma pontuação maior ou igual a 6. Trabalhos com pontuação de 5 pontos foram considerado com qualidade média, enquanto que os que obtiverem uma somatória menor que 5 pontos foram considerados de baixa qualidade e, consequentemente, descartados.

Por fim, a última fase da pesquisa consistiu em elaborar um formulário de extração de dados para registrar com precisão as informações dos estudos que foram completamente lidos e aceitos, e fomentar os resultados. Para tanto, esse processo foi conduzido através da análise de cada estudo, extraindo as informações necessárias obtidas com o auxílio do Start®. Nesta pesquisa, incluiu-se diversos elementos adaptados de formulários de extração de outros estudos (AHMED et al., 2018; SAMADI; KASSOU, 2016; SARGEANT et al., 2005), como apresenta o Quadro 7.

Quadro 7 - Formulário de extração de dados dos artigos selecionados

Formulário de Extração							
Código de identificação							
Título							
Autores							
Referência							
Afiliação dos autores							
Referência							
Localização da pesquisa							
Periódico/Conferência							
Descrição do objetivo							
Palavras-chave							
Idioma		Espanhol					
		Inglês					
		Português					
Área do pesquisador		Ciências Agrárias					
		Ciências Sociais Aplicadas					
		Ciências Exatas					
		Ciências da Terra					
		Engenharias					
		Outra					
Método utilizado		*Survey*					
		Estudo de caso					
		Pesquisa-ação					
		Modelagem ou Simulação					
		Experimento ou Quasi-experimento					
		Teórico/conceitual					
Aplicação do estudo		Armazenagem					
		Preparação					
		Consumo					
Mensura o desperdício de alimentos?		Sim					
		Não					
Avaliação qualitativa	P1:		P2:	P3:	P4:	P5:	P6:	TOTAL:
Limitações							
Sugestões							

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A condução deste trabalho iniciou-se com a busca nas bases de dados selecionadas (Engineering Village, ProQuest, Scopus, Web of Science e Scielo). Após a realização da primeira pesquisa, utilizando somente a expressão de busca previamente delimitada no método, retornaram 352 documentos. Em seguida, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão relacionados ao idioma e ao tipo de documento, que retornaram 278 documentos.

Nesse sentido, estes trabalhos retornados foram exportados para o software Start®, que auxiliou na exclusão dos estudos duplicados (trabalhos iguais presentes em duas ou mais bases de dados) e na condução das próximas fases. Dos 278 documentos exportados, 58 (20,8%) eram duplicados e, portanto, foram removidos. O elevado número de documentos duplicados indica que o número de

bases de dados selecionadas foi adequado, e que, caso novas fontes de pesquisa fossem adicionadas na busca, essa quantidade possivelmente iria aumentar em consequência de uma convergência entre bases de dados. O Quadro 8 apresenta os resultados obtidos após aplicação de cada filtro e o tamanho da amostra que foi lida e analisada.

Quadro 8 - Resultado da busca realizada nas bases de dados

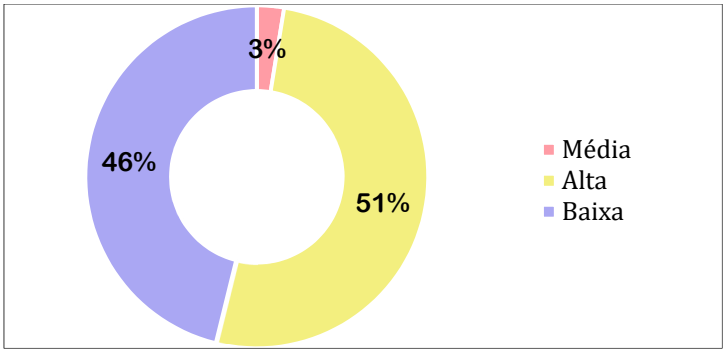
Filtro	Descrição	Engineering Village	ProQuest	Scopus	Web of Science	Scielo	TOTAL
Expressão de busca	Resultado de trabalhos encontrados na primeira busca.	25	145	137	45	0	**352**
Documento	Resultado de trabalhos encontrados após aplicação do critério de tipo de documento.	23	113	114	38	0	**288**
Idioma	Resultado de trabalhos encontrados após aplicação do critério de idioma.	23	107	110	38	0	**278**
Duplicados	Eliminação dos trabalhos duplicados.						**58**
Amostra	Tamanho da amostra de artigos que foi analisada.						**220**

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Assim, primeiramente, os 220 documentos foram lidos e analisados com foco no título, resumo e palavras-chave, retornando um total de 92 estudos. Para garantir a precisão do processo de revisão, o próximo passo envolveu a leitura e análise das introduções e conclusões dos estudos remanescentes. Nesse contexto, foram excluídos 53 documentos, acarretando no resultado de 39 estudos a serem novamente lidos e analisados seguindo outro critério. Portanto, esta quantidade de estudos identificados foi submetida à leitura completa, aplicando os critérios de avaliação de qualidade.

Deste modo, foi verificado que 18 estudos deveriam ser descartados por não preencherem os critérios que os classificassem com uma qualidade média ou alta, e consequentemente, 21 foram aceitos para extração de dados. O percentual da qualidade dos 39 estudos avaliados pode ser visualizado na Figura 2, em que se observa que a maioria dos trabalhos aceitos alcançou uma pontuação relativamente alta (51%).

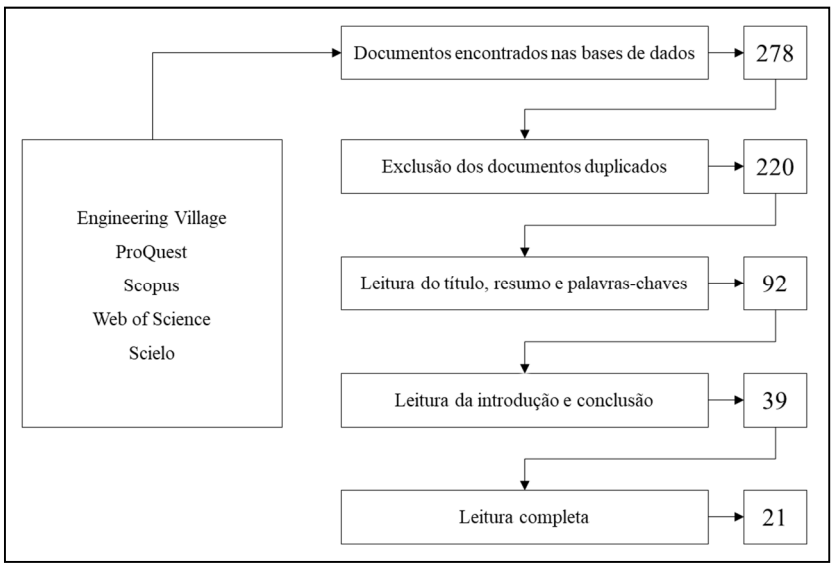
Figura 2 - Distribuição percentual da qualidade dos estudos avaliados



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Nesse contexto, a Figura 3 apresenta um resumo dos resultados da quantidade de artigos retornados em cada etapa de condução, desde a primeira busca efetuada nas cinco bases de dados, até a quantidade final de documentos retornados após a leitura completa dos artigos de acordo com os critérios de qualidade.

Figura 3 - Filtros aplicados durante a condução da revisão estruturada



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O formulário de extração de dados foi aplicado em cada um dos 21 artigos selecionados e, por meio da análise dos dados extraídos, foi possível obter uma visão geral sobre a distribuição dos estudos ao longo do tempo, os periódicos/conferências em que foram publicados, o método de pesquisa utilizado, a aplicação do estudo (armazenagem, cozinha ou consumo) etc. Dados individuais mais detalhados acerca de cada trabalho, como, o ano de publicação, os autores, o título, as universidades de afiliação dos autores, e a pontuação da avaliação qualitativa podem ser visualizados no Quadro 9.

Quadro 9 - Síntese dos artigos selecionados

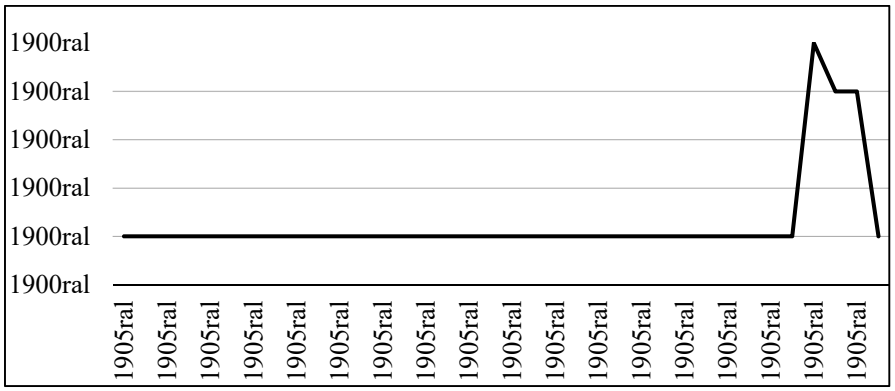
Ano	Autor	Título	Afiliação	Av. Qual.
1983	Youngs, A[1]; Gianfranco Nobis[1]; Town, P[1].	Food waste from hotels and restaurants in the UK.	[1]Bournemouth University (Inglaterra).	7
2009	John D. Bankson[1].	Food rescue system for UVa dining and Charlottesville community.	[1]University of Virginia (Estados Unidos).	5
2010	Ryan Babich[1]; Sylvia Smith[1].	"Cradle to Grave": An Analysis of Sustainable Food Systems in a University Setting.	[1]Southern Illinois University (Estados Unidos).	7
2011	Hayder Al-Domi[1]; Hiba Al-Rawajfeh[1]; Fatima Aboyousif[1]; Safa Yaghi[1]; Rima Mashal[1]; Jumana Fakhoury[1].	Determining and addressing food plate waste in a group of students at the University of Jordan.	[1]University of Jordan (Jordânia).	9
2012	Kiho Kim[1]; Stevia Morawsk[1].	Quantifying the impact of going trayless in a university dining hall.	[1]American University (Estados Unidos).	9
2013	Krisha Thiagarajah[1]; Victoria M. Getty[1].	Impact on plate waste of switching from a tray to a trayless delivery system in a university dining hall and employee response to the switch.	[1]Indiana University (Estados Unidos).	9
2014	Cláudia Leite Carneiro[1].	Gerenciamento integrado de resíduos sólidos e sua aplicabilidade em produção de refeições: um diálogo interdisciplinar.	[1]Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil).	7
2015	Alexandra Betz[1]; Jürg Buchli[1]; Christine Göbel[2]; Claudia Müller[1].	Food waste in the Swiss food service industry–Magnitude and potential for reduction.	[1]Zurich University of Applied Science (Suíça); [2]University of Applied Science Münster (Alemanha).	11
2015	Mardi Louw Marais[1]; Yolande Smit[1]; Nelene Koen[1]; Elmi Lötze[1].	Are the attitudes and practices of foodservice managers, catering personnel and students contributing to excessive food wastage at Stellenbosch University?	[1]Stellenbosch University (África do Sul).	6
2015	Maria Cristina Rizk[1]; Bárbara de Almeida Perão[1].	Diagnosis of food waste generation in a university restaurant.	Maria Cristina Rizk[1]; Bárbara de Almeida Perão[1].	6
2015	Brian Wansink[1]; David R. Just[1].	Trayless cafeterias lead diners to take less salad and relatively more dessert.	[1]Cornell University (Estados Unidos)	9
2015	Mohd Hafiz Zawawi[1]; Nor Azalina Rosli[2]; Rosmina A. Bustami[2]; Noor Hayati Mispan[2]; Mohd Zakwan Ramli[2].	Potential of utilizing solid waste generated in UNIMAS West Campus.	[1]Universiti Tenaga Nasional (Malásia); [2]Universiti Malaysia Sarawak (Malália).	6
2016	ChenFeng Kuo[1]; Yahui Shih[2].	Gender differences in the effects of education and coercion on reducing buffet plate waste.	[1]TungHai University (Taiwan); [2]Chung Hua University (Taiwan).	8
2016	Miranda Mirosa[1]; Harriet Munro[1]; Ella Mangan-Walker[1]; David Pearson[2].	Reducing waste of food left on plates: Interventions based on means-end chain analysis of customers in foodservice sector.	[1]Otago University (Nova Zelândia); [2]University of Canberra (Austrália).	9

2016	Kathleen Painter[1]; Gladman Thondhlana[1]; Harn Wei Kua[2].	Food waste generation and potential interventions at Rhodes University, South Africa.	[1]Rhodes University (África do Sul); [2]National University of Singapore (Singapura).	12
2016	Jaqueline Zotesso[1], Eneida Cossich[1], Luciléia Colares[2], Célia Tavares[1].	Analysis of solid waste generation in a university cafeteria in Brazil: a case study.	[1]Universidade Estadual de Maringá (Brasil); [2]Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil).	9
2017	Ahmad Rizal Alias[1]; Nurul Mohd Mokhlis[1]; Yasmin Binti Zainun[1].	Baseline for food waste generation – A case study in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia cafeterias.	[1]Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (Malásia).	8
2017	Henrik Luis Jagau[1]; Jana Vyrastekova[1].	Behavioral approach to food waste: an experiment.	[1]Radboud University (Holanda).	8
2017	Bettina Anne-Sophie Lorenz[1, 2]; Monika Hartmann[1]; Nina Langen[2].	What makes people leave their food? The interaction of personal and situational factors leading to plate leftovers in canteens.	[1]University of Bonn (Alemanha); [2]Technische Universitat Berlin (Alemanha).	10
2017	Danyi Qi[1]; Brian E. Roe[1].	Foodservice composting crowds out consumer food waste reduction behavior in a dining experiment.	[1]Ohio State University (Estados Unidos).	10
2018	Bettina A. Lorenz[1]; Nina Langen[2].	Determinants of how individuals choose, eat and waste: Providing common ground to enhance sustainable food consumption out-of-home.	[1]Technische Universität Berlin (Alemanha); [2]University Bonn (Alemanha).	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A Figura 4 apresenta a quantidade de publicações por ano. Observa-se que as publicações analisadas aumentaram consideravelmente de 1 artigo em 2014 para 5 em 2015, mantendo um nível de produção próximo nos anos seguintes, 4 publicações em 2016 e 2017. Esses números mostram a relevância da temática nos últimos anos, entretanto, destaca-se que a produção científica da área ainda está em desenvolvimento. A queda expressiva no número de publicações no ano de 2018 pode ser justificada pelo período em que esta pesquisa foi realizada (fevereiro de 2018).

Figura 4 - Número de artigos que abordam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários publicados em periódicos e/ou conferências



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Os 21 trabalhos analisados foram publicados em 16 periódicos e 3 conferências diferentes. A Tabela 1 apresenta a distribuição dos periódicos e conferências, e o número de artigos publicados em cada um. Em termos de número de publicações, apenas a British Food Journal e a Waste Management apresentam mais de uma publicação. Os demais periódicos/conferências apresentadas obtiveram uma publicação.

Tabela 1 - Periódicos/Conferências em que os artigos que abordam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários foram publicados

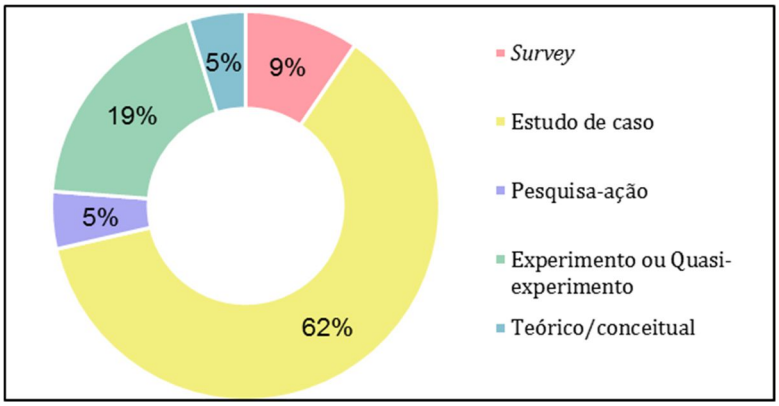
Periódico/Conferência	Número de artigos
British Food Journal	2
Waste Management	2
American Journal of Agricultural Economics	1
Appetite	1
Applied Mechanics & Materials	1
Environmental Engineering & Management Journal	1
Holos	1
III International Conference on Wastes: Solutions, Treatments and Opportunities	1
International Journal of Consumer Studies	1
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	1
Journal of Academy of Nutrition and Dietetics	1
Journal of Culinary Science & Technology	1
Journal of Foodservice Business Research	1
Journal of Hunger & Environmental Nutrition	1
Pakistan Journal of Nutrition	1
Public Health Nutrition	1
South American Journal of Clinical Nutrition	1
System and Information Engineering Design Symposium	1
Waste Management & Research	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Quanto ao método de pesquisa utilizado nos artigos, esta análise adotou as seis categorias propostas Filippini (1997): *survey*, estudo de caso, pesquisa-ação, modelagem ou simulação, experimento ou quasi-experimento, e teórico/conceitual. Dessa maneira, pode-se verificar que o método mais

utilizado foi o estudo de caso, presente em 62% dos artigos, seguido respectivamente pelo experimento ou quasi-experimento (19%), *survey* (9%), pesquisa-ação (5%), e teórico/conceitual (5%), não havendo, portanto, artigos que utilizaram o método de modelagem ou simulação.

Figura 5 - Método de pesquisa utilizado nos artigos selecionados



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Dentre as palavras-chaves/expressões utilizadas nos artigos selecionados, o Quadro 10 apresenta as que foram mais citadas e também as que mais se relacionam com a temática deste trabalho. Assim, pode-se constatar que "food waste" foi a expressão mais citada, presente em oito artigos (38%), seguida por "plate waste", "restaurant", "food service industry" e "composting", que foram encontradas em três artigos (14%). As demais palavras-chaves/expressões foram encontradas em apenas um artigo cada, valendo ressaltar que estas, em sua maioria apresentaram sinônimos, radicais, complementos etc.

Quadro 10 - Palavras-chaves utilizadas nos artigos selecionados

Palavra-chave	%	Palavra-chave	%	Palavra-chave	%
Food waste	38%	*Food choice*	5%	*Restaurant waste composition*	5%
Plate waste	14%	*Food losses*	5%	*Solid waste composition*	5%
Restaurant	14%	*Food waste management*	5%	*Solid waste generation*	5%
Food service industry	14%	*Food waste prevention*	5%	*Sustainability*	5%
Composting	14%	*Foodservice*	5%	*Sustainable*	5%
Behavioral intervention	5%	*Gender*	5%	*Sustainable consumption*	5%
Catering	5%	*Information campaign*	5%	*Sustainable foodservice*	5%
Consumer behavior	5%	*Intervention*	5%	*Tray removal*	5%
Consumption	5%	*Leftovers*	5%	*Trayless dining*	5%
Customer services	5%	*Meals*	5%	*Trayless system*	5%
Dining halls	5%	*Nutrition education*	5%	*Universities interventions*	5%
Eating behavior	5%	*Out-of-home*	5%	*University dining*	5%
Education and coercion	5%	*Out-of-home consumption*	5%	*University dining hall*	5%
Emotions	5%	*Quality*	5%	*Waste disposal*	5%
Environmental damage	5%	*Recycling*	5%	*Waste management*	5%
Food	5%	*Rescue system*	5%	*Waste management plan*	5%
Food and food industries	5%	*Restaurant food waste*	5%		

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Quanto ao número e a afiliação dos autores, foram identificados 54 autores presentes nos 21 artigos, sendo que a maioria são afiliados de universidades dos Estados Unidos (11 autores em 6 artigos), seguidos por Malásia (8 autores em 2 artigos), Brasil (7 autores em 3 artigos), Jordânia (6 autores em 1 artigo), África do Sul (6 autores em 2 artigos), Alemanha (4 autores em 3 artigos), Inglaterra, Nova Zelândia e Suíça (3 autores em 1 artigo), Holanda e Taiwan (2 autores em 1 artigo), Austrália e Singapura (1 autor em 1 artigo), respectivamente. Assim, pode-se perceber através dessa revisão estruturada, que os Estados Unidos é o país com o maior número de pesquisadores (19,6%) que estudam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários, e que aqui também apresentou a maior quantidade de artigos publicados (28,6%). O Brasil, embora apresente o terceiro maior número de pesquisadores sobre a temática (12,5%), foi o segundo colocado em relação a quantidade de artigos publicados (14,3%).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou métricas de uma revisão estruturada que explorou a intersecção de dois constructos: desperdício de alimentos e restaurantes universitários. Para a realização dessa análise foram seguidos os estágios sugeridos por Tranfield et al. (2003). Nesse contexto, através de uma expressão de busca envolvendo as palavras-chaves da temática, foram encontrados 352 documentos em cinco diferentes bases de dados (Engineering Village, ProQuest, Scopus, Web of Science e Scielo). Por meio de critérios de seleção, ao final, foram selecionados 21 documentos que foram analisados, chegando aos seguintes resultados:

- A temática vem ganhando expressão nos últimos anos, entretanto, destaca-se que a produção científica da área ainda está em desenvolvimento;
- Os periódicos *British Food Journal* e a *Waste Management são os que possuem maior número de publicações,* mas não há uma concentração expressiva em nenhuma revista;
- O método de pesquisa mais utilizado é o estudo de caso (62%), seguido pelo experimento ou quasi-experimento (19%);
- As palavras-chaves mais usadas são "*food waste*" (38% dos artigos), "*plate waste*", "*restaurant*" (14% dos artigos), "*food service industry*" (14% dos artigos) e "*composting*" (14% dos artigos).
- A maioria dos autores são afiliados a universidades dos Estados Unidos, Malásia, Brasil, Jordânia e África do Sul.

Por fim, destaca-se que outros documentos que abordam o desperdício de alimentos em restaurantes universitários foram encontrados, porém não selecionados devido à divergência da área, foco do estudo, ou a indisponibilidade de acesso.

REFERÊNCIAS

AHMED, Yunis Ali et al. Social media for knowledge-sharing: A systematic literature review. Telematics and Informatics, 2018.

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Rome, 2012.

ALOOH, Allan Ochieng'. Quantifying food plate waste: case study of a university dining facility. Tese de Doutorado. Stellenbosch: Stellenbosch University, 2015.

BABICH, Ryan; SMITH, Sylvia. “Cradle to Grave”: An Analysis of Sustainable Food Systems in a University Setting. Journal of Culinary Science & Technology, v. 8, n. 4, p. 180-190, 2010.

BIRISCI, Esma; MCGARVEY, Ronald. Production and Leftovers Usage Policies to Minimize Food Waste under Uncertain and Correlated Demand. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering, v. 5, n. 3, 2018.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome, 2011.

FILIPPINI, Roberto. Operations management research: some reflections on evolution models and empirical studies in OM. International Journal of Operations and Production Management, v.17, n.7, p. 655-70, 1997.

GRAHAM-ROWE, Ella; JESSOP, Donna C.; SPARKS, Paul. Identifying motivations and barriers to minimising household food waste. Resources, conservation and recycling, v. 84, p. 15-23, 2014.

LENAHAN, Susan; KIRWAN, K. R. An analysis of food waste reduction and disposal alternatives in military installations in South Carolina. Tese de Doutorado. University of South Carolina, 2001.

LIPINSKI, Brian et al. Reducing food loss and waste. World Resources Institute, v. 22, 2013.

NIDHRA, Srinivas et al. Knowledge transfer challenges and mitigation strategies in global software development—A systematic literature review and industrial validation. International journal of information management, v. 33, n. 2, p. 333-355, 2013.

QUESTED, T. E. et al. Spaghetti soup: The complex world of food waste behaviours. Resources, Conservation and Recycling, v. 79, p. 43-51, 2013.

QUESTED, T; JOHNSON, H. Household food and drink waste in the UK: final report. Wastes & Resources Action Programme (WRAP); 2009.

RICARTE et al. Avaliação do desperdício de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição institucional em Fortaleza-CE. Saber científico, v.1, n.1, p.158-175, 2008.

SAMADI, Elnouaman; KASSOU, Ismail. The Relationship between IT and Supply Chain Performance: A Systematic Review and Future Research. American Journal of Industrial and Business Management, v. 6, n. 04, p. 480, 2016.

SARGEANT, Jan M. et al. A guide to conducting systematic reviews in agri-food public health. Public Health Agency of Canada, Guelph, Ontario, Canada, 2005.

SILVÉRIO, GA; OLTRAMARI, K. Food waste in Brazilian Units Food and Nutrition. Ambiência. v.10, n.1, 2004.

STANCU, Violeta; HAUGAARD, Pernille; LÄHTEENMÄKI, Liisa. Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. Appetite, v. 96, p. 7-17, 2016.

STEFAN, Violeta et al. Avoiding food waste by Romanian consumers: The importance of planning and shopping routines. Food Quality and Preference, v. 28, n. 1, p. 375-381, 2013.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. British journal of management, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TUCKER, Corrina A.; FARRELLY, Trisia. Household food waste: The implications of consumer choice in food from purchase to disposal. Local Environment, v. 21, n. 6, p. 682-706, 2016.

TFUE – TRIBUNAL DE CONTAS EUROPEU. Luta contra o desperdício alimentar: uma oportunidade para a EU melhorar a eficiência dos recursos na cadeia de abastecimento alimentar. Apresentado nos termos do artigo 287, nº4, segundo parágrafo do TFUE, 2016.

WILLIAMS, Peter; WALTON, Karen. Plate waste in hospitals and strategies for change. European e-journal of Clinical nutrition and metabolism, v. 6, n. 6, p.235-241, 2011.

Capítulo 22

MELHORIAS DE DESEMPENHO DOS PROCESSOS EM SERVIÇOS DE SAÚDE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN HEALTHCARE

Isabela Victória Soares Andriani (FCA/UNICAMP)

1. INTRUDUÇÃO

No final da Segunda Guerra Mundial, o Japão se encontrava num momento crítico para as suas indústrias e para a sua economia. Analisando a necessidade de recuperar a produção e a estabilidade econômica, diversos modelos surgiram com a intenção de atender esses requisitos e um deles foi o modelo Toyota de produção, que introduziu o Lean Manufacturing no mercado. O Lean Manufacturing busca otimizar processos produtivos através da eliminação de desperdícios, ou seja, o Lean busca a eliminação ou redução de atividades que consomem recursos e que não agregam valor para o cliente.

Womack, Jones (2003) definem o Lean como uma maneira de se fazer mais com menos, reduzindo esforços humanos, o tempo de lead time, desperdícios e espaço ocupado, ao mesmo tempo em que se fornece aos clientes exatamente o que eles querem com uma boa qualidade.

Outros países, vendo o sucesso do modelo implementado por Toyota, decidiram reproduzi-lo em suas indústrias, como os Estados Unidos que inicialmente aplicaram essa filosofia nas indústrias automobilísticas e, em seguida, em outros segmentos e serviços públicos, como o da saúde (HOLDEN, 2011).

Atualmente, dentro de um contexto mundial, as organizações de saúde estão sob grande pressão para se aperfeiçoarem, pois a população em geral está envelhecendo e, com isso, a demanda por serviços de saúde está aumentando. Entretanto, as condições financeiras para os sistemas de saúde não estão melhorando, pois os custos para a população estão ficando maiores, mas a qualidade dos serviços não acompanha esse aumento de custo (POKSINSKA, 2010; SOUZA, 2009).

Os desafios são as áreas do setor da saúde serem acessíveis, seguras, eficientes e efetivas em relação aos custos. Em busca de atender a esse desafio muitas organizações de saúde adotaram o Sistema Toyota de Produção como abordagem de melhoria de desempenho. Há uma necessidade de melhoria na prestação de serviço de cuidado com a saúde e o método lean pode ser um modo de alcançá-la.

Mais especificamente no Brasil, o subfinanciamento do setor da saúde e as crises vividas pelo país tornaram pior a situação da área da saúde. Dados mostram que no último trimestre de 2015 muitos Hospitais sofreram greve de servidores e escassez ou falta de material e medicamentos. Além disso, a falta de organização e planejamento, má distribuição do financiamento dentre os setores dos Hospitais e ausência de uma filosofia entre os funcionários que os recompense pelo sucesso e busque melhorar as falhas fazem com que o sistema se mostre deficitário (MEDICI, 2017).

Na década de 1950, a população brasileira contava 43,1% de adultos e 4,6% de idosos. Em 2010, as porcentagens eram de 55,9 e 11 para adultos e idosos respectivamente (SILVA,2014). A população brasileira está envelhecendo, o que causa uma maior demanda dos serviços de saúde tanto em termos de acessibilidade quanto de qualidade.

1.1 OBJETIVO

O objetivo primário desta pesquisa é avaliar o desempenho dos processos operacionais na prestação de serviços de saúde em hemodiálise, sobre uma determinada casa de saúde do interior do estado de São Paulo.

Os objetivos secundários são:

- Verificar a aplicação das ferramentas do *Lean Healthcare* em uma unidade interna da empresa objeto de estudo;
- Avaliar as melhorias obtidas na aplicação das ferramentas de *Lean* Healthcare.

A oportunidade se dá em função de observar a preocupação de uma casa de saúde localizada no interior do estado de São Paulo em melhorar seus processos de atendimento ao paciente durante a permanência dele na realização de hemodiálise.

Essa preocupação se faz presente em função da estratégia da empresa objeto de estudo em reduzir desperdícios e aumentar a produtividade na realização de serviços de saúde. A empresa acredita que seu arranjo físico pode ser melhorado, afetando diretamente os funcionários e pacientes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 LEAN THINKING

O Lean Thinking é uma filosofia criada a partir da análise do modelo Toyota de produção, cuja essência é eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira simples e prática, buscando a perfeição dos processos. Tal modelo introduziu a ideia de Lean Manufacturing no mercado. (ARAUJO, 2009; CALADO et al., 2014). Essa filosofia busca também criar valor para o cliente, reduzindo custos, sem deixar de se preocupar com a satisfação desse cliente.

Essa filosofia contém 5 princípios, cada um com um objetivo diferente, que busca guiar sua aplicação para gerar os resultados esperados. Esses princípios estão listados na Quadro 1.

Quadro 1 - Os 5 princípios da filosofia *Lean*

Princípio	Objetivo
Valor	Perceber o que é valor para o cliente.
Fluxo de Valor	Identificar quais etapas do processo agregam valor, eliminando etapas que não agregam, desde o momento em que o cliente faz o pedido, até que ele seja entregue.
Fluir	Manter o processo fluindo suavemente, através da eliminação das causas de atrasos como lotes e problemas de qualidade.
Puxar	Evitar empurrar trabalhos ou materiais para o próximo departamento. Permita que o trabalho e os fornecedores sejam puxados quando necessário.
Perfeição	Buscar a perfeição por meio da melhoria contínua.

Fonte: Adaptado de BUZZI; PLYTIUK, 2011.

A implementação do Lean Thinking em empresas pode trazer resultados como processos mais eficientes, redução de custos ao longo dos processos, aumento da qualidade dos processos, aumento da satisfação do cliente, produtos que efetivamente atinjam a necessidade do cliente, aumento da confiabilidade no processo e profissionais mais satisfeitos e organizados.

A partir dos avanços da filosofia Lean e das melhorias que a implementação dessa mostrava para as empresas, outros setores buscaram trazer esse pensamento para também gerar resultados mais promissores, dentre eles o setor da saúde, implementando assim o Lean Healthcare.

Existem 7 tipos de perdas que o Lean busca reduzir ou eliminar. São elas: movimento, transporte, espera, defeito, estoque, superprodução e processamento.

No Quadro 2 abaixo estão contidas as definições de casa desperdício e também exemplos de cada um nos Hospitais.

Quadro 2 - Desperdícios e exemplos em hospitais

Desperdício	Definição	Exemplo Hospitalar	Referência
Movimento	Deslocamento desnecessário de pessoas.	Funcionários de laboratório caminhando muito por dia devido a arranjo físico mal planejado.	(EUGENIO, 2017), (BUZZY, 2011)
Transporte	Movimentação desnecessária de materiais e máquinas.	Arranjo físico mal planejado (por exemplo: centros cirúrgicos afastados de unidades de apoio).	(BUZZY, 2011), (PICCHI, 2017)
Espera	Ocorre quando alguém ou algum equipamento que deveria estar produzindo está parado, ou seja, não está colaborando com a produção.	Demora no atendimento na entrada de pacientes, atrasos de entrega de resultados de exames e funcionários aguardando devido ao trabalho do nível anterior.	(EUGENIO, 2017), (PICCHI, 2017)
Defeito	Produção de produtos inadequados que são retrabalhados ou descartados posteriormente.	Realização inadequada de exames; ministração errada de medicamentos e encaminhamento equivocado de pacientes	(GRABAN, 2009)
Superprodução	Produzir em quantidade e/ou ritmo maior do que o necessário, utilizando recursos, gerando estoques e deslocamentos desnecessários.	Excesso de monitoramento de pacientes de pouca urgência e produção de papelada não utilizada.	(EUGENIO, 2017), (GRABAN, 2009)
Processamento	Ocorre quando ações que não têm necessidade de serem realizadas acontecem e que a eliminação das mesmas não faria falta no processo produtivo.	Testes e exames realizados desnecessariamente, funcionários conferirem medicamentos ou estoques que já foram conferidos anteriormente.	(BUZZY, 2011), (PICCHI, 2017)

2.2 GESTÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE

A gestão de processos envolve planejamento, acompanhamento da execução e melhorar continuamente para que cada vez o processo se torne mais eficaz

Dentre as técnicas utilizadas para o *lean* aplicado na área da saúde, destacam-se:

- 5S: o termo é proveniente de 5 palavras japonesas que podem ser traduzidas como senso de organização, senso de limpeza, senso de utilização, senso de normatização e senso de autodisciplina. Essa ferramenta atua principalmente na melhora da qualidade do processo, refletindo também melhorias para a produtividade e para o clima organizacional (PETENATE, 2018);
- A3: é um relatório feito em uma folha A3 em que os seguintes tópicos devem ser preenchidos: objetivos do negócio, condição inicial, condição alvo, implementação e indicadores (GRABAN, 2009);
- Diagrama de espaguete: ferramenta que busca entender os caminhos percorridos em um processo produtivo, para assim avaliar a eficácia do arranjo físico do ambiente (PETENATE, 2017);
- Mapeamento do fluxo de valor: é uma ferramenta que possibilita uma visão macro do processo produtivo, buscando identificar gargalos e atrasos nos processos. Ao longo do mapa é possível identificar estoques e tempo de processamento. Quando utilizado, são feitos dois mapas: um do estado atual e outro do estado futuro (GRABAN, 2009);

3. MÉTODO

3.1 NATUREZA E ABORDAGEM

O presente projeto se trata de um estudo de caso exploratório múltiplo, a ser desenvolvido em uma unidade de serviços de saúde na microrregião de Limeira. Para Zikmund (2000), os estudos exploratórios são utilizados para diagnosticar situações, buscar alternativas ou ter novas ideias.

Os projetos podem ter natureza básica ou aplicada. Os projetos de natureza básica têm como objetivo gerar novos conhecimentos para a Ciência, mas não tem aplicação prática em seu escopo, não envolvendo problemas específicos. Já os de natureza aplicada objetivam gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O

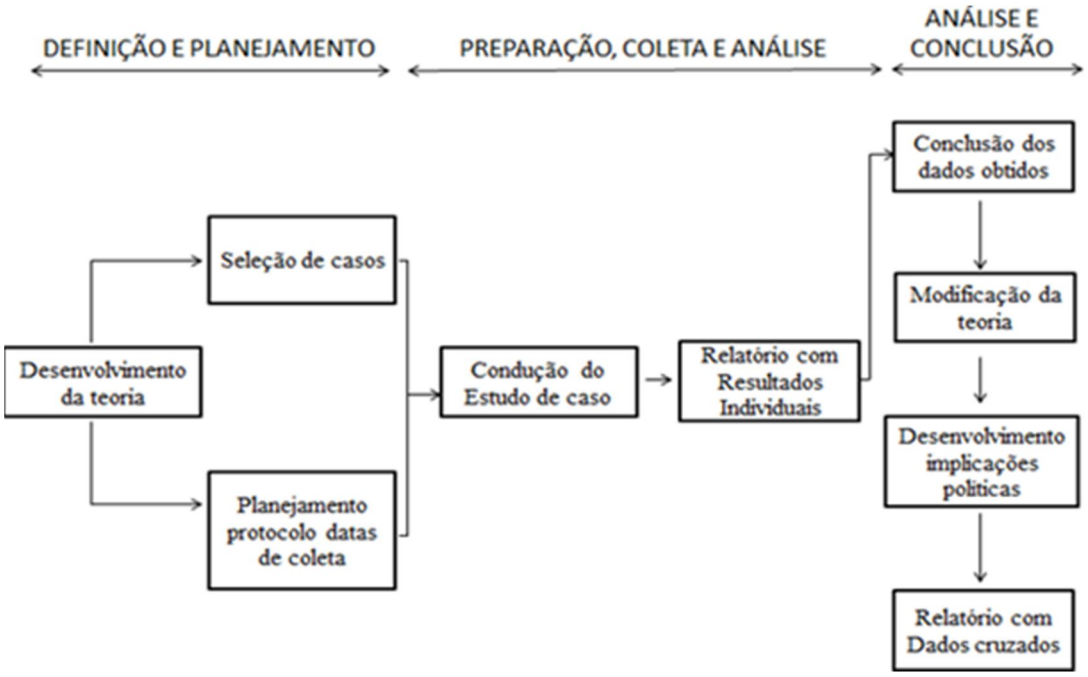
presente projeto tem natureza aplicada, buscando entender os problemas apresentados pelo setor específico da empresa objeto de estudo, propondo sugestões de melhorias, baseadas no estudo teórico do tema.

A abordagem pode ser dividida em qualitativa, quantitativa e qualitativa-quantitativa. A pesquisa qualitativa não tem como resultado grandezas mensuráveis, seu interesse está em compreender, justificar e saber como o fenômeno estudado ocorre. A abordagem quantitativa tem como resultado grandezas mensuráveis, recorrendo à matemática para analisar e justificar como um fenômeno ocorre ou como problemas podem ser resolvidos (OLIVEIRA, 2011). A abordagem é qualitativa-quantitativa, buscando entender a dinâmica de funcionamento do local e trazendo aspectos quantitativos quando necessário para justificar determinada alteração proposta no projeto.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia do estudo de caso segue o esquema proposto por Yin (2013) ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Metodologia



Fonte: Adaptado de YIN, 2013 pg 49.

Primeiramente, ocorre a etapa de pesquisas por referências bibliográficas que forneçam embasamento teórico para a realização da pesquisa, assim como a seleção do caso e da empresa objeto de estudo. Em seguida, ocorre o planejamento das datas de coleta de dados para o desenvolvimento do projeto. Os dados coletados servirão como base para a formulação do

mapeamento de fluxo de valor e identificação dos problemas e oportunidades de melhoria no setor escolhido para o estudo.

Com isso, a condução do estudo de caso e da aplicabilidade das ferramentas Lean Healthcare são iniciados. Após um período de estudos e análise de dados, o relatório com os resultados individuais é elaborado, contendo a conclusão dos resultados obtidos, as relações com a teoria e o desenvolvimento das implicações geradas pelo estudo.

Inicialmente, o tema deve ser bastante descritivo e explicar o problema a ser analisado (SOBEK; JIMMERSON, 2006). Na contextualização, é colocado o motivo pelo qual o projeto está sendo feito e quais os indicadores que devem ser melhorados. Na situação atual, todo o problema em questão é descrito, também são indicados quais dados ou fatos corroboram para afirmar que realmente há um problema. Na análise, é estudado o que causou a lacuna entre a situação atual e o que é desejado para o futuro, ou seja, entender os motivos que levaram determinada adversidade a ocorrer. No objetivo é colocado quais melhorias de desempenho se deseja alcançar. Em contramedidas, são propostas ações corretivas ou contramedidas para abordar o problema ou atingir o objetivo. Também é necessário justificar o motivo de ser aquela determinada proposta a escolhida. Na implementação são indicados quem será responsável por cada tarefa, quando cada uma será realizada e o que fazer para chegar no resultado proposto. Por fim, no campo de follow-up é criado um processo de revisão, acompanhamento e aprendizado, para garantir que o PDCA será aplicado corretamente e para saber que a meta foi atingida.

3.2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática da literatura consiste em analisar as informações obtidas de um compilado de referências bibliográficas, como artigos, manuais e livros, a fim de identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências que surgem acerca de um tema (GALVÃO; PEREIRA, 2014). Esta revisão auxilia, através do uso de estudos primários, o encontro de uma resposta para um questionamento feito em uma pesquisa.

Para seleção de artigos, com o uso das palavras-chave Lean Thinking, Lean Healthcare, Nefrology e Quality Improvement, na base de dados Science Direct foram separados 300 artigos revisados dentre os anos 2010 e 2018 para cada uma delas, com exceção de Nefrology para qual foram encontrados apenas 35 artigos. O período analisado, de 2010 a 2018, foi de amadurecimento e desenvolvimento do Lean Healthcare nos Estados Unidos e no Brasil. Os estudos dessa área nos Estados Unidos foram

intensificados do ano 2000 a 2009, enquanto no Brasil o início da aplicação se deu em 2007 (SARANTOPOULOS, 2018). Através do software VOSviewer foi feita uma análise da relação entre os 900 artigos e com o software Mendeley os artigos que se relacionavam foram separados para leitura. Existem poucos artigos se tratando de Lean Healthcare no setor da Hemodiálise, portanto essa pesquisa é uma oportunidade de ampliar conhecimentos nessa área.

Para continuar a análise de relação entre as palavras chave e validar a escolha feita, na base de dados Web Of Science foram selecionados 275 artigos de Lean Healthcare entre os anos de 2017, 2018 e 2019. A mesma metodologia descrita para a base de dados do Science Direct foi aplicada neste novo conjunto de artigo. Na busca pela palavra Nefrology, foram encontrados apenas 9 artigos com essa palavra chave, então como alternativa foram separados artigos de 2017 à 2019 com a palavra chave Hemodialysis.

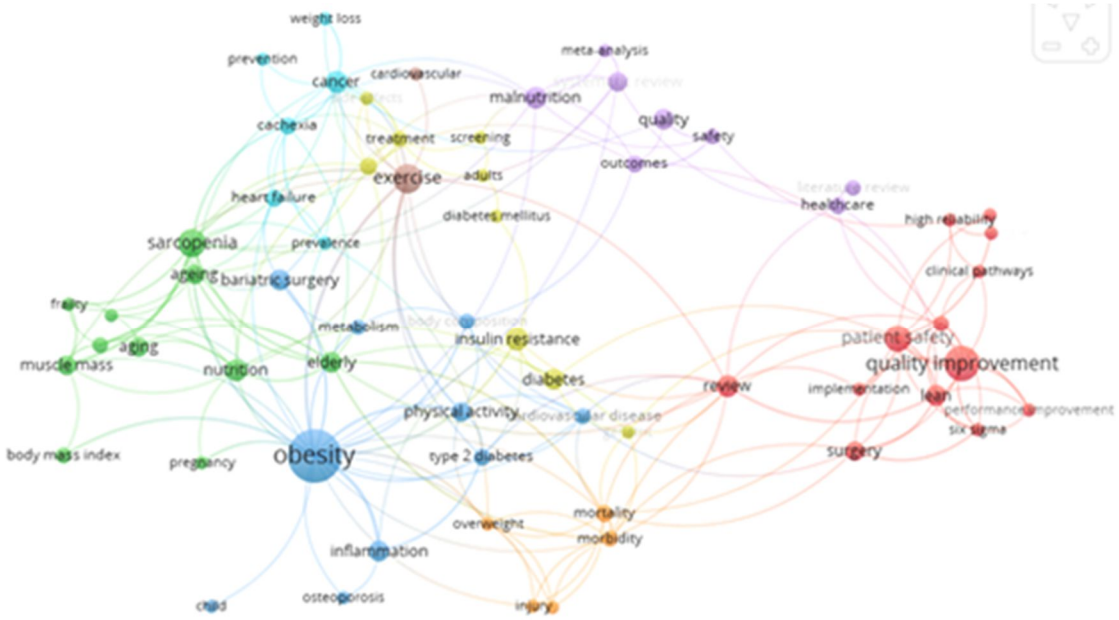
Ao correlacionar palavras, uma delas pode possuir influência maior em uma e menor na outra, ou seja, enquanto uma variação na variável X pode impactar a variável Y de maneira muito significante, a variável Z pode não ser tão impactada. O coeficiente de correlação de Pearson é responsável por medir o grau de relação entre duas variáveis, podendo esta ser fraca (0,1 a 0,3), média (0,4 a 0,6) ou forte (0,7 a 1) (PEIXOTO et al., 2015). A análise do software VOSViewer fornece esse coeficiente quando apresenta as palavras que irão aparecer no mapa de relações. Para que a análise ficasse mais clara, apenas palavras com coeficientes acima de 0,6, ou seja de relação muito próxima da forte e a forte foram selecionadas para aparecerem no mapa.

4.DESENVOLVIMETO E RESULTADOS

4.1 DESENVOLVIMETO

No desenvolvimento deste trabalho, aplicando a análise das palavras-chave, para encontrar a relação entre os termos foram escolhidas palavras que apareciam pelo menos 3 vezes nos artigos selecionados.

Figura 2 - Relação entre os artigos com palavra-chave *Lean Healthcare*



Analisando a figura 2, pode-se perceber que as palavras com maior destaque, dado pelo tamanho dos círculos, são obesity (obesidade) e quality improvement (melhoria da qualidade). Além disso, outros destaques estão em exercise (exercitar-se) e nutrition (nutrição).

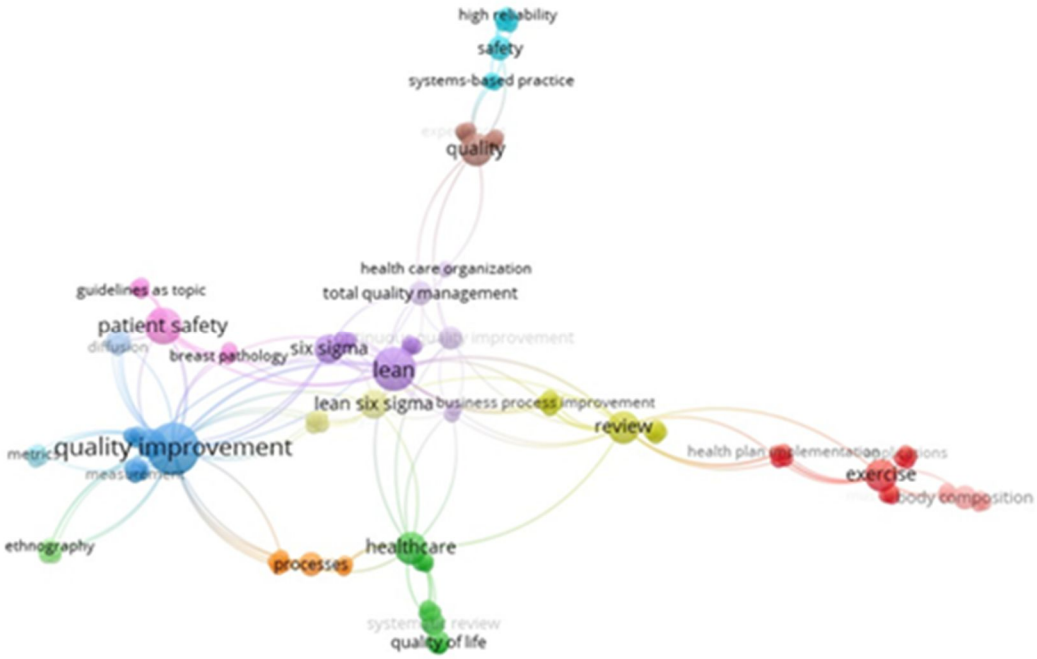
Para entender os motivos das principais ocorrências de palavras-chave serem as citadas acima, com o software VOSViewer foi feita a relação entre os autores citados nos artigos de Lean Healthcare. Foram selecionados artigos com número ilimitado de referências bibliográficas e autores que escreveram pelo menos 2 artigos. Os dados foram compilados no quadro abaixo, que também contém a abordagem de cada autor.

Quadro 3 - Relação de autores e especialidades individuais

Autor	Especialidade
Matthew Zygmont	Radiologia
Linda Probyn	Radiologia Forense, com foco em estudo de imagem do corpo humano
Jason Itri	Radiologia, qualidade e segurança do paciente, mensuração de resultados
Andrew Rosenkrantz	Radiologia e Urologia, com estudos de diagnósticos feitos por análise de imagem
Justin Kung	Vendas, gerenciamento e desenvolvimento de negócios, melhoria de processos
Phuong- Anh T. Duong	Radiologia
Elena Scali	Aprendizagem através dos processos, políticas de saúde que influenciam a população
Nadja Kadom	Radiologia, qualidade, neurologia
Ronald Winokur	Radiologia, cuidados clínicos, melhoria da qualidade
Mishal Mendiratta-Lala	Radiologia
Eric Bakow	Seis sigma aplicado ao Healthcare, melhoria

Analisando o Quadro 3, pode-se afirmar que existem muitos estudos de melhoria da qualidade dentro da Radiologia. A grande maioria dos autores está envolvida nessa área da saúde e a quantidade em que todos eles são citados no texto é uniforme.

Figura 4 - Relação entre os artigos com palavras chave *Lean Healthcare* e *Nefrology*



Analisando a figura, novamente é possível perceber o destaque para quality improvement, para lean e palavras que se relacionam principalmente ao lean healthcare. Não há destaque específicos relacionados a nefrologia, que poderiam ser palavras como rins, disfunção renal e hemodiálise. Isso significa que dentro do universo do Lean Healthcare, pouco se estuda sobre sua aplicabilidade no setor da Nefrologia.

Para entender os motivos das principais ocorrências de palavras-chave serem as citadas acima, com o software VOSViewer novamente foi feita a relação entre os autores citados nos artigos de Nefrologia. Os dados foram compilados no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Relação de autores e especialidades individuais

Autor	Especialidade
Javier Altclas	Doenças infecciosas
Maria-Jesus Pinazo	Doenças infecciosas e doença de Chagas
Adelina Riarte	Doença de Chagas
Nicolás Manito	Transplante de coração
Federico Oppenheimer	Transplante renal
Piedade Ussetti	Doenças pulmonares e transplante de pulmão
Joaquim Gascon	Doenças infecciosas e doença de Chagas
Sabino Puente	Doenças infecciosas, dengue, virus chikungunya
Diego Torrus Tendero	Doenças tropicais e parasitologia
Asuncion Moreno Camacho	Transplante de medula óssea
Joaquin Salas Coronas	Doenças infecciosas, doenças tropicais
Faustino Torrico	Doenças infecciosas
Elias Canas Garcia-Otero	Doenças tropicais e cirurgias necessárias decorrentes das doenças
Eros Antonio de Almeida	Doença de Chagas, infarto, aterosclerose

Nenhum dos autores do Quadro 4, durante a pesquisa, foi colocado como referência especificamente em Nefrologia, apenas em transplante de rins. A maioria das referências vem de doenças infecciosas e de transplantes. Dessa forma, é possível reafirmar que há poucas pesquisas sendo feitas que relacionam diretamente Lean Healthcare e Nefrologia.

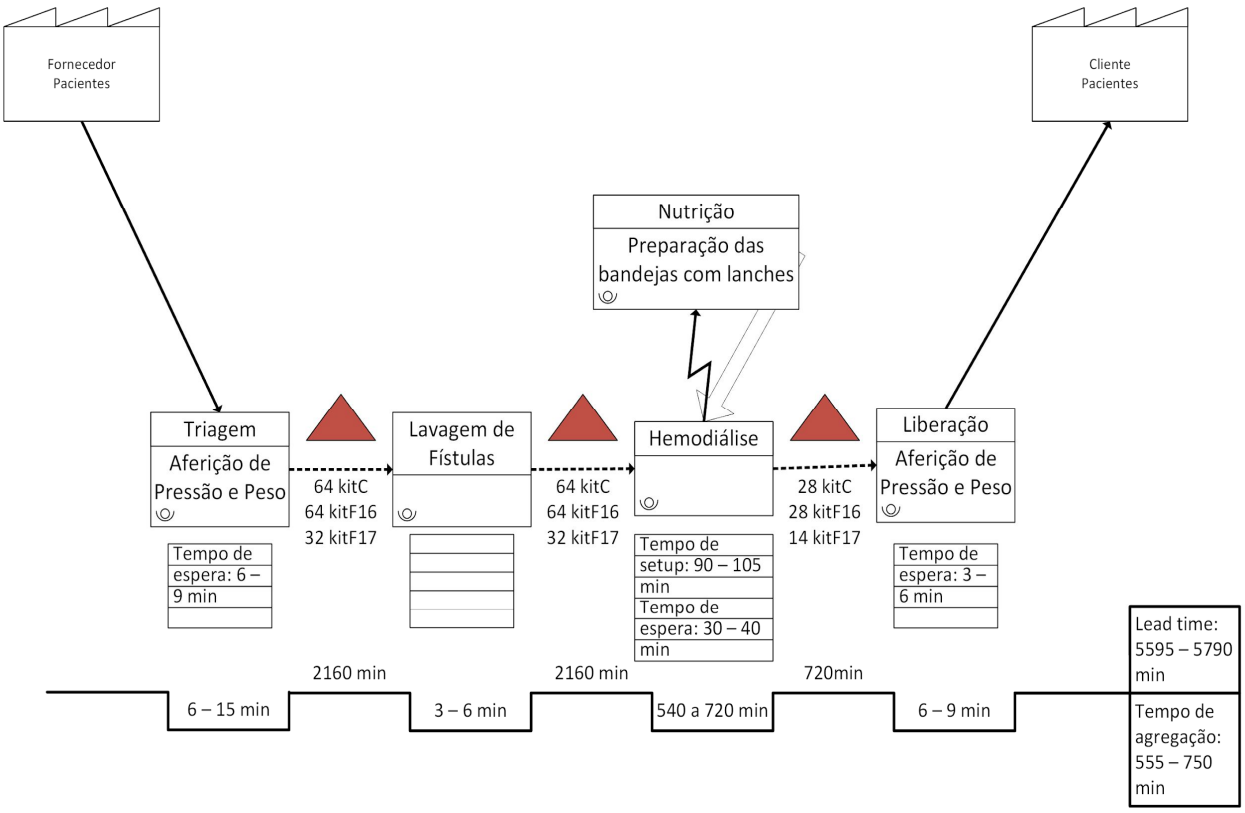
4.2RESULTADOS

4.2.1CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O estoque e o local em que este é necessário são muito distantes, o que faz com que os funcionários percorram grandes distâncias ao longo do dia. Além disso, os funcionários se dirigem para o estoque conforme os pacientes chegam em busca do material correto, sem ter um controle prévio de quais materiais serão usados naquele turno. Por falta de recursos, existem tempos de espera que poderiam ser eliminados e tornariam melhor o processo para os pacientes, que são em maioria idosos.

Com base nos dados coletados durante as visitas à empresa objeto de estudo, foi elaborado um mapeamento de fluxo de valor, ilustrado na Figura 3, que foi usado como base para buscar oportunidades de melhoria.

Figura 3 - Mapeamento do fluxo de valor do setor de Hemodiálise da empresa objeto de estudo



Cada vez que um funcionário precisa ir até o estoque e voltar são cerca de 25 metros percorridos. Um paciente idoso que consegue andar sem auxílio de muleta, cadeira de rodas ou maca, chega a percorrer mais de 50 metros pelo local desde o momento em que entra até a sua saída. Para ilustrar o fluxo de pacientes no setor, foram elaborados diagramas de espaguete, apresentados nas figuras 4, 5 e 6:

Figura 4 - Fluxo de pacientes na triagem

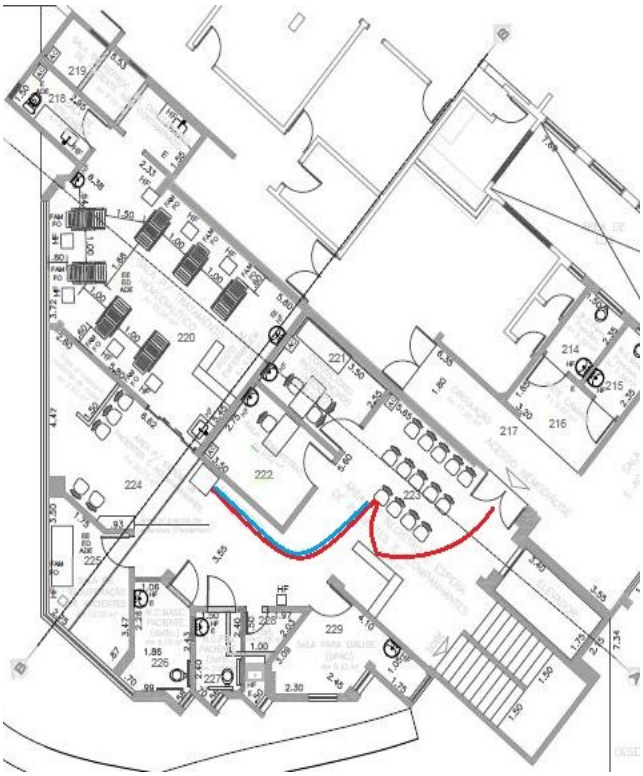
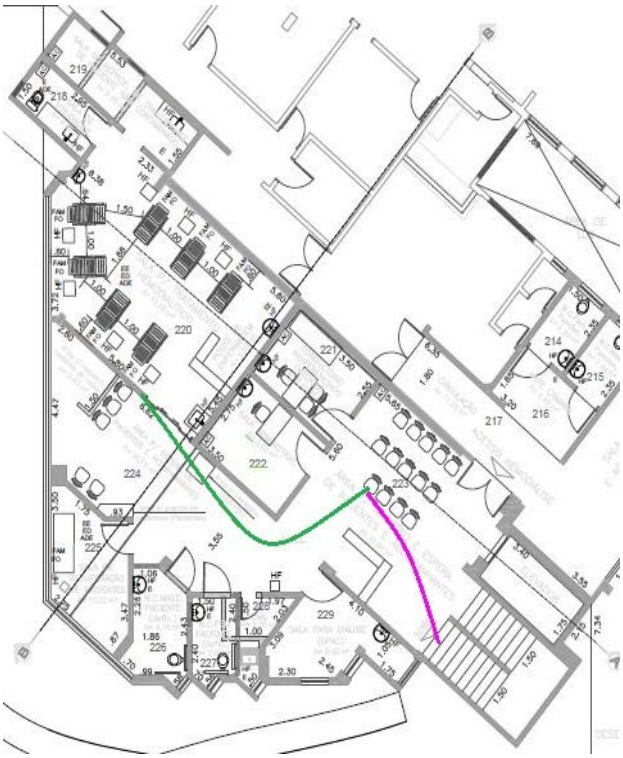
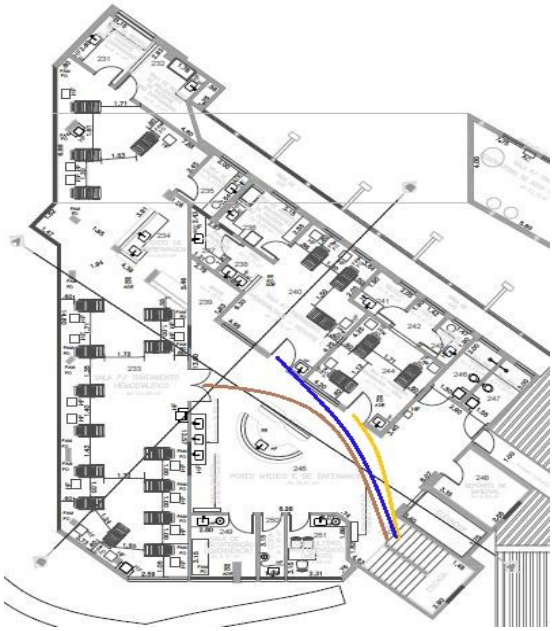


Figura 5 - Fluxo de pacientes pós triagem



Na figura 4, o fluxo em vermelho representa a entrada, retirada de senha, espera e pesagem, e o fluxo azul a volta do paciente para a espera. Na figura 5, o fluxo verde representa os pacientes que dialisam no primeiro andar e o rosa aqueles que devem se dirigir ao segundo andar.

Figura 6 - Fluxo de pacientes fazem a diálise no segundo andar



Na figura 6, o fluxo em amarelo representa os pacientes com hepatite B, em azul os pacientes com hepatite C e em marrom os demais pacientes que dialisam na sala principal.

O arranjo físico atual da área Hemodiálise da empresa objeto de estudo foi analisado, assim como a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC), número 11 - capítulo 2, seção 3, capítulo 17, que define quais instalações devem estar presentes no setor. Segundo a RDC mencionada, obrigatoriamente é necessário:

Quadro 5: Infraestrutura obrigatória no setor de Hemodiálise segundo a RDC n°11

Requisitos de Infraestrutura da RDC n°11		
I – consultório	VII – sala de utilidades	XIII – área de maca e cadeira de rodas
II – área para prescrição médica	VIII – sanitários para pacientes (masculino, feminino e adaptado)	XIV – sala para hemodiálise com área para lavagem de fístulas
III – posto de enfermagem	IX – sanitários para funcionários (masculino, feminino)	XV – sala para hemodiálise de pacientes com sorologia positiva para hepatite B com área para lavagem de fístulas
IV – sala de recuperação e atendimento de emergência	X – depósito de material de limpeza	XVI – sala para processamento dos dialisadores
V – área para guarda dos pertences dos pacientes	XI – depósito de material (almoxarifado)	XVII – área específica para o armazenamento dos recipientes de acondicionamento do dialisador
VI – área de registro (arquivo) e espera de pacientes e acompanhantes	XII – área para guarda dos pertences dos funcionários	XVIII – sala do STDAH

Os itens enumerados estão dispostos no arranjo físico atual segundo as Figuras 7 e 8:

Figura 7 - RDC n°11 aplicada para o primeiro andar

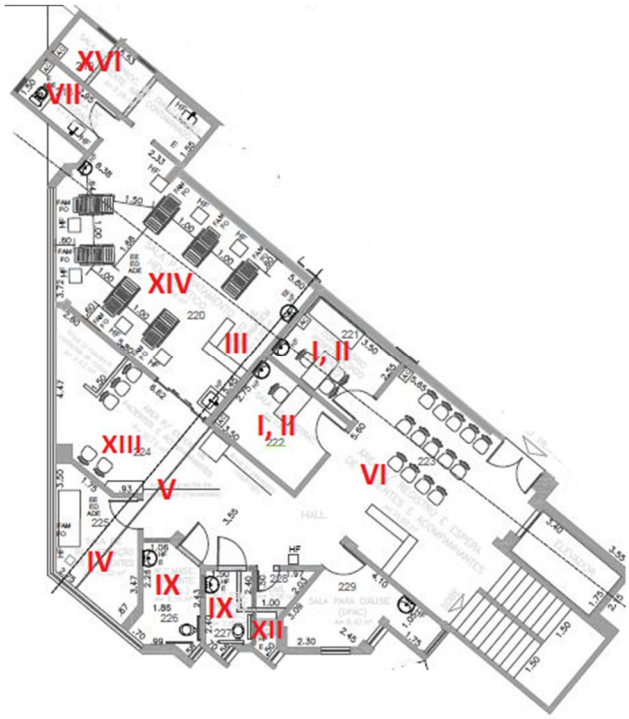
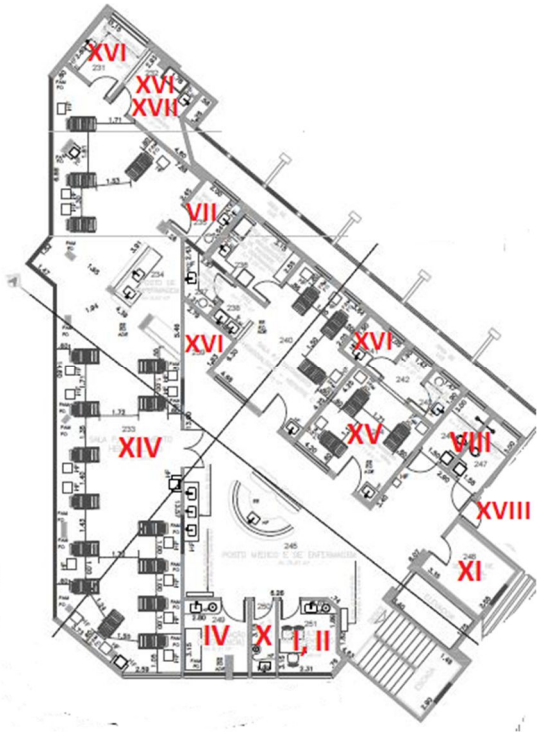


Figura 8 - RDC n°11 aplicada para o segundo andar



O arranjo físico proposto se baseia na necessidade apresentada pela empresa objeto de estudo de que os funcionários se desloquem menos, de que toda a área em que o processo de hemodiálise em si ocorre deve estar no segundo andar e de que o espaço para que os acompanhantes aguardem seja maior. A proposta está nas Figuras 9 e 11, com as respectivas correspondências da norma RDC n°11 nas Figuras 10 e 12:

Figura 9 - Proposta de primeiro andar

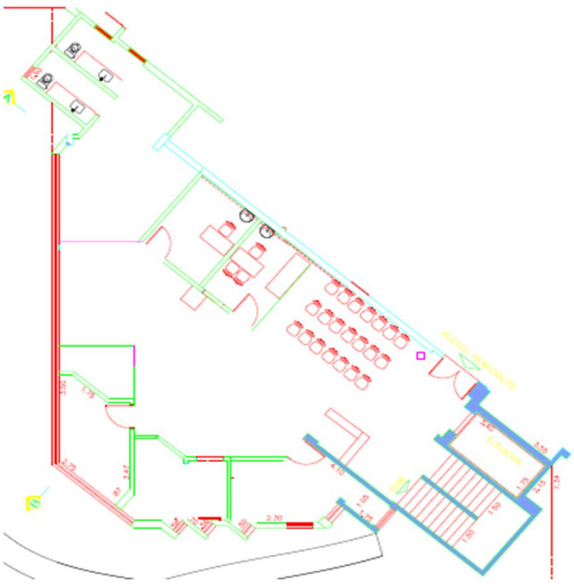


Figura 10 - Infraestrutura segundo a RDC n°11

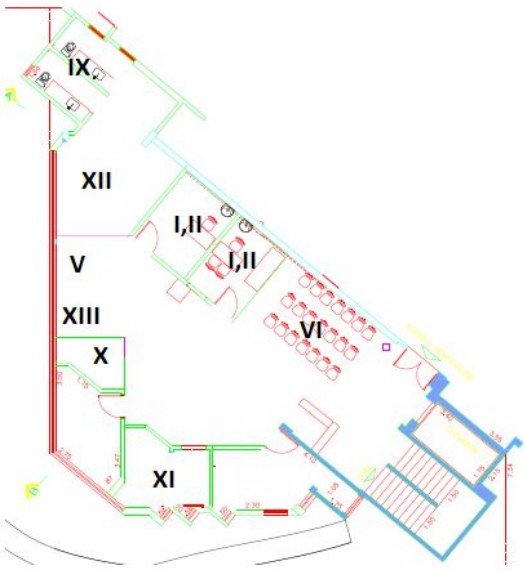


Figura 11 - Proposta de segundo andar

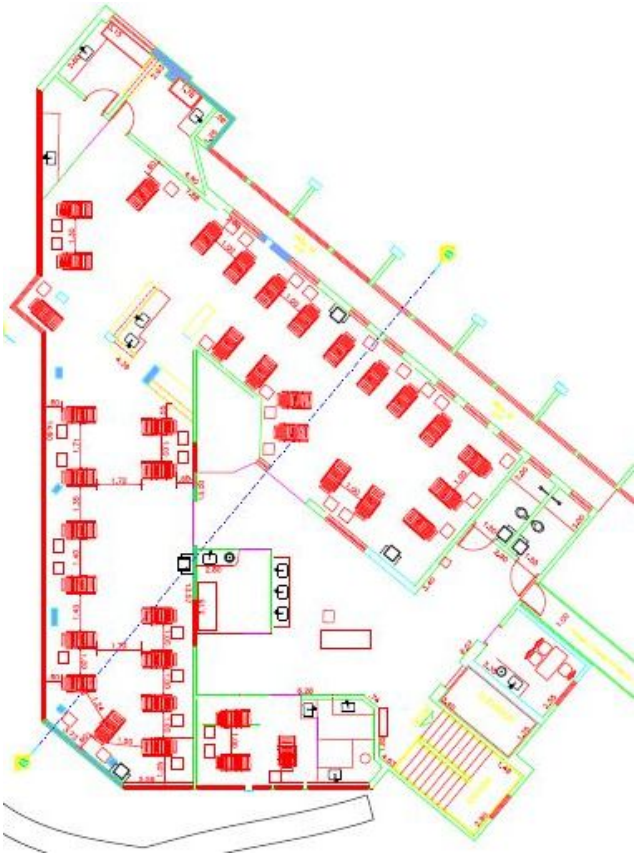
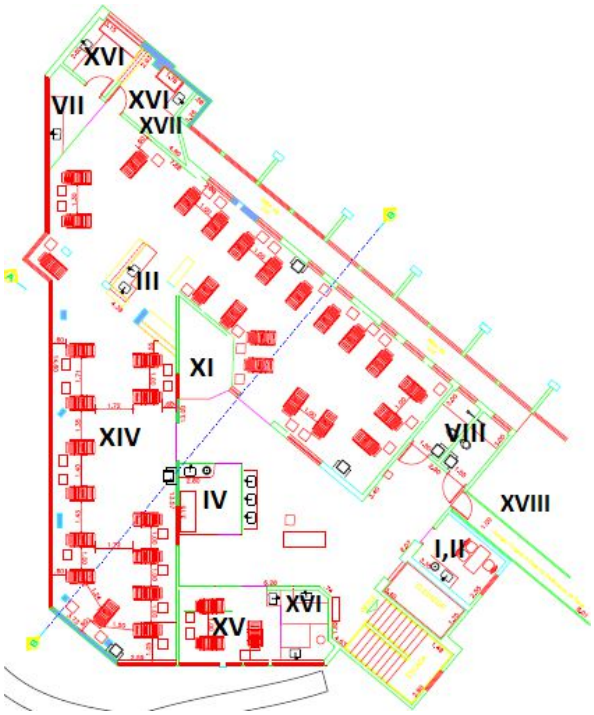


Figura 12 - Infraestrutura segundo a RDC n°11



Na figura 9, a proposta de arranjo físico tenta atender a necessidade da empresa estudada de um espaço para estocar as soluções utilizadas no processo de hemodiálise, representado por XI na figura 10. Além disso, 7 cadeiras a mais foram colocadas na sala de espera para os acompanhantes dos pacientes. O processo de triagem inicial ainda fica no primeiro andar porque não há espaço suficiente para instalar uma sala de espera no segundo, já que de acordo com a RDC n°50 de 2002, corredores não podem ser utilizados como áreas de espera e o espaço restante além dos corredores não é suficiente para suprir a demanda do local.

Na figura 11, a proposta de arranjo físico do segundo andar conta com toda a realização da hemodiálise em si. Além disso, houve um acréscimo de 5 dialisadores e cadeiras disponíveis, pois foi uma demanda apresentada pela empresa estudada. Para melhor aproveitamento do espaço, a mesa central deste andar foi retirada porque não era utilizada, então o espaço para a triagem final e as pias para lavagem de fístulas foram colocadas em seu lugar. Além disso, o estoque foi movido para o espaço em que ficavam as máquinas que precisam de conserto, pois há uma janela que se comunica com a sala principal de diálise, então um funcionário poderia disponibilizar materiais para esta e demais salas

sem percorrer uma grande distância. Todas as portas, exceto as do banheiro, foram substituídas por portas de correr, que não ocupam espaço disponível como as convencionais.

Para avaliar se o objetivo de reduzir o deslocamento de pacientes e funcionários realmente foi atingido, uma comparação das medidas do arranjo físico atual e do proposto foi feita com o auxílio do software AutoCAD. Para garantir que os dados fornecidos pela Santa Casa do arranjo físico atual estão corretos, algumas medidas do setor foram feitas com uma fita métrica e depois comparadas com o arquivo disponibilizado. Os resultados obtidos estão compilados no quadro 6:

Quadro 6: Comparação das distâncias percorridas no modelo atual e no proposto, em metros

Distâncias	Arranjo físico atual	Arranjo físico proposto
Da entrada até a retirada da senha	4,88	1,3
Do assento até a pesagem	6,82	4,86
Da escada até a sala de hepatite B	6	6,96
Da escada até o salão principal	12,74	12,74 - porta 1 e 10,25 - porta 2
Da sala de hepatite B até a emergência	7	2,47
Da sala principal até a emergência	7,82	2,5 - porta 1 e 2,8 - porta 2
Da sala principal até o estoque	12,5	0
Da sala de hepatite B até o estoque	6	7,9

Como é possível perceber pela análise do Quadro 6, todas as distâncias foram reduzidas, com exceção de uma, que é da escada até a sala de pacientes que possuem hepatite B, que aumentou 96 centímetros.

Existem ainda tempos de espera que poderiam ser reduzidos se houvesse mais recursos disponíveis tanto na triagem quanto na liberação, como mais de uma balança para pesagem de pacientes no local. A organização do estoque poderia facilitar a procura dos funcionários por itens específicos, assim como potencialmente pode fazer com que o controle de estoque seja mais fácil de ser aplicado de maneira satisfatória.

4.3 DISCUSSÃO

Analisando a Figura 3, percebe-se que o processo mais demorado é aquele que agrega mais valor ao cliente, que é a execução da hemodiálise em si. Os tempos de espera para a realização de cada processo são vistos como oportunidade de melhoria, já que a triagem inicial é feita no primeiro andar e só conta com 1 balança e 1 funcionário para anotar o peso e a pressão iniciais.

Além disso, faz parte do tempo de espera para a realização da hemodiálise o tempo em que os funcionários demoram para pegar o kit de cada paciente. Como não há um controle prévio de quais pacientes realizam o processo por fístula e quais realizam o processo por cateter, os funcionários precisam esperar que o paciente chegue ao local para buscar os kits de hemodiálise de cada um. Ou seja, os funcionários se deslocam para a sala de estoque de 25 a 30 vezes por turno (75 a 90 vezes por dia) apenas no processo de hemodiálise.

Como melhoria sugerida, foi aplicado o uso de um carrinho para transporte dos kits para os pacientes. O responsável pelo setor coletou ao longo da semana qual o tipo de kit que cada paciente especificamente utiliza na hemodiálise. Dessa forma, há uma demanda esperada nos dias da semana da quantidade de estoque que será utilizada, então já no momento em que a sala do procedimento começa a ser limpa, um dos funcionários é responsável por pegar a demanda do turno no estoque e separar no carrinho. Com o início da implementação dessa mudança, o tempo de espera foi reduzido em média 7 minutos. Ou seja, houve uma redução de cerca de 20% no tempo medido anteriormente.

Foi informado pelo diretor do local que o software usado pelo Hospital não fornece o estoque correto do que está no setor da Hemodiálise e não conta com kits, apenas com o que os compõem individualmente. Dessa forma, o setor não conta com um bom controle de estoque e os pedidos são feitos conforme uma estimativa da demanda, o que pode gerar um excesso ou falta de estoques intermediários que são necessários para o processo. Com esse início de coleta de dados dos pacientes, o estoque pode começar a ser controlado fora do software do Hospital. Após a aplicação das técnicas Lean Healthcare, os funcionários não precisam se deslocar muitas vezes até o estoque durante a hemodiálise desde que o procedimento ocorra normalmente. Além disso, ergonomicamente o uso do carrinho também foi uma melhoria no sentido de que não há mais necessidade de carregar peso ao longo da distância entre a sala de diálise e o estoque.

Como as medidas tomadas foram retiradas pouco tempo após a implementação, ainda é esperado que o tempo de redução da espera seja maior conforme os funcionários do local se adequam a rotina

de buscar quais os tipos de material que deverão ser utilizados previamente ao início do respectivo turno.

5. ANÁLISE DO CRONOGRAMA

O cronograma proposto para o projeto está na figura 13 abaixo.

Figura 13 - Cronograma

Descrição das Atividades	2018 AGO	2018 SET	2018 OUT	2018 NOV	2018 DEZ	2019 JAN	2019 FEV	2019 MAR	2019 ABR	2019 MAI	2019 JUN	2019 JUL	2019 AGO	2019 SET	2019 OUT
Levantamento Bibliográfico															
Definição das empresas objeto de estudo															
Coleta de Dados															
Identificação dos problemas															
Acompanhamento do processo Lean															
Análise dos dados															
Redação do Relatório															
Envio do relatório parcial de atividades															
Interpretação dos resultados															
Aprimoramento do relatório															
Inscrição no XXVII Congresso de IC															
Envio do relatório final de atividades															
XVII Congresso de IC - UNICAMP															

O levantamento bibliográfico, a definição da empresa objeto de estudo e a coleta de dados foram feitas dentro do tempo previsto na figura 13. A identificação dos problemas foi uma etapa atrasada, que foi finalizada no início de março. As demais etapas do projeto de pesquisa, mesmo com o atraso da etapa anterior foram realizadas dentro do período proposto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi atingido de maneira satisfatória, pois o desempenho dos processos operacionais na prestação de serviços de saúde, especificamente do setor da hemodiálise, de um Hospital da região de Limeira foi estudado e avaliado. Além disso, a aplicabilidade das ferramentas Lean Healthcare também foi discutida ao longo do desenvolvimento deste relatório e a aplicação sugerida demonstrou ser uma melhoria, já que efetivamente houve redução do tempo de espera do processo de diálise.

Dessa forma, o problema de pesquisa foi solucionado, já que as oportunidades de melhoria foram avaliadas de acordo com os dados coletados ao longo do desenvolvimento do estudo, assim como as ferramentas que devem auxiliar na extinção ou redução dos problemas.

A justificativa da pesquisa foi validada, considerando que houve melhorias mensuráveis no processo de atendimento ao paciente e também que os funcionários agora tem mais tempo disponível para realização de outras tarefas precedentes à diálise ao invés de usar esse tempo percorrendo grandes distâncias em busca dos kits.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Este artigo foi aprovado no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) 2019 e fará parte do evento PIBIC/UNICAMP a ser realizado no segundo semestre de 2019.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA.AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 11, de 13 de março de 2014. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 16 fev. 2019.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 18 fev. 2019.

ARAUJO, Miguel Montenegro Aguiar de. Lean nos Serviços de Saúde. 2009. 75 f. Dissertação - Curso de Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

BUZZI, Deize; PLYTIUK, Crislayne França. Pensamento enxuto e sistemas de saúde: um estudo da aplicabilidade de conceitos e ferramentas lean em contexto hospitalar. Qualidade Emergente, Fortaleza, v. 2, n. 2, p.18-38, 2011.

EUGÊNIO, André. LEAN HEALTHCARE: GUIA DA GESTÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE. 2017. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/lean-healthcare-guia-da-gest%C3%A3o-de-processos-na-%C3%A1rea-sa%C3%BAde-eug%C3%AAnio-1>. Acesso em: 16 ago. 2018.

GALVÃO, Taís Freire ; PEREIRA, Mauricio Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, p. 183-184, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ress/v23n1/2237-9622-ress-23-01-00183.pdf. Acesso em: 1 abr. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de Pesquisa. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.

GRABAN, M.. Lean Hospitals: Improving Quality, Patient safety, and Employee satisfaction. New York: Taylor & Francis Group, 2009.

JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M. Administração Contemporânea. 4ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

MÉDICI, André. Portal Hospitais Brasil. A crise e o setor saúde no Brasil. 2017. Disponível em: <http://portalhospitaisbrasil.com.br/artigo-a-crise-e-o-setor-saude-no-brasil/>

OLIVEIRA, Prof Maxwell Ferreira de. METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração. 2011. Disponível em: <https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_Prof_Maxwell.pd>. Acesso em: 24 set. 2018.

PEIXOTO, Adriano de Lemos Alves et al. Manual de elaboração de procedimentos operacionais e instruções de trabalho da Universidade Federal da Bahia. Salvador: SUPAD, 2015.Disponível em: http://www.supad.ufba.br/sites/supad.ufba.br/files/manualsupaditspos.pdf. Acesso em: 1 abr. 2019.

PICCHI, FlÁvio Augusto. Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter. 2017. Disponível em: <https://www.lean.org.br/colunas/529/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>. Acesso em: 13 ago. 2018.

SARANTOPOULOS, et al. O que é esse tal de Lean Healthcare? Campinas: Editora Pedro João, 2017.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Programa 5s nas empresas, conceito, implantação e auditoria. 2012. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/programa-5s-empresas-conceito-implantacao-auditoria/>. Acesso em: 25 set. 2018.

SOBEK, Durward K. ; JIMMERSON, Cindy. Relatório A3: ferramenta para melhorias de processos. Lean Institute Brasil, [S. l.], 30 nov. 2006. Disponível em: https://www.lean.org.br/artigos/90/relatorio-a3-ferramenta-para-melhorias-de-processos.aspx. Acesso em: 16 mar. 2019.

YIN, R.K. Case Study Reasearch Design and Methods. 2° Edition. London: SAGE Publications, 2013.

ZIKMUND, W. G. Business research methods. 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.

Capítulo 23

A UTILIZAÇÃO DA TEORIA DOS VALORES EXTREMOS NA ÁREA FINANCEIRA: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA ESTRATÉGIAS LONG-SHORT NO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO

Daiane de Souza Oliveira (UFF- daiane.dso@gmail.com)
Marco Aurélio dos Santos Sanfins (UFF - marcosanfins@id.uff.br)
Daiane Rodrigues dos Santos (UCAM- daianesantoseco@gmail.com)

Resumo: Muitos investidores têm optado por fundos classificados como hedge funds objetivando potencializar seus desempenhos com a utilização de estratégias de arbitragem, como é o caso das estratégias long-short. No presente artigo a Teoria dos Valores Extremos (TVE) foi utilizada para modelar séries de preços de ativos negociados na bolsa de valores de São Paulo. Para modelar o spread utilizamos as séries de preços das ações do banco Itaú Unibanco Holding S.A. (ITUB4.SA) e do Banco ABC Brasil S.A. (ABCB4.SA) - ativos base para a aplicação da estratégia pair trading. A estratégia long-short foi construída sobre o spread, considerando os quantis resultantes da modelagem deste, para obter limites distintos para montar e desmontar as operações efetuadas. Uma vez que a estratégia long-short foi montada, para os diferentes tipos de limites, o retorno acumulado foi calculado com o intuito de identificar a melhor abordagem para gerar um grau estável de rentabilidade. Os resultados obtidos foram satisfatórios.

Palavras-chaves: Finanças, estratégias long-short, teoria de valores extremos, bolsa de valores.

1. INTRODUÇÃO

A teoria dos valores extremos (TVE) é considerada um ramo probabilístico de suporte à estatística que lida com uma melhor forma de quantificar as probabilidades de ocorrência de eventos infrequentes (raros), ou até mesmo nunca observados. Os fundamentos da teoria de valores extremos foram inicialmente expostos por Fisher e Tippett (1928), que introduziram os três tipos possíveis de distribuições assintóticas dos valores extremos, conhecidas como Gumbel, Fréchet e Weibull. No entanto, o primeiro a estudar e formalizar a aplicação estatística das distribuições supracitadas foi Gumbel (1954), cuja metodologia tem sido amplamente aplicada. Outras contribuições importantes para o estudo de valores extremos foram dadas por Gnedenko (1943), que mostrou as condições necessárias para a existência das distribuições assintóticas dos valores extremos.

Uma abordagem voltada para a aplicação da teoria dos valores extremos está diretamente ligada às estratégias de long-short. Dentre os fundos que utilizam a estratégia long-short destacam-se os hedge funds, que devido a performance, tiveram grande repercussão no mercado financeiro. A estratégia de long-short compreende a manutenção simultânea de ações e seus derivativos – compradas e vendidas – na qual o investidor mantém uma posição vendida em uma ação (ou em seus derivativos) e comprada em outra, sempre com intuito de obter um residual financeiro da operação quando liquidá-la.

2. HEDGE FUNDS

Não existe uma definição única para os hedge funds, no entanto, Anson (2006) apresenta uma definição ampla para esta denominação, que conceitua os hedge funds como veículos de investimentos privados para gerenciar carteiras concentradas de títulos públicos e privados, e seus respectivos instrumentos derivativos, que podem possuir posições tanto compradas quanto vendidas e podem se utilizar de alavancagem.

Os hedge funds surgiram em 1949 e foram criados por Alfred W. Jones, a ideia central de Jones, de acordo com Connor e Woo (2004), estava diretamente ligada a estratégia de fazer operações para proteger outras operações contratadas, e assim prover proteção para a carteira contra riscos de mercado. Esses fundos eram baseados na compra de ações subavaliadas e na venda a descoberto de ações sobre avaliadas, com a finalidade de proteger a carteira contra oscilações negativas do mercado, ou seja, reduzir o risco da carteira de ações através de posições vendidas em outras ações, e foi devido a essa estratégia que Jones reduziu significativamente a sua exposição ao mercado acionário.

Embora não exista na legislação brasileira os hedge funds, existem fundos que por vezes atuam como hedge funds, estes são denominados de Fundos Multimercados. De acordo com Ferreira (2017), considerando a regulação ainda vigente (Instrução CVM no 409/2004), a Anbima (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais) calcula um índice de hedge fund no Brasil – IHFA, que engloba sete dos dez tipos de fundos multimercados. Segundo estimativa desta associação, o patrimônio líquido destes fundos era em janeiro de 2015 equivalente a 2,7% do total do setor.

3. ESTRATÉGIAS DE LONG-SHORT

De forma geral, a estratégia de long-short consiste em uma operação simultânea, onde o investidor mantém uma posição comprada em uma ação (long) e vendida em outra (short) com o intuito de obter, ao final da operação, retornos positivos. De acordo com Dutra (2016), uma estratégia long-short combina duas operações, a compra e venda simultânea de pares de ações com o objetivo de auferir ganhos a partir das variações relativas das cotações do par. Os investidores que fazem uso dessa estratégia planejam eliminar ou reduzir a exposição dos seus investimentos aos denominados “riscos sistêmicos”, que afetam a economia como um todo, pois referem-se ao risco de colapso de todo um sistema financeiro ou mercado, causando assim, forte impacto sobre as taxas de juros, câmbios e aos preços dos ativos, dentre outras variáveis. Para Caldeira e Portugal (2010), na maioria das vezes as estratégias de long-short buscam obter retorno sem exposição direcional ao mercado, por isso são chamadas de estratégias neutras ao mercado.

3.1 ESTRATÉGIA PAIR TRADING

De acordo com Gatev, Goetzmann e Rouwenhorst (2006), a estratégia conhecida como *pair trading* foi formulada por volta dos anos 1980, por um investidor de *wall street* denominado Nunzio Tartaglia que, segundo De freitas (2007) tinha como principal objetivo criar uma técnica baseada em métodos estatísticos que fosse capaz de identificar e selecionar pares de ativos que apresentassem uma relação temporal, isto é, os ativos adotados teriam que se comportar em concordância um com o outro em um determinado período de tempo. Sua estratégia resumia-se na procura de pares de ações que apresentavam uma tendência de longo prazo, em seguida, era realizado um monitoramento diário do comportamento relativo dos preços dos respectivos ativos, com a finalidade de analisar a existência de anomalias relacionadas ao diferencial de preços no curto prazo. Consequentemente, se tais discrepâncias no comportamento relativo de precificação fossem descobertas, Tartaglia arbitrava com os ativos em questão até que a diferença relativa apresentada anteriormente estivesse corrigida.

Prontamente, essa tática passou a ser conhecida como *pair trading*. Caldeira (2010) aplicou a estratégia de pares em dados diários no mercado acionário brasileiro utilizando a abordagem de cointegração de Engle e Granger (1987) e Johansen (1988), para selecionar os pares de ativos.

A análise do *spread* é de extrema importância para se tomar decisões sobre a estratégia *pair trading*. Esta estratégia envolve a venda de uma ação cujo preço está mais alto que o normal e a compra de outra ação que se encontra desvalorizada, conjecturando que a distorção nos preços irá se corrigir futuramente. É exatamente essa distorção mútua entre os preços das duas ações que é capturado pelo *spread*.

Sejam X_t e Y_t duas séries temporais referentes a preços de ações, o *spread* pode ser definido como:

$$spread_t = \log(Y_t) - (\alpha + \beta \log(X_t)). \quad (1)$$

A relação de equilíbrio entre os preços dos dois ativos X e Y é assumida como sendo $Y_t = \alpha + \beta X_t$, cuja interpretação está ligada diretamente em vender (comprar) uma ação de Y e comprar (vender) β ações do ativo X a fim de obter um par comercializável. No entanto, esta interpretação não é, infelizmente, verdadeira, caso a série temporal do preço seja transformada usando o logaritmo.

De acordo com Harlacher (2016), a utilização do logaritmo implica em uma relação de equilíbrio da forma:

$$Y_t = c\ (X_t)^{\widehat{\beta}}\ , \quad (2)$$

com $c = e^{\widehat{\alpha}}$.

4. TEORIA DOS VALORES EXTREMOS

A teoria dos valores extremos vem sendo muito estudada com o decorrer dos anos. Resultados fundamentais para o caso univariado foram obtidos em 1928 por Fisher e Tippett (1928), que apresentaram os três tipos possíveis de distribuições assintóticas dos valores extremos, atualmente denominadas de Gumbel, Fréchet e Weibull. Contudo, os primeiros avanços para o caso bivariado datam do final da década de 50.

Há inúmeras aplicações da TVE na área financeira, por exemplo, McNeil (1998) estudou a estimação do índice de cauda e calculou quantis utilizando máximos coletados em blocos e Embrechts (2000)

explorou as limitações da utilização do VaR (Value-at-Risk) como uma ferramenta na gestão de riscos financeiros.

As definições e principais resultados presentes nesta seção podem ser vistos em Mendes (2004), e as demonstrações dos teoremas estão disponíveis em Embrechts, Kluppelberg e Mikosch (1997).

4.1 DISTRIBUIÇÃO EXATA DO MÁXIMO

Sejam $X_1, X_2, \ldots, X_n$ variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (i.i.d.) com função de distribuição *F*. Ao ordenar os termos desse conjunto em ordem crescente, tem-se:

$$X_{(n)} = max(X_1, \ldots, X_n) \tag{3}$$

$$X_{(1)} = min(X_1, \ldots, X_n) \tag{4}$$

Definição 4.1: São denominadas de estatísticas de ordem associadas à amostra aleatória $X_1, \ldots, X_n$ as variáveis aleatórias $X_{(1)}, \ldots, X_{(n)}$ obtidas de um reordenamento de $X_1, \ldots, X_n$.

Teorema 4.2: É intitulada função de distribuição do máximo a

$$F_{X_{(n)}}(x) = [F_X(x)]^n \,,\ x \in \mathbb{R} \ \ e \ \ n \in \mathbb{N}. \tag{5}$$

Observação 4.3: Para obter-se a distribuição do mínimo usa-se a relação:

$$min(X_1, \ldots, X_n) = \ -max(-X_1, \ldots, -X_n). \tag{6}$$

É intuitivo que os valores dos máximos estão localizados próximos ao limite superior do suporte (x_{F_X}) da distribuição de *x*. Logo, conclui-se que o comportamento assintótico do máximo está diretamente relacionado com a cauda superior de F_X, ou seja, a cauda de F_X perto do x_{F_X}. Tem-se então os seguintes resultados:

Se $x < x_{F_X}$, então

$$P\big(X_{(n)} \leq x\big) = \ [F_X(x)]^n \ \xrightarrow{n \to \infty} \ 0\,; \tag{7}$$

- Se $x \geq x_{F_X}$, considerando $x_{F_X} < \ \infty$, obtém-se

$$P\left(X_{(n)} \leq x\right) = [F_X(x)]^n = 1. \quad (8)$$

Conclui-se que o máximo converge em probabilidade para o limite superior do suporte, ou melhor, $X_{(n)} \xrightarrow{P} x_{F_X}$ quando *n* é suficientemente grande e considerando $x_{F_X} < \infty$.

Como a sequência $(X_{(n)})$ é não decrescente em *n*, outro resultado importante é que,

$$X_{(n)} \xrightarrow{p.q.c} x_{F_X} \quad (9)$$

quando $n \to \infty$.

4.2 DISTRIBUIÇÕES LIMITE PARA O MÁXIMO

Fisher e Tippett (1928) determinaram que a distribuição dos máximos, após estes serem padronizados, converge para algumas distribuições limite, intituladas distribuições de valores extremos. O teorema fundamental de Fisher-Tippett (1928) fornece esse resultado.

Teorema 4.4: Seja (X_n) uma sequência de variáveis aleatórias i.i.d. Se existirem sequências de constantes normalizadoras $c_n > 0$ e $d_n \in \mathbb{R}$ e uma distribuição não degenerada *H* tal que

$$\frac{X_{(n)} - d_n}{c_n} \xrightarrow{d} H, \quad (10)$$

onde $\xrightarrow{d}$ significa convergência em distribuição, então as únicas formas possíveis de *H* são as distribuições Gumbel, Fréchet e Weibull.

As distribuições de valores extremos podem ser classificadas como sendo pertencentes ao tipo I (Gumbel), tipo II (Fréchet) e tipo III (Weibull). Parâmetros de locação (μ) e escala (σ) também podem ser adicionados as distribuições, obtendo os seguintes resultados (11), (12) e (13):

- Gumbel

$$H_{I,\mu,\sigma}(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\sigma}}}, x \in \mathbb{R};$$

- Fréchet

$$H_{II,\alpha,\mu,\sigma}(x) = \begin{cases} 0 & se\ (x - \mu) \leq 0, \\ e^{-\left(\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right)^{-\alpha}} & se\ (x-\mu) > 0\ , \alpha > 0; \end{cases}$$

- Weibull

$$H_{III,\alpha,\mu,\sigma}(x) = \begin{cases} e^{-\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right)^{-\alpha}} & se\ (x-\ \mu) \leq 0\,, \\ 1 & se\ (x-\ \mu) > 0\,, \alpha < 0. \end{cases}$$

4.3 MAX-ESTABILIDADE

Definição 4.5: Duas variáveis aleatórias X_1 e X_2 são consideradas iguais em distribuição ($X_1 \stackrel{d}{=} X_2$), se a seguinte sentença é verdadeira

$$P(X_1 \leq x) = P(X_2 \leq x)\,, x \in \mathbb{R}. \qquad (14)$$

Definição 4.6**:** Sejam $X_1, X_2, \ldots$ variáveis aleatórias i.i.d. com função de distribuição *F*, e sejam $d_n \in \mathbb{R}$ e c_n constantes positivas. Enuncia-se que *F* é max-estável se cumpre a seguinte igualdade em distribuição

$$max(X_1, \ldots, X_n) \stackrel{d}{=} c_n X + d_n. \qquad (15)$$

Teorema 4.7: A classe das distribuições que apresentam max-estabilidade coincide com a classe de todas as distribuições limite possíveis (não degeneradas) para o máximo padronizado de variáveis aleatórias i.i.d.

4.4 DOMÍNIO DE ATRAÇÃO

O Teorema de Fisher-Tippett tem a seguinte implicação direta: Se $[F_X(c_n x + d_n)]^n$ é não degenerada quando *n* é suficientemente grande, para certas constantes positivas c_n e $d_n \in \mathbb{R}$, então

$$\left|[F_X(x)]^n - H\left(\frac{x-d_n}{c_n}\right)\right| \to 0\,, n \to \infty \qquad (16)$$

para alguma *H* pertencente ao conjunto de distribuições de valores extremos, ou seja, $H \in \{H_I, H_{II}, H_{III}\}$. Efetivamente, este fato permite que seja definido uma coleção de $F_X's$ que dispõem de uma mesma distribuição limite.

Definição 4.8: Posto que (16) se confirma, então enuncia-se que a F_X em questão pertence ao domínio de atração do máximo da distribuição de valores extremos *H* e utiliza-se a notação $F_X \in MDA(H)$ para qualquer $H \in \{H_I, H_{II}, H_{III}\}$.

Definição 4.9: Duas distribuições *F* e *G* são denominadas equivalentes de cauda se ambas apresentarem o mesmo limite superior, isto é, $x_F = x_G$, e $\lim_{x \uparrow x_F} \frac{1-F(x)}{1-G(x)} = c$, para qualquer constante no intervalo $(0, \infty)$.

4.5 DISTRIBUIÇÃO DE VALORES EXTREMOS GENERALIZADA (GEV)

Os três tipos de distribuições, Gumbel, Fréchet e Weibull, de acordo com Escobar (2018), são integrantes de uma única família de distribuições: a distribuição de valores extremos generalizada (*generalized extreme value*) padrão, que refere-se as distribuições de valores extremos dentro de uma única família, parametrizadas somente pelo parâmetro ξ. A GEV é denotada por H_ξ e é apresentada na equação a seguir.

$$H_\xi(x) = \begin{cases} e^{-(1+\xi x)^{\frac{-1}{\xi}}} & se\ \xi \neq 0\ \ ,\ \ 1+\xi x > 0\,, \\ e^{-e^{-x}} & se\ \ \ \xi = 0. \end{cases} \quad . \tag{17}$$

Quando $\xi = 0$, que ocorre na condição de $\xi \to 0$, a H_ξ adequa-se à distribuição Gumbel. Na ocorrência de $\xi < 0$ ou $\xi > 0$, a H_ξ coincide com as distribuições Weibull ou a Fréchet, nesta ordem.

A família de locação e escala, equivalente a $H_{\xi,\mu,\sigma}$, é alcançada ao substituir *x* por $\frac{(x-\mu)}{\sigma}$, com $\mu \in \mathbb{R}$ e $\sigma > 0$, da seguinte forma:

$$H_{\xi,\mu,\sigma}(x) = \begin{cases} e^{-\left(1+\xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)^{\frac{-1}{\xi}}} & se\ \xi \neq 0\,,\ \ 1+\xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) > 0\,, \\ e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}} & se\ \xi = 0. \end{cases} \tag{18}$$

A densidade da distribuição generalizada (GEV) é denotada por $h_{\xi,\mu,\sigma}$.

5. ESTIMAÇÃO

É imprescindível a utilização de métodos para a estimação dos parâmetros ξ, μ e σ da distribuição $H_{\xi,\mu,\sigma}$. Para tanto, considera-se $M_1, M_2, \dots, M_m$variáveis aleatórias i.i.d. que representam os máximos (ou mínimos transformados) coletados em blocos de tamanho *n* e $m_1, m_2, \dots, m_m$ uma amostra de *m* máximos.

5.1 ESTIMAÇÃO VIA MÉTODO DE MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA

Os estimadores de máxima verossimilhança (EMV) dos parâmetros, ξ, μ e σ da GEV, podem ser alcançados de maneira numérica ao se maximizar a função de verossimilhança a seguir.

$$L\left(\xi,\mu,\sigma;(m_1,\dots,m_m)\right) = \prod_{i=1}^{m} h_{\xi,\mu,\sigma}(m_i)\ \ I_{\left\{1+\frac{\xi}{\sigma}(m_i-\mu)>0\right\}} \tag{19}$$

e $(m_1, \dots, m_m)$ refere-se a uma amostra de *m* máximos.

6. TESTES ESTATÍSTICOS

6.1. TESTE DE ADEQUAÇÃO A DISTRIBUIÇÃO GUMBEL

Se as estimativas dos parâmetros da GEV foram obtidas por máxima verossimilhança, a seguinte estatística de teste pode ser utilizada para testar a suposição de que os dados seguem realmente a distribuição Gumbel: a estatística de Kolmogorov-Smirnov, D (ver Chandra (1981)). Esta é definida como,

$$D^+ = max_i \left\{\frac{i}{m} - H_{I,\hat{\mu},\hat{\sigma}}\ (m_{(i)})\right\},$$

$$D^- = max_i \left\{H_{I,\hat{\mu},\hat{\sigma}}\ (m_{(i)}) - \frac{i-1}{m}\right\},$$

$$D = ma\,x\ (D^+, D^-)\,, . \qquad (20)$$

Onde $m_{(i)}$ refere-se aos máximos ordenados e $H_{I,\hat{\mu},\hat{\sigma}}$ representa a distribuição Gumbel com os parâmetros estimados pelo método de máxima verossimilhança.

As seguintes hipóteses precisam ser testadas:

a) Hipótese nula: a distribuição dos extremos é Gumbel;

b) Hipótese alternativa: a distribuição dos extremos não é Gumbel.

A Tabela 1 exibe os valores críticos para amostras de m=10, m=20, m=50 e m=∞. Os níveis de significância abordados foram de 10%, 5%, 2,5% e 1%.

Tabela 1 – Valores críticos para $\sqrt{m}D$

Nível de Significância	$\sqrt{m}D$
m = 10	
10%	0,760
5%	0,819
2,5%	0,880
1%	0,944
m = 20	
10%	0,779
5%	0,843
2,5%	0,907
1%	0,973
m = 50	
10%	0,790
5%	0,856
2,5%	0,922
1%	0,988
m = ∞	
10%	0,803
5%	0,874
2,5%	0,939
1%	1,007

Fonte: Chandra (1981)

O teste é realizado comparando a estatística de teste obtida, multiplicada pela $\sqrt{m}$, com os valores apresentados na Tabela 1. Dado que o valor da estatística de teste excede o valor proposto na tabela, a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância α adotado.

6.2 TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO

O Teste de Dickey-Fuller aumentado (*augmented Dickey-Fuller*), ou mais comumente chamado de Teste ADF, é um teste de raiz unitária para séries temporais.

Hipóteses a serem testadas:

a) Hipótese nula: a série não é estacionária;

b) Hipótese alternativa: a série é estacionária.

7. ANÁLISES GRÁFICAS

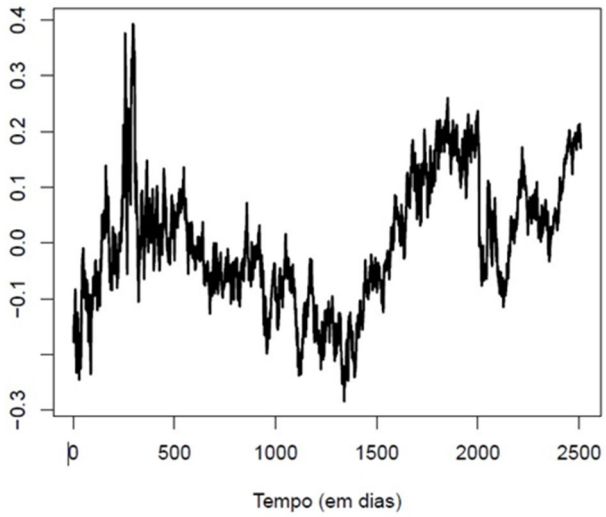
Coles (2001) utiliza artifícios gráficos para testar a validade de um modelo GEV. Os gráficos de probabilidade, quantil e nível de retorno são baseados em uma comparação de duas funções de distribuição: função de distribuição acumulada empírica e a função de distribuição acumulada da GEV com os parâmetros estimados pelo método de máxima verossimilhança. Para completar, é realizado um diagnóstico baseado na função de densidade, onde é feita a comparação da função de densidade de probabilidade de um modelo ajustado com um histograma dos dados.

8. RESULTADOS

Para a aplicação da teoria supracitada (estratégias *pair trading* e *long-short*) utilizamos as cotações diárias das ações de duas empresas do setor financeiro, o Banco Itaú Unibanco Holding S.A. (ITUB4.SA) e o Banco ABC Brasil S.A. (ABCB4.SA). Os dois bancos foram selecionados por serem as duas maiores empresas por ativo total do subsetor (bancos).

Para as duas séries foi considerado o período de 26 de setembro de 2007 a 29 de dezembro de 2017, ambas possuindo um total de 2.509 observações. A variável fixada para as análises foi o “fechamento”, isto é, o último valor atribuído a ação em um determinado dia. O Gráfico 1 representa as cotações diárias das ações ITUB4.SA e ABCB4.SA no período de 26 de setembro de 2007 a 29 de dezembro de 2017.

Gráfico 1: Preços de ITUB4.SA e ABCB4.SA



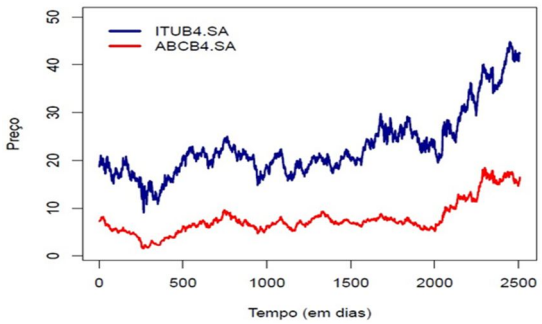
Fonte: B3

O Teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) foi utilizado para testar a hipótese de não estacionaridade das séries ITUB4.SA e ABCB4.SA. Os p-valores foram respectivamente iguais a 0,5397 e 0,5595. Como os p-valores obtidos foram maiores que o nível de significância fixado de 5%, não há evidência para rejeitar a hipótese nula, isto é, ambas as séries são não estacionárias.

O Teste ADF também foi empregado para testar a hipótese de estacionaridade do spread. O p-valor obtido foi igual a 0,03404, menor que o nível de significância fixado de 5%, ou seja, há evidência para rejeitar a hipótese nula e conclui-se que o spread é estacionário.

O Gráfico 2 corresponde ao spread obtido com os preços das ações ITUB4.SA e ABCB4.SA.

Gráfico 2: Spread entre os preços de ITUB4.SA e ABCB4.SA



Fonte: Elaboração Própria

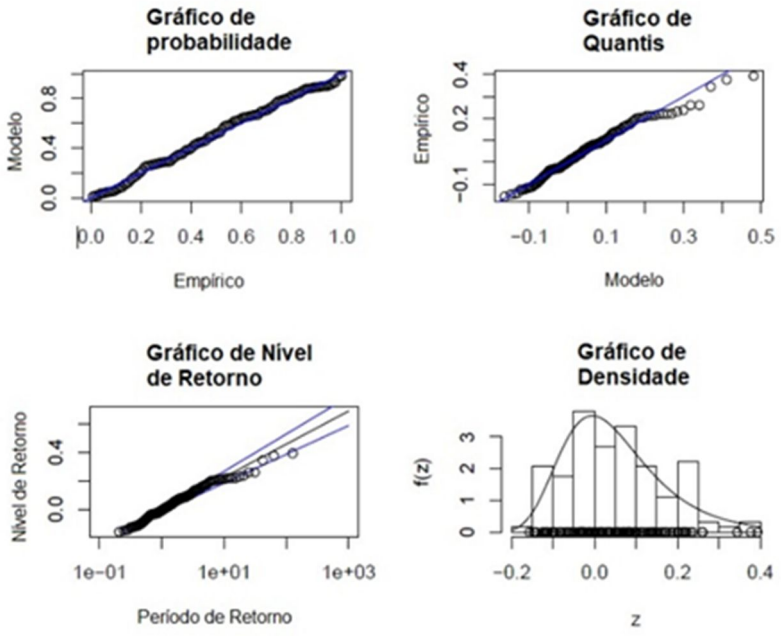
Como as variáveis referentes aos preços dos ativos ITUB4.SA e ABCB4.SA são não estacionárias, mas existe pelo menos uma combinação linear entre elas que produz uma variável estacionária, o *spread*, a hipótese de cointegração pode ser confirmada. Assim, tem-se a seguinte relação:

$$spread_t = \log(Y_t) - (1{,}96 + 0{,}576\ \log(X_t))\ . \tag{21}$$

No qual Y_t é referente ao preço das ações ITUB4.SA no período t e X_t representa o preço das ações ABCB4.SA no período t. Os parâmetros foram obtidos por regressão linear simples, no qual foi considerado o logaritmo de Y_t em relação ao logaritmo de X_t.

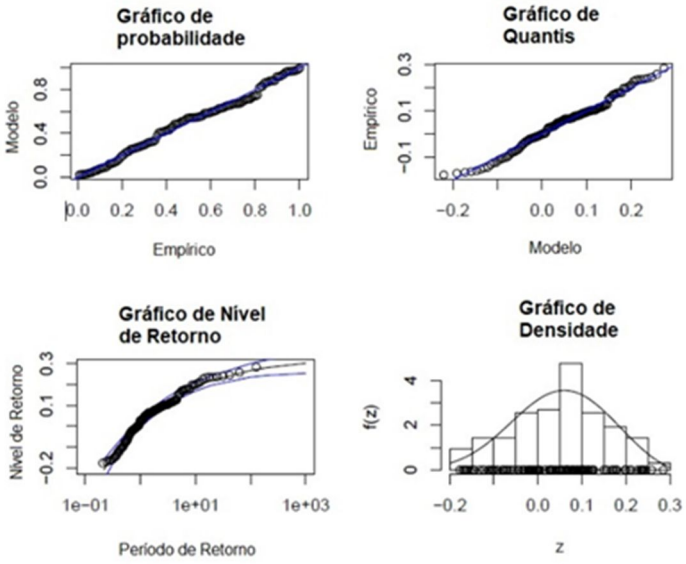
Como as séries ITUB4.SA e ABCB4.SA são cointegradas, as estratégias pair trading e long-short podem ser aplicadas. Com esse intuito, o spread foi modelado por valores extremos. Foram ajustados modelos GEV para os mínimos e para os máximos do spread, o tamanho de bloco que melhor se adequou para ambos os modelos foi 20. A princípio, os modelos foram estimados considerando $\xi = 0$, no entanto apenas a distribuição dos máximos se ajustou a distribuição Gumbel, uma vez que o teste de adequação a distribuição Gumbel foi realizado e o valor de $\sqrt{m}D$ foi aproximadamente 0,609, não excedendo o valor crítico para um nível de significância de 5% (0,874). Os parâmetros obtidos foram $\hat{\mu} = -0{,}0053$ e $\hat{\sigma} = 0{,}1004$. Os parâmetros obtidos para a distribuição dos mínimos foram: $\hat{\mu} = 0{,}0149$, $\hat{\sigma} = 0{,}1112$ e $\hat{\xi} = -0{,}3531$. Como $\hat{\xi} < 0$, a distribuição dos mínimos coincide com a distribuição Weibull. Os gráficos de diagnóstico recomendados por Coles (2001) foram utilizados para validar a qualidade do ajuste de ambos os modelos e podem ser vistos a seguir, nas Figura 1 e 2.

Figura 1: Qualidade do ajuste para a distribuição dos máximos do *Spread*



Fonte: Elaboração Própria

Figura 2: Qualidade do ajuste para a distribuição dos mínimos do *Spread*

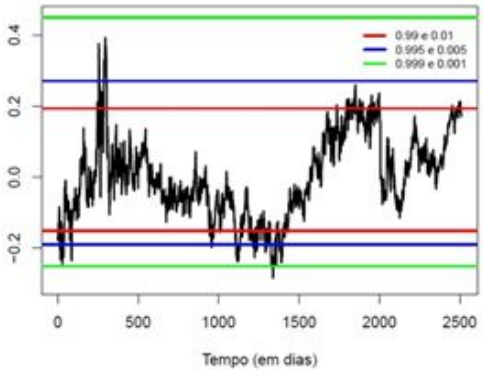


Fonte: Elaboração Própria

O gráfico de probabilidade e o gráfico de quantis dos dois modelos ajustados mostram que cada conjunto de pontos plotados é quase linear, e devido a isso, não há motivo para duvidar da validade do modelo. A curva de nível de retorno fornece uma representação satisfatória das estimativas empíricas e a estimativa da densidade parece consistente com o histograma dos dados em ambos os modelos estimados. Consequentemente, todos os quatro gráficos diagnósticos presentes nas Figuras 1 e 2, dão suporte para a aceitação do modelo GEV estipulado para os máximos e mínimos do spread.

Para montar a estratégia long-short foram consideradas bandas obtidas por valores extremos a partir dos modelos encontrados para os máximos e os mínimos do spread, os quantis de probabilidade abordados foram de 0,99, 0,995 e 0,999 para os limites superiores e 0,01, 0,005 e 0,001 para os limites inferiores. O gráfico a seguir ilustra tal fato.

Gráfico 3: Bandas por valores extremos



Fonte: Elaboração Própria

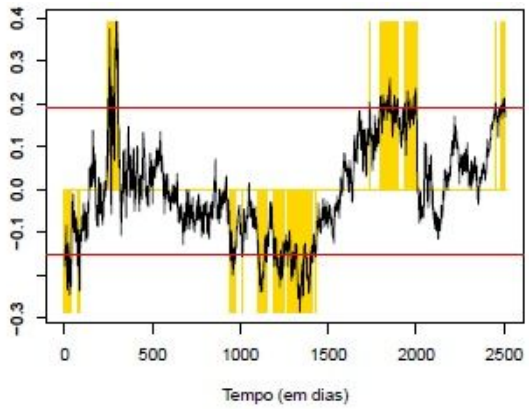
Tabela 2 – Quantis e Valores Observados

Quantis	Valores Observados
0,99	0,1933
0,995	0,2707
0,999	0,4499
0,01	-0,1511
0,005	-0,19
0,001	-0,2507

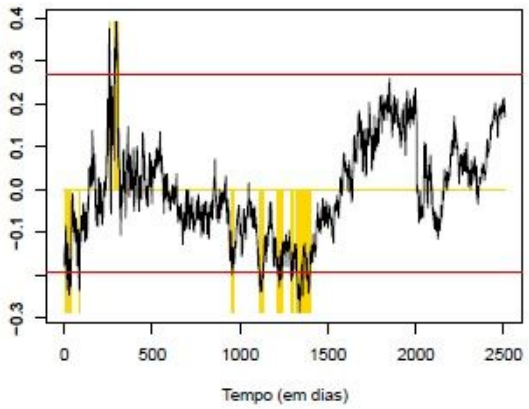
Fonte: Elaboração Própria

A estratégia *long-short* foi criada levando em consideração os diferentes limites fixados. Na Figura 3, a seguir, as barras amarelas indicam onde a estratégia seria efetuada.

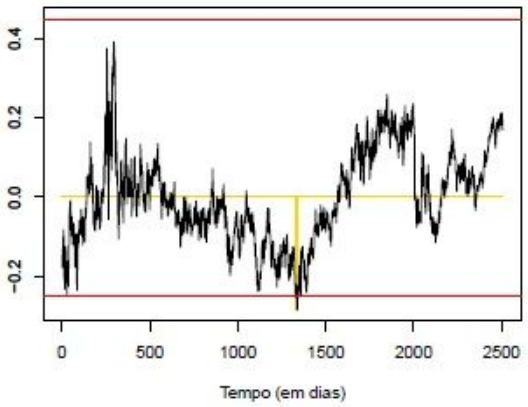
Figura 3: Estratégia *Long-Short*



(a) Bandas considerando os quantis 0,99 e 0,01



(b) Bandas considerando os quantis 0,995 e 0,005



(c) Bandas considerando os quantis 0,999 e 0,001

Fonte: Elaboração Própria

Sempre que o spread alcançar a banda superior a estratégia long-short é montada da seguinte forma: posição vendida na ação ITUB4.SA e comprada na ação ABCB4.SA. O mesmo acontece quando o spread atinge a banda inferior, neste caso a posição vendida é estabelecida na ação ABCB4.SA e a posição comprada é firmada na ação ITUB4.SA. A operação de "compra e venda" é desmontada quando o spread, que ultrapassou as bandas, volta a atingi-las novamente.

Em relação à rentabilidade das operações, o retorno acumulado foi calculado com base nas estratégias realizadas considerando as diferentes bandas obtidas por valores extremos.

A Tabela 3, evidencia o retorno acumulado ao fim dos 2508 dias, para os diferentes limites utilizados.

Tabela 3 – Retorno Acumulado

Limite Superior	Limite Inferior	Retorno Acumulado
0,1933	-0,1511	-33,37%
0,2707	-0,19	28,20%
0,4499	-0,2507	2,67%

Fonte: Elaboração Própria

8. CONCLUSÃO

O presente trabalho objetivou utilizar a teoria dos valores extremos (TVE) para modelar séries de preços de ativos, com o intuito de aplicar as estratégias pair trading e long-short conjuntamente para identificar (ao longo do tempo) situações onde seriam montadas as posições de compra e venda das ações cointegradas, com o objetivo final de detectar a melhor abordagem para gerar um grau estável de rentabilidade.

Como visto na Tabela 3 , ao considerar os quantis 0,995 e 0,005, o retorno acumulado foi de 28,20%, ou seja, ao se utilizar a estratégia long-short levando em consideração os limites de 0,2707 e -0,19, ambos para executar e desfazer as posições de compra e venda, o ganho atingido foi superior aos obtidos por outros limites. Para os limites de 0,1933 e

-0,1511, a estratégia long-short apresentou um retorno acumulado negativo de -33,37%, evidenciando que apesar desta estratégia ser considerada neutra ao risco, os limites onde serão montadas e desfeitas as operações de compra e venda influenciam significativamente no residual financeiro da operação.

REFERÊNCIAS

FISHER, Ronald; TIPPETT, Leonard H. C. Limiting Forms of the Frequency Distribution of the Largest or Smallest Member of a Sample. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, n.24, p. 180-190, 1928.

GUMBEL, Emil J. Statistics Theory of Extreme Values and Some Pratical Applications. National Bureau of Standards: Applied Mathematics Series, v. 2, n. 33, p. 1-51, 1954.

GNEDENKO, Boris V. Sur la Distribution Limité du Terme Maximum d'une Série al'eatoire. Annals of Mathematics, n. 44, p. 423-453, 1943.

ANSON, Mark J. P. Handbook of Alternative Assets. Wiley Finance, 2006.

CONNOR, Gregory; WOO, Mason. An introduction to hedge funds, 2004.

FERREIRA, Adriana N. Fundos de investimentos no Brasil: institucionalidade e decisões de alocação de riqueza (2008-2014). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. Características Estruturais do Sistema Financeiro Brasileiro: um registro da reflexão do Ipea no biênio 2014-2015.

DUTRA, Cleo N. Operações de Long & Short no mercado de ações brasileiro como estratégia de investimento em cenários de alta volatilidade, 2016.

CALDEIRA, João F.; PORTUGAL, Marcelo S. Estratégia long-short, neutra ao mercado, e index tracking baseadas em portfólios cointegrados. Revista Brasileira de Finanças, v. 8, n. 4, 2010.

GATEV, Evan; GOETZMANN, William N.; ROUWENHORST, Geert. Pair Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule. The Review of Financial Studies, n. 19, p. 797-827, 2006.

DE FREITAS, Luiz Paulo R. Arbitragem estatística e inteligência artificial. Universidade de São Paulo, 2007.

CALDEIRA, João F. Arbitragem Estatística e Estratégia Long-Short Pairs Trading, Abordagem da Cointegração Aplicada a Dados do Mercado Brasileiro. Porto Alegre, 2010, Julho, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Economia.

ENGLE, Robert F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. Econometrica, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

JOHANSEN, Soren. Statistical Analysis of Cointegration Vectors. Journal of Economic Dynamics and Control, v. 12, p. 231-254, 1988.

HARLACHER, Markus. Cointegration Based Algorithmic Pairs Trading. University of St. Gallen, 2016.

MCNEIL, Alexander J. Calculating Quantile Risk Measures for Financial Return Series using Extreme Value Theory. Zurich, Departement Mathematik, 1998.

EMBRECHTS, Paul. Extreme Value Theory: Potential and Limitations as an Integrated Risk Management Tool. Zurich, Departement Mathematik, 2000.

MENDES, Beatriz V. de M. Introdução à Análise de Eventos Extremos. E-papers Serviços Editoriais, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

EMBRECHTS, Paul; KLUPPELBERG, Claudia; MIKOSCH, Thomas. Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer, 1997.

ESCOBAR, José A. D. et al. Teoria de valores extremos e tamanho amostral para o melhoramento genético do quantil máximo em plantas. Revista Brasileira de Biometria, p. 108-127, 2018.

CHANDRA, M. et al. Kolmogorov Statistics for Tests of Fit for the Extreme Value and Weibull Distribution. Journal of the American Statistical Association, v. 76, n. 375, p. 729-731, 1981.

COLES, Stuart. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer, 2001.

Capítulo 24

MELHORIA NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DO CONJUNTO DE FORÇA DO MOTOR DIESEL UTILIZADO EM LOCOMOTIVAS

Leonardo Ayres Cordeiro (leoayres@bol.com.br)
Guilherme Caetano de Souza Amorim (guilherme.c.s.amorim@gmail.com)
Lourenço Cardeal Silva (lourencocardeal@gmail.com)
Natany Araújo da Cruz (natany.araujo.cruz@gmail.com)

Resumo: O objetivo principal deste artigo é fazer uma análise crítica de como controlar e obter o melhor aproveitamento do processo de recuperação dos conjuntos de força dentro de uma companhia ferroviária, levando em consideração a demanda, confiaabilidade, segurança e aumento da produtividade. Para tal, foi realizada uma pesquisa exploratória e descritiva, brainstorming com coordenador da oficina durante visita técnica, a fim de identificar as inconformidades no processo que causavam o atraso na entrega dos conjuntos de força. Com as informações obtidas foi aplicada análise qualitativa dos dados, juntamente com o diagrama de Ishikawa para classificação dos problemas encontrados. A partir da metodologia empregada, constata- se que em sua maioria as inconformidades partem da mão de obra e do método, sendo esboçado no decorrer do presente estudo as possíveis soluções para correção das mesmas. Embora foi aplicado uma ferramenta de qualidade para suporte da análise de dados, a abordagem feita não contempla uma solução integral para o processo, onde sugere-se um aprofundamento dos estudos das inconformidades encontradas bem como das possíveis soluções apresentadas e aplicação de ferramentas da qualidade na prática produtiva, a fim de encontrar as causas raízes dos problemas e aplicar soluções de forma eficaz.

Palavras-chave: Melhoria contínua; Produtividade; Conjunto de Força; Confiabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Sakai (2005), os custos com transporte de carga aumentam no país, em virtude das concentrações industriais nas regiões com amplo desenvolvimento. Este quadro é agravado pela falta de opções fora do modal rodoviário. No transporte ferroviário o baixo custo de manutenção, menores impactos na degradação do meio ambiente em comparação aos demais modais e alta confiabilidade em capacidade de transportar grandes quantidades em longas distâncias, são as vantagens encontradas.

A “Ferrovia Sudeste” é uma operadora logística que administra uma malha ferroviária de 1.643 km, atuando nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, que concentram cerca da metade do PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil.

A companhia possui frota de aproximadamente 20.000 vagões e 500 locomotivas. As principais cargas transportadas são compostas por minério de ferro, carvão e coque. Além disto, a empresa transporta contêineres, siderúrgicos, cimento, bauxita e agrícolas, também conhecidos como carga geral, crescente em volume nos últimos anos.

A Ferrovia Sudeste optou pela manutenção preventiva dos seus ativos a fim de mantê-los disponíveis durante o maior tempo na operação, contando também com a manutenção corretiva, pois falhas imprevisíveis acontecem e são recorrentes. A empresa possui oficinas de recuperação de componentes mecânicos e elétricos localizadas na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais e também oficinas de campo, distribuídas nas proximidades de sua malha para manutenção/revisão de sua infraestrutura.

Hoje, a companhia realiza um projeto denominado C4 com foco na manutenção preventiva de suas locomotivas. Neste projeto são realizadas as trocas de peças e recuperação de componentes pré-determinados, que podem gerar falhas no decorrer do tempo, seguindo o escopo do fabricante.

Dentro do projeto C4 um dos componentes com maior representatividade, tanto pelo seu tamanho, importância no funcionamento da locomotiva e demanda de subcomponentes é o motor a diesel. Esse componente leva cerca de vinte dias para ser recuperado e requer uma integração de todas as células da oficina de recuperação de componentes mecânicos.

Além de produzir os itens para o C4, a oficina do Horto Florestal, produz componentes para armazenar no estoque das oficinas de campo, facilitando para que em futuras manutenções exista disponibilidade instantânea.

A oficina tem que conciliar a demanda por manutenção dos motores a diesel pertencentes ao projeto C4 com a demanda das oficinas de campo, sendo desafiador principalmente para a célula de conjunto de força, uma vez que são necessários doze ou dezesseis conjuntos por motor, dependendo da quantidade de cilindros da locomotiva. Entende-se que não é necessário que todos os componentes passem por manutenção simultaneamente.

Durante o processo de recuperação do conjunto de força várias perdas são observadas, seja por falta de planejamento, atraso na recuperação dos subitens utilizados na montagem, falta de materiais que precisam obrigatoriamente ser substituídos ou falta de itens avariados durante o processo de desmontagem e preparação, que devem ser substituídos de forma pontual.

A aplicação de ferramentas de qualidade tem grande potencial no processo estudado, destacando-se a eliminação do elevado nível de refugo e retrabalhos, redução drástica de inspeção e testes, aumento de confiabilidade, redução significativa na duração do ciclo de produção, entre outros (BHOTE, 1992).

Sendo assim, o presente estudo busca fornecer uma análise crítica do processo de recuperação do conjunto de força adotado atualmente, afim de encontrar alternativas para diminuição das perdas que o processo apresenta de forma a aumentar sua produtividade, levando em consideração a confiabilidade do ativo, segurança dos mantenedores envolvidos e os custos de produção.

Portanto este trabalho pretende responder o seguinte questionamento: como controlar e obter o melhor aproveitamento do processo de recuperação dos conjuntos de força, levando em consideração a demanda, confiabilidade, segurança e aumento da produtividade?

2. DESENVOLVIMENTO

As locomotivas são geralmente utilizadas para transporte de carga e dispensam cabos elétricos para seu funcionamento ao longo da malha. Neste tipo de locomotiva, o motor a diesel é responsável por transformar a energia química em energia mecânica, usada para impulsionar a rotação do eixo que consequentemente ativa outros componentes da máquina. (CAVAZZONI, 2008).

O motor a diesel possui diversos subcomponentes com diferentes funções, nomeados como componentes móveis: bielas, pistão, eixo virabrequim, árvore de comando das válvulas, balancins e válvulas e, também componentes estacionários: cabeçote, camisas, jaqueta, bloco e cárter.

Devido a sua funcionalidade e extensa gama de elementos, o motor é um dos componentes mais caros de uma locomotiva, portanto, as manutenções preventivas e corretivas são frequentemente tratadas

como um assunto relevante dentro das companhias que utilizam locomotivas como ativo principal de produção/serviço.

2.1 MANUTENÇÃO

Define-se por manutenção todas as ações técnicas e administrativas que visem preservar o estado de um equipamento ou sistema, ou para recolocar o equipamento ou sistema de retorno a um estado no qual ele possa cumprir sua função. (FILHO, 2008)

Segundo Viana (2002), a manutenção está presente na história humana há eras, mesmo que não se perceba. Com a chegada da Revolução industrial no fim do século XVIII, a sociedade começou a se agigantar, em sua capacidade de produzir bens.

A manutenção industrial surge, então, como função do organismo produtivo do século XVIII com o surgimento dos primeiros teares mecânicos. Neste período o fabricante da máquina treinava os "novos operários" a operar e manter os equipamentos, ocupando o papel de operador e mantenedor. Essa técnica se fortalece e se aperfeiçoa na década de 1950 nos Estados Unidos, quando o termo "manutenção" é adotado, indicando a função de manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento de operação, ferramenta ou dispositivo. (VIANA, 2002).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a forma de intervenção feita nos equipamentos, sistema ou instalações caracterizam os vários tipos de manutenção existentes. Algumas práticas básicas são o que definem os tipos principais de manutenção:

a) Manutenção Corretiva: é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado.

b) Manutenção Preventiva: atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo um plano previamente elaborado baseado em intervalos definidos por tempo.

c) Engenharia da Manutenção: aplicação de técnicas modernas, nivelando com a manutenção do primeiro mundo.

Neste presente estudo será dado enfoque nas manutenções corretivas e preventivas. Apenas o uso da manutenção corretiva, leva a uma contínua e morosa degradação dos componentes, perda de produção, degradação do meio ambiente e risco a vida de operadores. (FILHO, 2008).

Segundo Souza (2011), a manutenção preventiva é uma estratégia que tem como objetivo a prevenção da ocorrência de uma falha ou a indisponibilidade do equipamento por quebra ou danos. Consiste em trabalhos periódicos, que podem interromper ou não a produção de forma planejada e programada.

Inversamente a política de manutenção corretiva, a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados sistemas ou componentes, devido ao fator de segurança se sobrepor aos demais. (KARDEC, NASCIF, 2009)

Conclui-se então, que um bom plano de manutenção pode garantir o melhor desempenho e sucesso do time de mantenedores.

2.2 CONFIABILIDADE

Define-se por confiabilidade como a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições estipuladas durante um determinado período de tempo, ou seja, sem falhas. (BASTOS, 2006).

Para Rodrigues (2014), os principais componentes em um processo de qualidade são a alta gerência e o treinamento dos funcionários para melhorar a qualidade. De modo geral a aplicação de ferramentas de gestão de qualidade, tende a identificar as causas principais de falhas e, ou, problemas em um processo, identificação esta capaz de tratar a falha em sua causa raiz a fim de mitigar todo e qualquer problema constatado.

A identificação das etapas com maior relevância pode facilitar no engajamento de novas técnicas como em um fluxograma, partindo de uma representação lógica e real do planejamento das atividades do processo em questão. Rodrigues (2014) aponta como meta de um fluxograma bem elaborado a otimização do ciclo ao se identificar os erros, o aumento da produtividade e na identificação de atividades sem valor agregado e na remoção de duplicidades.

Uma ferramenta que é percursora a uma análise de confiabilidade, voltada para a qualidade e que auxilia na investigação dos problemas é o diagrama de Ishikawa. Segundo Carvalho et al (2018), utiliza-se Ishikawa para identificar e mapear as principais causas de um problema. A ferramenta é promovida através um brainstorming, onde todos os envolvidos devem participar e contribuir com ideias que ajudem a identificar as causas do problema investigado. Depois de levantadas as possíveis causas as mesmas devem ser classificadas. Em problemas operacionais normalmente utiliza-se o “6M’s”, são eles: método, mão de obra, meio ambiente, medida, máquina e material.

A importância de estudos que envolvem as temáticas de gerenciamento de recursos humanos e as culturas organizacionais também acompanha a tendência mencionada. Yamauchi (2017) diz que esse vínculo entre organização e pessoas consiste em um princípio conexo de definições e funciona como uma rede que busca unir todos os membros em torno dos mesmos objetivos e dos mesmos modos de agir, para otimização de falhas no que compete aos descuidos humanos e principalmente na proteção à segurança do trabalho, tema que será compreendido no próximo tópico.

2.3 SEGURANÇA DO TRABALHO

De acordo com a Lei 8.213, de 1991, artigo 19º os acidentes de trabalho referem-se àqueles que provocam tanto lesão corporal quanto a perturbação funcional que cause morte, perda ou redução – permanente ou temporária – da capacidade de efetuar o trabalho. (BRASIL, 1991).

Uma das ferramentas mais utilizadas para tentar mitigar os riscos inerentes às atividades dos trabalhadores tem sido a Análise Preliminar de Riscos (APR), que segundo Pellin (2017), é uma técnica que busca identificar os riscos e perigos que possam conter durante a execução de uma atividade, em um procedimento, projeto, sistema ou algo do tipo, a fim de definir medidas de controle para ajudar a minimizá-los. Desta forma a análise preliminar de riscos deve ser feita antes da execução de qualquer atividade com o intuito de orientar quais serão as medidas de controles e Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) a serem utilizados para que os riscos que estão presentes nas atividades sejam reduzidos ou eliminados, de forma a manter preservado a saúde e bem-estar dos colaboradores.

Assim, a condição em que os colaboradores se encontram irá influenciar diretamente em sua produtividade, fazendo com que o processo possa alcançar ganhos significativos.

2.4 PRODUTIVIDADE

Para conseguir melhorar a produtividade em um processo de produção é imprescindível que se tenha as seguintes etapas: organização, planejamento e administração da produção. A organização tem o intuito de auxiliar os processos de forma a criar os procedimentos operacionais para orientar os colaboradores quanto a sequência correta de execução, padronização dos métodos e recursos utilizados durante a atividade. (SOUZA, 2011). Além disto, a organização também pode estar ligada a parte de *layout* que é o posicionamento correto de máquinas, equipamentos e ferramentas afim ajudar a minimizar as perdas de tempo com movimentações desnecessárias e possíveis acidentes de trabalho.

O planejamento é uma das atividades mais difíceis, e precisa de uma dedicação em especial. Segundo Machline (1979), o planejamento está diretamente ligado com a previsão, levando em consideração os dados de referência que norteiam o processo e todas a suas possíveis variações que possam de alguma forma vir a interferir.

De acordo com Slack *et al* (2009), a administração da produção está relacionada com a parte gerencial do processo. Nesta etapa deve-se garantir que será feito a gestão dos recursos disponíveis de forma organizada, garantindo que o planejado seja executado para que no fim do processo tenha-se a disponibilidade do produto ou serviço.

Para conseguir fazer com que estas etapas sejam seguidas de forma eficiente é fundamental a colaboração, participação, envolvimento e comprometimento desde a alta gerência até os mantenedores responsáveis pela manutenção e produção, pois, a ausência de alguma das etapas compromete o trabalho a ser realizado.

2.5 PREVISÃO DE DEMANDA

Para conseguir gerenciar a demanda a organização precisa de uma previsão. Esta previsão pode ser feita através de modelos matemáticos, estatísticos ou até mesmo a subjetividade a fim de determinar dados futuros, ou seja, prever o que se deve produzir para conseguir atender aos clientes. (SANTOS, ALVES, 2017).

Um elemento essencial para uma boa previsão da demanda é a gestão do estoque. As empresas que dependem de materiais diretos e indiretos para a produção dos seus bens fazem indispensável a utilização do estoque, pois tem a função de manter abastecida a linha de produção, mitigando a falta de material e reduzindo os tempos de produção.

Santos e Alves (2017) ainda apresentam que através de uma gestão eficiente as necessidades da empresa estarão atendidas, com um custo aceitável fazendo com que o processo produtivo continue de forma continua para atender assim os clientes.

3. METODOLOGIA

A trajetória percorrida para desenvolvimento deste trabalho passou pela pesquisa do tipo descritiva que, segundo Heerdt e Leonel (2007), registra, observa, analisa e correlacionam aspectos que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los.

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, pois está em acordo com o que diz Heerdt e Leonel (2007): o estudo de caso busca conhecer de forma ampla e detalhada os fenômenos dentro de seus contextos reais com objetivo de alcançar a melhor compreensão do problema.

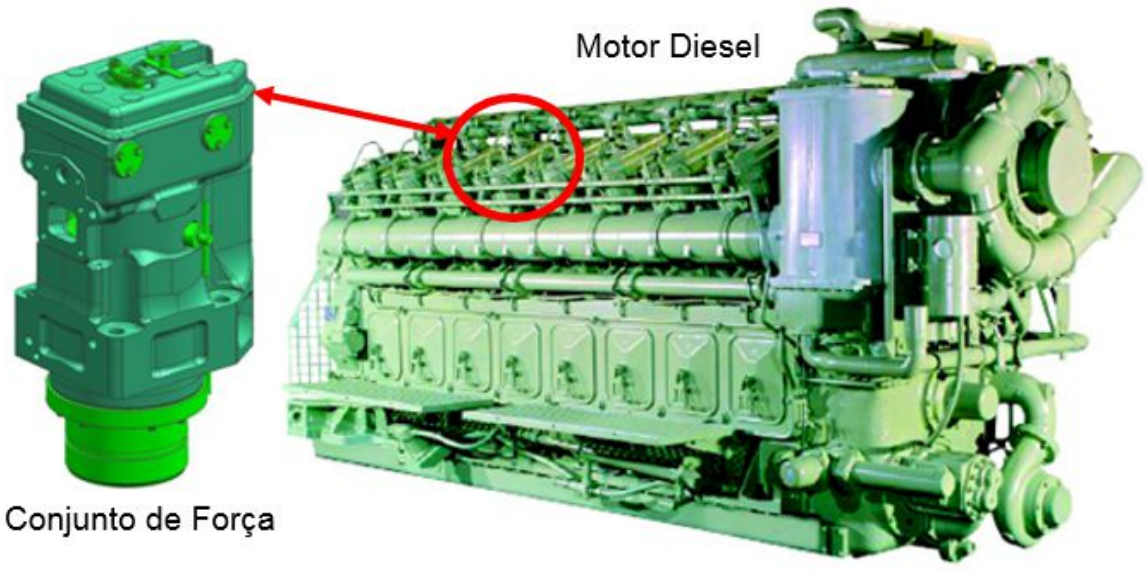
Foram utilizadas entrevistas, observações e análises de documentos, sendo os dados tratados de maneira qualitativa, uma vez que a pesquisa qualitativa não objetiva a quantificação, mas a identificação de processos e seus significados. (SILVA, MENEZES, 2005).

Para as conclusões apresentadas na análise de dados, foi aplicado o diagrama de Ishikawa. Conforme dito por Slack et al (2009) a ferramenta é bastante eficiente na avaliação e descoberta das causas raízes de um problema ou falha. Torna mais simples os processos tidos como complexos, dividindo-os em estágios afim de facilita-los e torna-los mais controláveis. (TURBINO, 2000).

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Como abordado nos tópicos anteriores, para melhor entendimento do processo e apresentação de propostas para melhorias contínuas, a adoção por abordagem qualitativa trará as subdivisões sistêmicas empregada pela companhia no reparo dos conjuntos de força.

Figura 1 – Conjunto de Força e Motor Diesel de Locomotiva

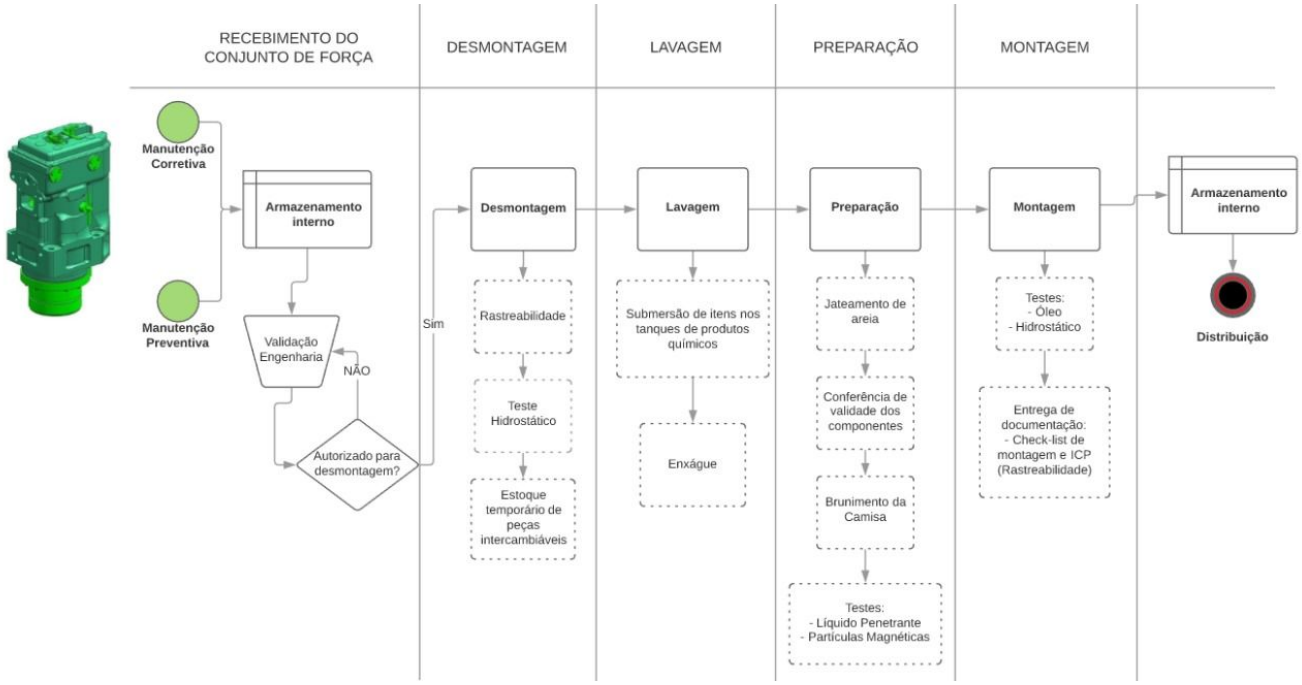


Fonte: imagem elaborada pelos autores

O entendimento do processo foi realizado através de uma visita técnica e um *brainstorming* com o coordenador da oficina de recuperação de componentes mecânicos, a fim de evidenciar os problemas

existentes no processo. O processo de recuperação do conjunto de força conta com 5 subdivisões, sendo elas: recebimento, desmontagem, lavagem, preparação e montagem.

Figura 2 – Fluxograma esquemático do processo de reparação do conjunto de força



Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 RECEBIMENTO

Uma ficha é anexa ao conjunto, onde o primeiro passo é conferir as informações contidas na mesma, juntamente com as informações que estão fisicamente no conjunto e, em seguida, levar para a engenharia e coordenação fazer a liberação para desmontagem, onde confere-se a instância (código de identificação do conjunto) e serial estão no estoque e se estão com o código e serial correto.

4.2 DESMONTAGEM

Após a liberação o mantenedor realiza a conferência da instância liberada com o físico do componente, caso necessário realiza a sua troca e prossegue com a desmontagem. Nesta etapa deve-se realizar o teste hidrostático em todos os conjuntos e caso a descrição da ocorrência que está na ficha seja vazamento interno ou micro trinca a camisa deve ser avaliada para envio em garantia ao fornecedor.

4.3 LAVAGEM

Após desmontagem, o componente é levado para o setor de lavagem. O processo de lavagem dos componentes é feito em um tanque, onde os componentes, inclusive os de pequeno porte, são submersos em uma solução aquosa, os mesmos permanecem no tanque de acordo com o procedimento e sujidade do produto, sendo retirados assim que está completa a remoção/dissolução dos resíduos impregnados.

4.4 PREPARAÇÃO

Depois que é retirado da lavagem alguns componentes saem com ferrugem devido ao processo e com alguns resíduos que não foram totalmente removidos. Sendo assim, todos os componentes devem ser lixados para retirar a corrosão. Alguns precisam passar pelo processo de jateamento, a fim de complementar a limpeza, outros devem ser retificados, passando pelo teste de trinca, que atualmente pode ser por magna flux (partículas magnéticas) ou líquido penetrante que é de acordo com o procedimento e precisa de deslocamento da área de preparação para a área do teste. Algumas camisas devem passar pelo brunimento, que é um processo de usinagem com o objetivo de corrigir a rugosidade da camisa, (também precisa ser deslocada para a área específica).

Depois de preparado, todas as peças passam por inspeção visual, algumas devem ser medidas para verificar se estão dentro da tolerância. Caso não estejam, devem ser avaliadas para decidir se tem como recuperar externamente ou se devem ser sucateadas.

4.5 MONTAGEM

Seguindo a montagem do componente, são feitos testes hidrostático e de óleo para verificar se a algum tipo de vazamento. Quando ocorre o vazamento os colaboradores fazem a análise para chegar a qual foi a causa.

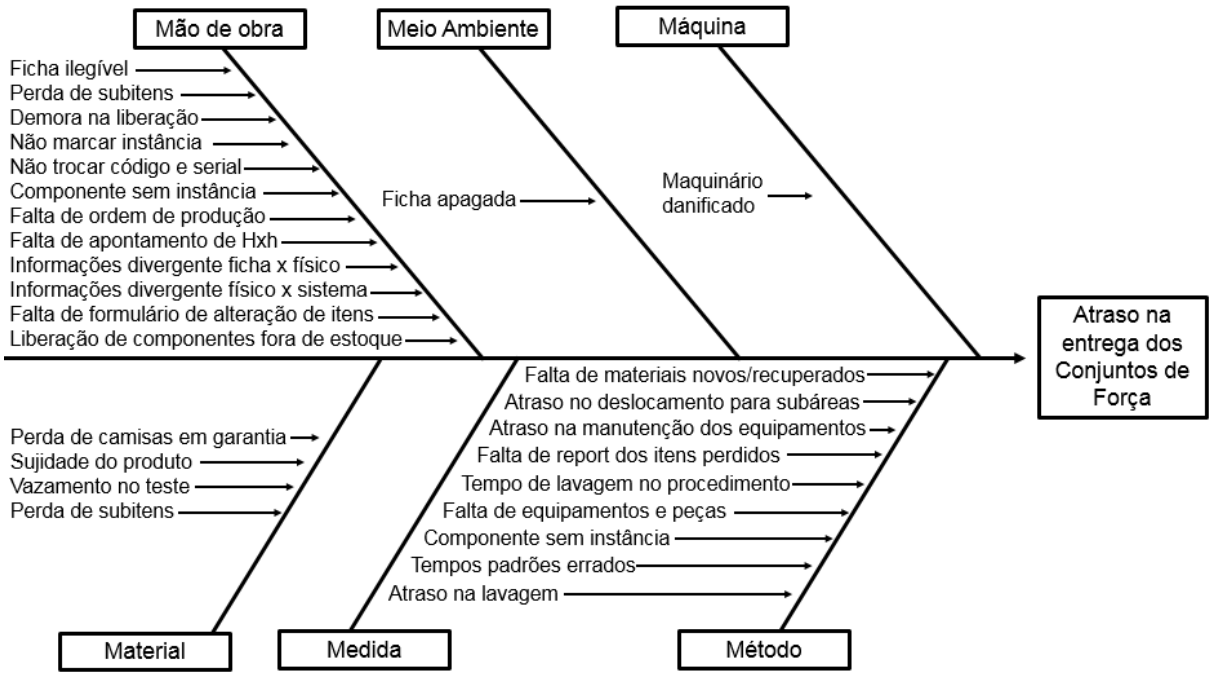
O fechamento da ordem de produção, finaliza o processo de montagem e segue para a embalagem e identificação, onde todos os passos estão de acordo com o procedimento operacional padrão, e preenchimento de check list’s, caso necessário.

4.6 ANÁLISE DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Uma vez feito a descrição das etapas do processo visto na visita técnica e com as informações coletadas no brainstorming com o coordenador, realizou-se o mapeamento dos problemas em caráter

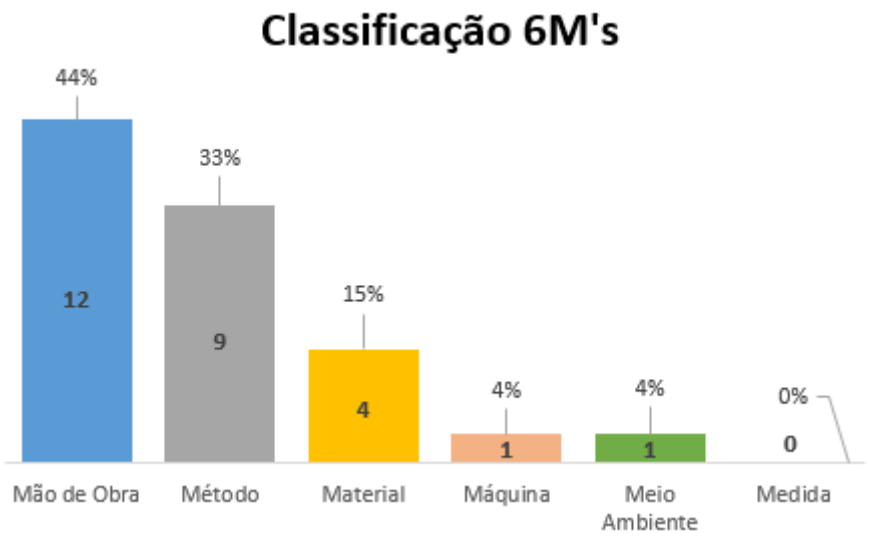
analítico, demonstrados nas Figuras 3 e 4, a seguir, através do diagrama de Ishikawa e gráfico da classificação 6M's.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4 – Gráfico da classificação 6M's



Fonte: Elaborado pelos autores

Através do diagrama de Ishikawa e do gráfico apresentado pode-se observar que os fatores mão de obra (44%) e método (33%) são os grandes responsáveis pelos atrasos na entrega dos conjuntos de força, que também sofre influência dos fatores: material (15%), meio ambiente e máquina (4% cada). Buscando a melhoria contínua do processo, foram elaborados os Quadros 1, 2 e 3, a seguir, esboçando algumas possíveis soluções para os problemas encontrados.

Quadro 1 – Problemas encontrados x possíveis soluções – Recebimento e desmontagem

Etapa	Problemas	Classificação 6M	Soluções
Recebimento	a) Ficha apagada	Meio Ambiente	1) Utilizar caneta para retroprojetor ao invés de caneta comum; 2) Substituir papel da ficha; 3) Informatizar dados do componente através de código de barras ou QR code.
	b) Ficha ilegível	Mão de Obra	
	c) Componente sem instância	Método Mão de Obra	1) Anotar a instância com marcador industrial, sempre que o componente retirado da locomotiva não tiver a mesma marcada; 2) Implementação de PDCA na unidade de envio do conjunto.
	d) Informações da ficha em divergência com o físico do conjunto de força	Mão de Obra	1) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo; 2) Criar passo a passo para desinstalação do componente; 3) Informatizar dados do componente; 4) Integração computacional ao procedimento, exigindo do colaborador a impressão da ficha diretamente do sistema utilizado pela companhia.
	e) Demora no processo de liberação por parte da engenharia e coordenação	Mão de Obra	1) Criar passo a passo para realização da atividade; 2) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo; 3) Habilitar mais colaboradores para realizar a atividade.
	f) Liberação de componentes que não estão no estoque	Mão de Obra	
Desmontagem	g) Não marcar a instância liberada no componente	Mão de Obra	1) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo; 2) Garantir que o colaborador que assine o check-list de recebimento confira todas as instâncias que estão fisicamente no conjunto.
	h) Perdas no número de camisas a serem enviadas para o fornecedor em garantia	Material	1) Criar controle de camisas a serem enviadas e que estão no fornecedor em garantia; 2) Verificar tempo contratual para devolução dos itens em garantia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Problemas encontrados x possíveis soluções – Lavagem, preparação e montagem

Etapa	Problemas	Classificação 6M	Soluções
Lavagem	i) Atraso na liberação de componentes por causa do volume de peças e priorização de outros componentes	Método	1) Criar roteiro de sequência de trabalho, de acordo com a chegada no setor e prioridade.
	j) Tempo mínimo que a peça precisa ficar mergulhada pelo procedimento	Método	1) Reavaliar tempo do procedimento; 2) Verificar tempo de substituição do produto; 3) Realizar testes com novos produtos.
	k) Tempo mínimo que a peça precisa ficar mergulhada pela sujidade do produto	Material	
Preparação	l) Falta de report e ressuprimento dos itens perdidos	Método	1) Criar formulário para relatar todos os itens perdidos durante o processo; 2) Criar planilha de controle para sinalizar e manter histórico dos itens que foram perdidos.
	m) Atrasos no deslocamento das peças para as áreas de testes e brunimento	Método	1) Adequar caminho para utilizar a paleteira elétrica no transporte das peças.
Montagem	n) Vazamentos durante os testes	Material	1) Verificar processo de montagem; 2) Verificar qualidade do material dos fornecedores; 3) Verificar possibilidade de teste de ultrassom ou outro teste para detecção de trincas.
	o) Falta de materiais novos (obrigatórios e ressuprimento das perdas) e recuperados	Método	1) Criar estoque mínimo e máximo dos itens de acordo com a produção semanal, mais margem de segurança; 2) Garantir a retirada dos materiais assim que a ordem de produção for aberta; 3) Realizar a programação somente quando todo material estiver no estoque (WIP).
	p) Divergência da instância físico x sistema	Mão de Obra	1) Realizar nova conferência da instância e demais informações antes de iniciar o processo de montagem.
	q) Falta de preenchimento e assinatura do formulário de alteração de itens	Mão de Obra	1) Assistente anotar no caderno os itens que não foram retirados na ordem de produção e avisar ao líder responsável; 2) Líder realizar de forma imediata o preenchimento e coleta da assinatura no formulário; 3) Assistente enviar no mesmo dia o formulário para o programador responsável e posteriormente conferir a alteração dentro da ordem de produção; 4) Criar passo a passo para a realização da atividade; 5) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo.

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 3 – Problemas encontrados x possíveis soluções - Gerais

Etapa	Problemas	Classificação 6M	Soluções
Gerais	r) Falta de abertura/impressão de ordens de produção	Mão de Obra	1) Abrir ordens de produção à mais que a demanda e de acordo com o histórico de consumo para sempre que necessário ter ordens abertas; 2) Realizar a impressão diária das ordens de produção.
	s) Tempos padrões para recuperação errados	Método	1) Realizar a cronoanálise para todos os itens.
	t) Falta de apontamento de Hxh (Homem hora) em ordem de produção	Mão de Obra	1) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo; 2) Incluir extrato de apontamento nas folhas de ordens de produção impressas diariamente; 3) Realizar a conferencia de apontamento antes de concluir a ordem de produção.
	u) Falta de equipamentos reserva e de peças consumíveis dos mesmos	Método	1) Mapeamento de todas a peças consumíveis e equipamentos utilizados no processo; 2) Aquisição dos equipamentos mais utilizados; 3) Estoque de peças consumíveis.
	v) Maquinário de apoio danificados	Máquina	1) Melhorar escopo de manutenção preventiva; 2) Aquisição de equipamento reserva para os mais utilizados.
	w) Atraso na manutenção de equipamentos	Método	1) Criar cronograma interno para acompanhamento das manutenções dos equipamentos; 2) Aumentar o estoque dos itens recuperados antes da manutenção dos equipamentos.
	x) Perda de subitens	Material Mão de Obra	1) Criar formulário para relatar todos os itens perdidos durante o processo.
	y) Não realização da troca de código e serial	Mão de Obra	1) Criar passo a passo para realização da atividade; 2) Treinamento para os colaboradores envolvidos no processo; 3) Habilitar mais colaboradores para realizar a atividade.

Fonte: Elaborado pelos autores

Os itens (c), (d), (f), (g), (n), (p), (x), descrevem deficiências que podem vir a influenciar na confiabilidade, uma vez que são problemas relacionados a rastreabilidade do componente e ao material utilizado. Aplicações de técnicas de gestão de qualidade são sugeridas nessas etapas a fim de identificar as causas raízes das deficiências e suas respectivas correções.

Os demais itens estão relacionados a produtividade do processo de manutenção, onde vale ressaltar que a gestão de pessoas auxiliará na correção de falhas provenientes dos colaboradores da companhia. O planejamento e a revisão de alguns procedimentos serão essenciais para a execução das atividades. Em casos em que as atividades estão sendo desempenhadas de forma errada, o treinamento de reciclagem dos colaboradores envolvidos será de grande importância.

Visto que a gestão de pessoas está ligada diretamente à produtividade, logo deve-se considerar que a segurança do trabalho intervém para que não ocorram excessos por parte de seus realizadores, então para os itens (i), (j), (s), que estão relacionados ao tempo que o colaborador executa a atividade, sugere-se a utilização das técnicas de cronoanálise afim de investigar os níveis de saturação das operações manuais, as zonas ergonômicas apropriadas para realização das atividades, com a finalidade de obter um tempo que seja compatível com a realização da atividade sem expor o colaborador a riscos. A segurança do trabalho tratará ainda do contato com produtos nocivos à saúde, item (k), mediante estudos mais aprofundados, poderá impor novas ferramentas capazes de auxiliar nas atividades, sem impactar produtividade, promovendo melhorias no ambiente de trabalho.

5. CONCLUSÃO

O estudo apresentou em seu decorrer todo o processo detalhado e identificou as deficiências, embasadas nas documentações fornecidas pela companhia, por inspeção e análise crítica por parte dos colaboradores entrevistados e da observação feita pelos autores deste trabalho.

Levando-se em conta o que foi observado, e a partir da metodologia empregada, constata-se que em sua maioria as inconformidades partem da mão de obra e do método, sendo esboçado no decorrer do presente estudo as possíveis soluções para correção das mesmas.

Salientamos que uma intervenção computacional poderia mitigar o risco da ilegibilidade das fichas, juntamente com a respectiva identificação de cada componente sem instância. Sendo assim, sugere-se o investimento na capacitação das pessoas inerentes a todo o processo, o investimento em tecnologias computacionais/sistêmicas para mitigação de erros pontuais advindos da ausência de planejamento em algumas operações, e adoção de novas técnicas operacionais, investindo na análise, criação e/ou reestruturação de alguns procedimentos.

Embora foi aplicado uma ferramenta de qualidade para suporte da análise de dados, a abordagem feita não contempla uma solução integral para o processo, onde sugere-se um aprofundamento dos estudos das inconformidades encontradas bem como das possíveis soluções apresentadas e aplicação de ferramentas da qualidade na prática produtiva, a fim de encontrar as causas raízes dos problemas e aplicar soluções de forma eficaz.

REFERÊNCIAS

BASTOS, André Luis Almeida. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como ferramenta de prevenção da qualidade em produtos e processos - uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem de engrenagem. XXVI ENEGEP, 2006. Fortaleza.

BHOTE, Keki R. Qualidade de Classe Mundial: usando o projeto de experimentos para melhoria. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

BRASIL. Lei n. 8.213 de 24 de jul.1991, que dispõe sobre os planos de benefícios da previdência social e dá outras providências. Planalto. Brasília, 24 de jul. 1991.

CARVALHO, Ana Luiza Martins. et al. Aplicação das ferramentas de qualidade para melhoria de processo em uma indústria de plástico. XXXVIII, 2018. Maceió.

CAVAZZONI, Fernando A. Motor elétrico de tração de corrente contínua. Contagem: O Lutador, 2008.

FILHO, Gil B.. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. 1 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

HEERDT, Mauri Luiz; LEONEL, Vilson. Metodologia científica e da pesquisa: livro didático. Disponível em: <http://www.fatecead.com.br/mpc/aula01_ebook_ unisulvirtual.pdf>. Acesso em: 17 Out. 2018.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MACHLINE, Claude. et al. Manual de administração da produção. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 1979.

PELLIN, Carolina de Mattos. et al. Aplicação da análise preliminar de riscos (APR) em uma pizzaria da região metropolitana de Curitiba. XXXVII ENEGEP, 2017. Joinville.

RODRIGUES, Marcos Vinicius. Ações para a qualidade: Gestão Estratégica e Integrada para a Melhoria dos Processos na Busca da Qualidade e Competitividade. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SAKAI, Jurandir. A importância da logística para a competitividade das empresas: estudo de caso na indústria do pólo de Camaçari. 2005. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2005.

SANTOS, Tiago Silva dos; ALVES, Lucas Fialho. Aplicação de métodos de previsão de demanda e gestão de estoque em um produto de um supermercado na cidade de Marabá-PA. XXXVII ENEGEP, 2017. Joinville.

SILVA, Edna Lúcia da Silva; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação. Disponível em <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/ Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf>. Acesso em: 17 Out. 2018.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. Atlas S.A: São Paulo, 2009.

SOUZA, Valdir C. de. Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle de Manutenção. 4 ed. São Paulo: All Print, 2011.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas S.A, 2000.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: Planejamento e Controle da Manutenção. 2.ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 2002.

YAMAUCHI, Fernanda. A gestão de pessoas no setor do agronegócio: um estudo sobre produtores de amendoim da região da Alta Paulista. 2017. 124f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista, Tupã, 2017.

Capítulo 25

VERIFICAÇÃO DE ADEQUAÇÃO DE UM HOSPITAL PÚBLICO FEDERAL AOS PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA QUALIDADE

Gustavo Silveira de Oliveira (gustavo.oliveira@dep.ufscar.br)
Isabela D'Alberto Pires(isapires96@gmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas e ferramentas da qualidade tem se tornado cada vez mais popular e atinge, atualmente, indústrias de manufatura e empresas de serviços em praticamente todos os setores da economia.

O uso dessas ferramentas pode variar com o porte, segmento ou abordagem de gestão escolhida (por exemplo, a Gestão da Qualidade Total – GQT ou os Modelos de Excelência em Gestão – MEG). Todas as abordagens, porém, apesar de diferirem em termos de ferramentas, se apoiam mais ou menos nos mesmos princípios, os princípios de gestão da qualidade.

Os princípios da gestão da qualidade, tal como são conhecidos, são um conjunto de constructos essenciais (por exemplo: "liderança" ou "foco no cliente") que devem estar presentes em qualquer empresa que diz adotar uma abordagem de gestão da qualidade, seja ela qual for.

Dessa forma, independentemente da abordagem de gestão escolhida por uma determinada empresa, deveriam estar presentes em sua gestão elementos que comprovassem a sua adequação aos princípios da qualidade.

A ligação entre as práticas de qualidade e os princípios da qualidade é tal que se pode verificar adequação aos princípios pela aplicação exitosa de um conjunto de práticas ou ferramentas da qualidade. Desta forma, pode-se afirmar que uma empresa que execute com êxito um determinado conjunto de práticas relacionadas ao cliente (por exemplo, pesquisa de satisfação, tratamento de reclamações, etc) possui o princípio "foco no cliente" bem implantado, pois está enraizado em práticas solidas, em sua rotina operacional.

É possível relacionar também a implantação dos princípios da qualidade a ganhos de produtividade e eficiência operacional (OLIVEIRA, 2017). De fato, uma gestão da qualidade eficiente trás diversos benefícios para a empresa, não só em termos de eficiência de resultados, mas também com relação ao próprio ambiente de trabalho e motivação dos funcionários.

A importância da gestão da qualidade é válida não somente em empresas de manufatura, que aplicam os princípios da qualidade a mais tempo, mas também no setor de serviços, onde sua aplicação é mais recente.

Em alguns segmentos específicos, como o hospitalar, a gestão da qualidade se torna crítica pelo fato de envolver vidas humanas. Além disso, a própria complexidade dos processos de trabalho faz do contexto hospitalar um contexto crítico para a qualidade. O contexto hospitalar público é ainda mais

crítico uma vez que lida com diversas dificuldades características dos serviços públicos tais como falta de infraestrutura, falta de pessoal capacitado e falta de recursos financeiros suficientes.

Nem por isso, estão esses hospitais justificados por apresentarem frequentemente uma má gestão de seus processos de trabalho. A essência mesmo da gestão está em tomar boas decisões em cenários desafiadores e executar o serviço com qualidade mesmo diante das dificuldades.

Neste contexto surge a seguinte questão de pesquisa: no contexto hospitalar público brasileiro sujeito à uma série de dificuldades e fatores limitantes, é possível verificar na prática diária a adequação aos princípios da qualidade que há tanto tempo são utilizados na manufatura?

Desta forma o objetivo do trabalho é verificar a adequação das práticas rotineiras de um hospital público brasileiro aos princípios de gestão da qualidade já validados em outros contextos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OS PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA QUALIDADE

Os princípios conhecidos e comumente adotados como princípios da qualidade podem ser encontrados facilmente em qualquer um dos modelos de excelência tais como o europeu (EFQM) e o americano (MBNQA). Também podem ser encontrados, de maneira menos direta e explícita, em requisitos normativos de sistemas padronizados de gestão como a ISO 9000. A Tabela 1 traz, em síntese, os principais princípios da qualidade consolidados nos modelos de excelência. Traz, além disso e à luz desses modelos, um link com os constructos utilizados no presente trabalho.

Além disso, o próprio histórico da literatura nos mostra uma evolução em termos de constructos, desde Saraph, Benson e Schroeder (1989) que propuseram o primeiro modelo até os modelos mais atuais que propõem adição de alguns outros constructos não existentes na primeira versão tais como planejamento estratégico e foco no cliente. A adição desses constructos reflete a evolução do próprio conceito de qualidade ao longo do tempo. A Tabela 2 ilustra essa evolução até o presente trabalho.

Tabela 1 – Síntese dos principais princípios do TQM nos modelos de excelência

Este trabalho	**EFQM (2003)**	**MBNQA (2007)**
Liderança e comprometimento	Liderança	Liderança
Envolvimento e participação da força de trabalho	Pessoas	Foco em recursos humanos
Gestão de Fornecedores	Parcerias e recursos	
Gestão por processos	Processos, produtos e serviços	Gestão de processos
Foco no Cliente	Processos, produtos e serviços	Foco no cliente e no mercado
Planejamento estratégico	Estratégia	Planejamento estratégico
Análise de fatos e dados relativos à qualidade		Mensuração, análise e gestão do conhecimento
Melhoria Contínua	Melhoria Contínua	Melhoria Contínua

Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 MENSURAÇÃO DOS PRINCÍPIOS

Os princípios são, de fato, constructos latentes, ou seja, que não podem ser medidos diretamente. Para acessar um constructo latente faz-se uso de variáveis indicativas, que se manifestam em forma de perguntas. Assim sendo, os princípios são acessados através de questionários contendo um número fixo de perguntas para cada constructo.

Diversos autores se preocuparam em desenvolver esses questionários, ou seja, esses instrumentos de coleta. Geralmente são feitas perguntas que são respondidas em escala Likert de cinco ou sete pontos que graduam o quão verdadeiro é aquela afirmação para determinada instituição.

A Tabela 3 mostra algumas perguntas que frequentemente são utilizadas na literatura para medição de alguns constructos ligados à gestão da qualidade.

Tabela 2 – Evolução do modelo TQM

Saraph *et al.* (1989)	Flynn *et al.* (1995)	Ahire *et al*. (1996)	Brah et al. (2002)	Sila and Ebrahimpour (2005)	Escrig-Tena *et al*. (2011)
Liderança da gestão	Suporte da alta direção	Comprometimento da alta direção	Liderança da alta direção	Liderança	Liderança
Treinamento		Treinamento do empregado	Foco em recursos humanos	Gestão de recursos humanos	Gestão de recursos humanos
Relações entre empregados	Gerenciamento da força de trabalho	Envolvimento do empregado	Foco em recursos humanos	Gestão de recursos humanos	Gestão de recursos humanos
Dados da qualidade	Informação da qualidade	Uso da informação da qualidade	Informação e análise	Informação e análise	
Gestão da qualidade do fornecedor	Envolvimento do fornecedor	Gestão da qualidade do fornecedor	Performance do fornecedor	Gestão de fornecedores	Gestão de fornecedores
Design do produto	Design do produto	Design para qualidade			
Gestão de processos	Gestão de processos	Uso de técnicas estatísticas	Foco em processo	Gestão de processos	Gestão de processos
	Envolvimento do cliente	Foco no cliente	Foco no cliente	Foco no cliente	Foco no cliente
			Planejamento corporativo	Planejamento Estratégico	Planejamento Estratégico

Tabela 3 – Constructos TQM e suas variáveis indicativas na literatura

Constructos e suas variáveis	Autores
(1) Liderança (LD)	
LD1 - Em que grau a empresa tem metas de qualidade claramente definidas pela alta administração?	Ahire *et al.* (1996), Brah *et al* . (2002), Hung *et al.* (2011), Kaynak (2003),
LD2 - Em que grau a alta administração aloca recursos com o intuito de melhorar a qualidade?	Ahire *et al* . (1996), Hung et al. (2011), Kumar et al. (2011), Macinati (2008)
LD3 - Em que grau a alta administração vê qualidade como mais importante que outros objetivos, tais como custo e prazo?	Ahire *et al* . (1996), Brah et al. (2002), Kaynak (2003), Kumar et al. (2011)
LD4 - Em que grau os gerente encorajam e participam no processo de melhoria contínua?	Escrig-Tena et al. (2011), Zu (2009), Kaynak (2003), Talib et al. (2014)
(2) Foco no Cliente (FC)	
FC1 - Em que grau as necesidades e expectativas dos clientes são conhecidas e entendidas pelos membros da diretoria?	Ahire et al. (1996), Talib *et al* . (2014), Brah et al. (2002), Rahman and Bullock (2005)
FC2 - Qual o grau de frequencia e seriedade com o qual a empresa conduz pesquisas de satisfação e as utiliza como forma de melhorar os resultados?	Escrig-Tena et al. (2011), Zu (2009), Talib et al. (2014)
FC3 - Qual o grau de prioridade que é dado ao tratamento das reclamações de clientes insatisfeitos?	Lam *et al* . (2012), Brah et al. (2002), Kumar et al. (2011)
FC4 - Qual o grau de qualidade do serviço de pós venda, incluindo garantias, oferecido pela empresa aos clientes?	Lam *et al* . (2012), Brah et al. (2002), Sharma and Kodali (2008)
(3) Planejamento Estratégico (PE)	
PE1 - Qual o grau de conhecimento e envolvimento dos empregados, clientes, fornecedores e acionistas no planejamento estratégico da empresa?	Brah *et al* . (2002), Talib et al. (2014), Bou-Llusar et al. (2009)
PE2 -Qual o grau em que o planejamento estratégico está linkado com valores da qualidade (foco no cliente, etc) ?	Lam *et al* . (2012), Brah et al. (2002), Macinati (2008)
PE3 - Qual o grau em que os objetivos estratégicos são transformados em metas operacionais mensuráveis?	Escrig-Tena *et al* . (2011), Bou-Llusar et al. (2009)
PE4 - Qual o grau de utilização dos resultados de planejamentos estratégicos anteriores na formação de um novo planejamento estratégico?	Tarí *et al* . (2007)
(4) Gestão de Fornecedores (GF)	
GF1 - Qual o grau em que os fornecedores são obrigados a cumprir requisitos de qualidade?	Demirbag et al. (2006), Talib et al. (2014), Ahire et al. (1996), Kaynak (2003)
GF2 - Qual o grau em que qualidade é o principal critério para seleção de fornecedores?	Talib et al. (2014), Kaynak (2003), Ahire et al. (1996)
GF3 - Qual o grau de cooperação dos fornecedores em resolver problemas da qualidade e em melhorar o desempenho dos processos?	Brah et al. (2002), Kaynak (2003), Escrig-Tena et al. (2011)
GF4 - Qual o grau de frequência e eficiência com que são conduzidas auditorias nos fornecedores e seus resultados são utilizados para melhoria da qualidade?	Demirbag et al. (2006), Sharma and Kodali (2008)
(5) Gestão de Processos (GP)	
GP1 - Qual o grau em que a empresa usa técnicas e ferramentas de melhoria contínua para aumentar o desempenho do processo produtivo?	Talib et al. (2014), Bou-Llusar et al. (2009), Tarí et al. (2007)
GP2 - Em que grau os processos são sistematicamente mensurados controlados e gerenciados?	Bou-Llusar et al. (2009), Tarí et al. (2007)
GP3 - Em que grau os processos são controlados utilizandos ferramentas estatísticas (e não somente dependem da inspeção)?	Demirbag *et al.* (2006), Macinati (2008), Lakhal *et al.* (2006)
GP4 - Em que grau as tarefas estão explicitamente definidas e documentadas?	Escrig-Tena et al. (2011), Kaynak (2003)
(6) Gestão de recursos humanos (GRH)	
GRH1 - Qual o grau frequencia e eficiência em que a satisfação dos empregados é medida e ações são tomadas sobre o resultado?	Lam et al. (2012), Sharma and Kodali (2008)
GRH2 - Em que grau a empresa tem, e segue, um programa de capacitação dos funcionários?	Brah et al. (2002), Bou-Llusar et al. (2009), Escrig-Tena et al. (2011)
GRH3 - Em que grau os empregados são encorajados a participar no programa de melhoria da qualidade?	Ahire et al. (1996), Kaynak (2003), Demirbag et al. (2006), Escrig-Tena et al. (2011)
GRH4 - Em que grau os funcionários são avaliados e reconhecidos por seus esforços para melhorar a qualidade?	Demirbag et al. (2006), Kaynak (2003), Zu (2009)

Fonte: Elaborado pelos autores

2.3 O CENÁRIO: HOSPITAL PÚBLICO DE PEQUENO PORTE

O ambiente hospitalar, por sua complexidade e pela importância dos serviços prestados à população, é um ambiente ao mesmo tempo desafiador e relevante (Bonato, 2011). Isso é válido sobretudo no campo da gestão.

Para Ruthes e Cunha (2007) a complexidade dos hospitais é dada pela grande dinâmica operacional pois, além de englobar um grande número de setores em sua estrutura organizacional, possui como característica a prestação de um serviço com uma alta variabilidade de atividades interdependentes em que o objetivo em cada atendimento é o cuidado ao paciente.

Na mesma linha, Gadelha (2010) aponta que organizações de saúde tão complexas, como hospitais, possuem muitos desafios atrelados ao seu sistema de funcionamento e que comprometem diretamente a eficiência organizacional. Em alguns casos extremos, estes desafios atingiram tal ponto de colapso que muitas instituições de saúde foram obrigadas a encerrarem suas atividades (BARROS, 2014).

Para Dantas (2002), dentre os principais desafios atravessados pela organização hospitalar estão: (1) a falta de concorrência e da aplicação de leis de mercado, também apontadas por Porter e Teisberg (2007); (2) a alta variabilidade de serviços, dado que cada paciente necessita de um tipo diferente de atendimento ou tratamento; (3) o consumo do serviço é realizado imediatamente após a prestação do mesmo, dificultando o controle de qualidade; (4) os serviços oferecidos são executados por profissionais de diferentes áreas, formação, nível de escolaridade e diferentes objetivos; (5) os médicos demonstram forte resistência aos programas de qualidade, em virtude do controle geralmente aplicado nestes programas que ameaça sua autonomia dentro da organização.

Essa lacuna é ainda maior quando nos deparamos com a gestão hospitalar pública. São grandes os desafios, tanto técnicos quanto de gestão que o SUS deve enfrentar para ser possível prestar o adequado nível de atendimento à saúde que a população brasileira necessita.

Dentre esses obstáculos se encontram a questão financeiro-orçamentária, a questão de infraestrutura e a questão do nível técnico dos profissionais atuantes no sistema, aliados a desafios inerentes à ampla abrangência territorial e a alta demanda pelos serviços (MENDES e BITTAR, 2014). Todos esses desafios, presentes no cenário atual, tornam o SUS e suas entidades, objetos de estudo relevantes, sobretudo no campo da gestão.

Outros problemas frequentemente encontrados no meio público de atendimento a saúde são as enormes filas de espera para utilização de diversos serviços, a falta de leitos para pacientes, a superlotação de quartos e corredores, a falta de equipamentos, materiais e até medicamentos necessários para o atendimento dos pacientes, o alto índice de absenteísmo e desmotivação dos funcionários, entre outros (NEGRI FILHO, 2016). Na maioria dos casos, esses problemas poderiam ser evitados ou pelo menos amenizados com uma gestão eficiente do sistema público.

Neste cenário, a aplicação eficiente dos princípios da gestão da qualidade, através de práticas consistentes, é de extrema importância para elevar o nível da qualidade do serviço prestado.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Visto que o objetivo central desta pesquisa é verificar a adequação de um hospital universitário federal aos princípios da gestão da qualidade, o método de pesquisa utilizado foi o de estudo de caso qualitativo, descritivo e aplicado.

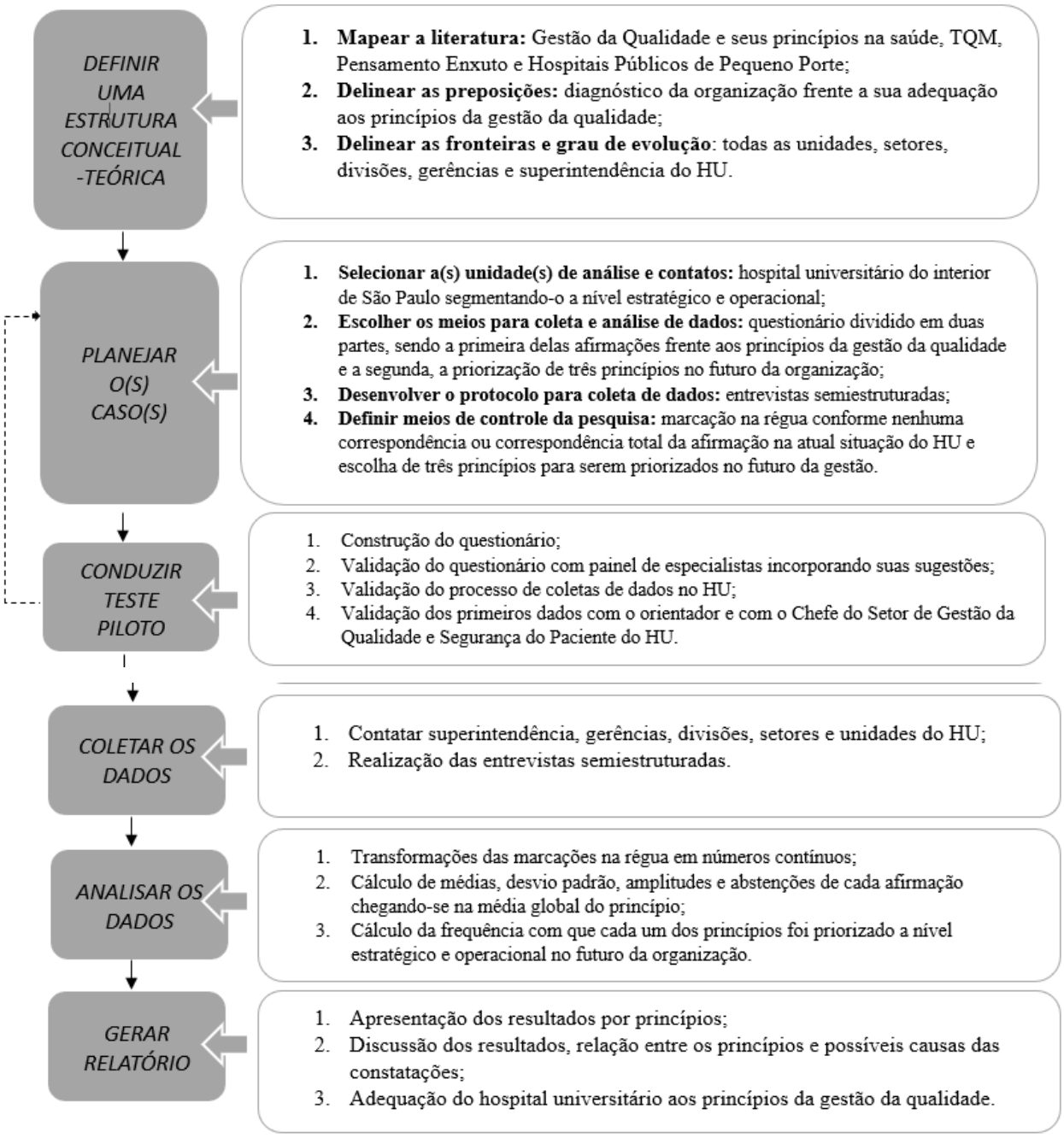
A unidade de análise escolhida no estudo foi um hospital universitário do interior de São Paulo onde os autores aplicaram um questionário com o intuito de acessar as práticas de gestão da qualidade de fato implantadas junto aos times do hospital. Juntamente com a aplicação dos questionários, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas anônimas de forma a ampliar a quantidade de informação coletada para análise.

A primeira etapa do questionário consistia em, através de uma régua contínua de escala de 0-10, incentivar o entrevistado a realizar uma marcação na régua conforme o grau de correspondência de cada afirmação ali exposta a sua realidade atribuindo nota 0 caso não houvesse nenhuma correspondência e nota 10 caso houvesse correspondência total.

O entrevistado também era encorajado a escolher 3 dos princípios da qualidade que, em sua opinião, deveriam receber certo destaque e priorização em momentos futuros. Essa pergunta nos ajuda a entender se existe unidade em termos de perspectivas futuras no âmbito da qualidade.

Toda a condução do estudo de caso baseou-se na metodologia de Miguel (2007) detalhada na Figura 1.

Figura 1– Etapas da condução do presente estudo de caso



Fonte: Adaptado de Miguel (2007)

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após aplicados 28 questionários a nível operacional (chefes de setor e de unidade) e 4 a nível estratégico (superintendência, gerentes e chefes de divisão), foram feitas algumas considerações quanto aos resultados encontrados. Considerou-se a média, o desvio padrão, a amplitude e o número

de abstenções como critério de análise das afirmações na primeira etapa e na segunda etapa considerou-se a frequência com que cada princípio fora escolhido.

De maneira geral constataram-se amplitudes de respostas expressivamente altas em praticamente todas as afirmações a nível operacional.

Além disso notou-se uma tendência dos colaboradores em pontuar as afirmações com notas boas mesmo que seus comentários explicitasse uma insatisfação com aquela prática específica. O medo em ter a nota revelada pode ter tendenciado as notas para cima.

Partindo para a análise específica de cada princípio e considerando Liderança e comprometimento da alta gestão como base para todos os outros, para Milan, Pretto e Pigozzi (2005) a condução do processo da qualidade em uma organização é responsabilidade indelegável da alta administração. O estabelecimento de objetivos claros e factíveis e a promoção, divulgação e estímulo de práticas e abordagens de gestão da qualidade por parte da alta administração (MAEKAWA; CARVALHO; OLIVEIRA, 2013) são elementos fundamentais para o sucesso da implementação de qualquer sistema de gestão da qualidade.

Após a condução das entrevistas pôde-se evidenciar uma insatisfação geral quanto à falta de clareza da liderança, sobretudo quanto à comunicação das metas institucionais. Tanto o corpo operacional quanto estratégico enfatizou que existe uma falha de comunicação e divulgação de informações.

Ainda quanto á Liderança, é válido ressaltar que o princípio obteve a melhor média global considerando somente os questionários aplicados no nível estratégico, enquanto 25% da equipe operacional escolheu esse princípio como foco de atuação futura, apontando oportunidades de melhoria.

Vê-se, portanto, desde o primeiro e mais importante princípio, uma discordância entre as equipes estratégica e operacional.

Quanto ao Planejamento Estratégico, foi evidenciado a falha no estabelecimento de políticas claras de gestão. O hospital, de fato, não adota nenhum tipo de modelo de gestão específico, ficando a cargo de cada setor individualmente a condução de seus ciclos de melhoria. As discussões sobre o modelo de gestão a ser adotado fica restrita a alta gestão com pouca participação de colaboradores, parceiros e clientes. Isso cria um distanciamento ainda maior entre a liderança e a força de trabalho.

Com relação ao princípio Foco no cliente, não se foi possível observar consenso quanto a relevância e priorização das necessidades dos clientes e a incorporação de seus feedbacks para prover melhorias

ao hospital. A nível operacional, esse princípio teve a melhor média global mas, em contrapartida, foi escolhido por 40% dos entrevistados como sendo o foco de melhoria em futuras ações de gestão.

Cabe aqui perceber que o foco no cliente é a essência do cotidiano operacional do profissional da saúde, que é focado no cuidado integral do paciente. Nesse sentido, dar uma nota baixa a esse princípio implicaria em admitir uma má execução do seu trabalho, o que justificaria a nota alta neste quesito. Em contrapartida, o anseio de sempre melhorar o atendimento, anseio este evidenciado em boa parte dos colaboradores operacionais poderia justificar o fato de 40% da força de trabalho priorizar esse principio em ações futuras. Essa contradição se pode resumir na fala de um dos entrevistados que diz: “Está muito bom, mas ainda pode melhorar”.

O princípio de Medição de desempenho também mostrou um desalinhamento entre a gestão e a operação do hospital. Enquanto alguns afirmam que não existem indicadores estruturados, outros afirmam que eles existem, porém, predominantemente nos âmbitos estratégicos. Mais uma vez fica clara a falha na comunicação tanto no sentido vertical (líder-liderado) quanto no sentido horizontal, ou seja, entre os próprios setores operacionais. Pôde-se perceber que alguns setores utilizam muitos indicadores de desempenho e outros não utilizam nenhum, não existe, portanto, um nivelamento do grau de gestão aplicado nos diversos setores.

Dentro da Gestão de processos foi evidenciada a presença de ferramentas como os Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) e os fluxogramas. Apesar disso, a interação entre os processos e das áreas do HU obteve a pior média, considerando os questionários aplicados no nível estratégico, evidenciando uma falta de interligação e alinhamento primeiramente entre as gerências e por consequência, entre os níveis operacionais.

Dentro do princípio do Envolvimento e participação da força de trabalho, foi consensualmente mencionado o problema de comunicação e cooperação entre as equipes do hospital. Os colaboradores pouco participam de treinamentos, que ocorrem apenas quando existe verba, e do processo de tomada de decisão. Reforçando esse problema, esse princípio foi ainda escolhido por 50% dos entrevistados como sendo o segundo mais importante a ser priorizado no futuro da organização.

O que chama atenção para discussão no princípio da Gestão dos fornecedores foi o número elevado de abstenções de respostas operacionais e estratégicas. A seleção de fornecedores fica restrita a área de compras e suprimentos mostrando um distanciamento grande dos demais colaboradores a esse processo da organização. Aqueles que responderam pontuaram a limitação do hospital em requerer insumos de qualidade já que, por ser tratar de uma organização pública, a seleção de fornecedores é

realizada por licitações/ pregões que priorizam os critérios de menor preço em detrimento aos de qualidade.

O princípio da Melhoria contínua e cultura de gestão está relacionado praticamente com todos os outros e vem reforçar as evidências coletadas nos princípios anteriores. Obteve uma média incrivelmente baixa tanto a nível operacional quanto a nível estratégico. Os comentários feitos deixam claro a fragilidade ou inexistência de uma cultura organizacional de melhoria contínua dentro da organização, o que justifica vários dos pontos verificados nos constructos anteriores tais como a falta de comunicação, baixo alinhamento entre as áreas e falta de nivelamento quanto ao uso de indicadores.

Apesar disso, evidenciou-se uma alta valorização da melhoria contínua, apontada por muitos como sendo essencial e indispensável dentro do hospital.

5. CONCLUSÕES

De acordo com Peters e Waterman Jr. (1982), o sucesso das organizações na implantação de modelos de gestão da qualidade está relacionado com a incidência de uma cultura corporativa fortemente unificada em que a alta administração das organizações constrói tal cultura por meio da articulação de um conjunto de valores. Tais valores devem ser reforçados com políticas formais e informais e partilhados e respeitados por todos os colaboradores, levando-os ao máximo compromisso (WILSON, 1997).

Na pesquisa realizada foi possível observar uma falta de cultura voltada a gestão da qualidade junto a um baixo comprometimento da liderança, falha de comunicação em todos os níveis organizacionais, desalinhamento entre gerências do hospital e entre os próprios colaboradores. Foi possível destacar que, a nível estratégico, cada respondente escolheu um princípio diferente a ser priorizado no futuro da organização, o que evidencia inclusive uma falta de visão de futura conjunta entre os gestores.

Não se tem claro o que se almeja para o HU e, por consequência, não está difundido na cultura organizacional presente quais são os valores, políticas e práticas de gestão da qualidade que levarão o hospital a alcançar sua visão e excelência como estabelecimento de saúde.

Ademais, embora se espere menos problemas de comunicação em pequenas empresas, isto foi visto como um ponto fraco do HU comprometendo o seu funcionamento ao se tratar de um fator crítico de sucesso.

Assim, foi possível concluir que as práticas de gestão no objeto de estudo, que são executadas de maneira isolada e sem a devida amplitude, não estão adequadas ao conjunto mínimo de práticas exigidas para organizações que implementam os princípios de gestão da qualidade.

As principais evidências que levaram a essa conclusão foram (1) a falta de comprometimento da alta liderança, princípio de toda qualidade; (2) a falta de uma cultura da qualidade disseminada e compreendida por todos, garantindo uma unicidade em termos de gestão, (3) falha no alinhamento tanto no sentido vertical (líder-liderado) quanto no sentido horizontal (entre setores), o que prejudica gravemente a qualidade do serviço fornecido e (4) o desnivelamento das práticas de gestão, aplicadas com certa excelência em alguns poucos setores e definitivamente ausentes em outros.

Desta forma, o HU deve atuar fortemente no sentido de corrigir as falhas detectadas, iniciando pela conscientização da alta gestão e o desenvolvimento de uma cultura da qualidade, de modo a poder, no futuro, alcançar níveis mais altos de gestão.

REFERÊNCIAS

AHIRE, S.L.; GOLHAR, D.Y.; WALLER, M.A.. Development and Validation of TQM Implementation Constructs. Decision Sciences,v. 27, n. 1, p.23–56, 1996.

BARROS, R.T. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares: uma análise sobre sua gestão no contexto institucional do hospital das clínicas da UFPE. UFPE, v. Mestrado, 2014.

BONATO, V. L. Health quality management: improving support to client. [s.l.: s.n., s.d.]. O mundo da saúde, p. 319-331, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/gestao_qualidade_saude_melhorando_assistencia_cliente.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

BOU-LLUSAR, J.C.; ESCRIG-TENA, A.B.; ROCA-PUIG, V.; BELTRA N-MARTIN, I. An empirical assessment of the EFQM Excellence Model: evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA Model. Journal of Operations Management, v. 27, n. 1, p. 1-22, 2009.

BRAH, S.A.; LEE, S.L.; RAO, B.M. Relationship between TQM and performance of Singapore companies. International Journal of Quality and Reliability Management, v.19, n. 4, p.356–379, 2002.

DANTAS, G.; JÚNIOR, G.; MILANO, M. Qualidade total e administração hospitalar: explorando disjunções conceituais. Ciência & Saúde Coletiva, p. 325–334, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/csc/v7n2/10251.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

DEMIRBAG, M.; TATOGLU, E.; TEKINKUS, M.; ZAIM, S. An analysis of the relation- ship between TQM implementation and organizational performance: evidence from Turkish SMEs. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 17, n. 6, p. 829–847, 2006.

ESCRIG-TENA, A.B.; BOU-LLUSAR, J.C.; BELTRA ´N-MARTIN, I.; ROCA-PUIG, V. Modelling the implications of quality management elements on strategic flexibility. Advances in Decision Sciences, v.1, n. 1, p.1-27, 2011.

FLYNN, B.B.; SCHROEDER, R.G.; KIBARA, S. The impact of quality management practices on performance and competitive advantage. Decision Sciences, v. 26, p. 659–691, 1995.

GADELHA, C.A.G. A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-industrial. [s.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/6t3hs>.

HUNG, R.Y.Y.; LIEN, B.Y.H.; YANG, B.; WU, C.M.; KUO, Y.M. Impact of TQM and organizational learning on innovation performance in the high-tech industry. International Business Review, v. 20, n. 2, p. 13-25, 2011.

KAYNAK, H.. The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. Journal of Operations Management,v. 34, n. 2, p. 1-31, 2003.

KUMAR, R.; GARG, D.; GARG T.K. Total quality management success factors in North Indian manufacturing and service industries. The TQM Journal, v. 23, n. 1, p. 36-46, 2011.

LAKHAL, L.; PASIN, F.; LIMAM M. Quality management practices and their impact on performance. International Journal of Quality& Reliability Management, v. 23, n. 6, p. 625-646, 2006.

LAM, S.Y.; LEE, V.H.; OOI, K.B. A structural equation model of TQM, market orientation and service quality: Evidence from a developing nation. Managing Service Quality, v. 22, n. 3, p. 281-309, 2012.

MACINATI, M.S. The relationship between quality management systems and organizational performance in the Italian National Health Service. Health Policy, v.85, n. 2, p. 228-241, 2008.

MAEKAWA, R.; CARVALHO, M.M.; OLIVEIRA, O.J. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. Gestão & Produção, São Carlos, v.20, n. 4, p. 763 – 779, 2013.

MENDES, J.D.V.; BITTAR, O.J.N.V. Perspectiva e desafios da gestão pública no SUS. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v.16, n.1, p. 35-39, 2014.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
MILAN, G.S.; PRETTO, M.R.; PIGOZZI, P.R. A relação entre a gestão da qualidade e a cultura organizacional: um estudo de caso ambientado em uma fábrica de embalagens de papelão. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2005, Anais... 2005, p.1-8.

NEGRI FILHO, A. A. Bases para um debate sobre a reforma hospitalar do SUS: as necessidades sociais e o dimensionamento e tipologia de leitos hospitalares em um contexto de crise de acesso e qualidade. São Paulo: [s.n.], v. 1, p. 343-59, 2016.

OLIVEIRA, G.S. Investigação da implementação da gestão da qualidade total: um estudo empírico em pequenas e médias empresas brasileiras certificadas pela ISO 9001. 2017. 97f. Tese (Doutorado em Gestão da Qualidade) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

PETERS, T.J.; WATERMAN, R. J. In search for excellence: lessons from American's best run companies. Nova York: Harper & Row, 1982.

PORTER, Michael E.; TEISBERG, Elizabeth Olmsted. Repensando a saúde: estratégias para melhorar a qualidade e reduzir os custos. Bookman Editora, São Paulo, 2007.

RAHMAN, S.; BULLOCK, P. Soft TQM, hard TQM, and organizational performance relationships: an empirical investigation. Omega, v. 33, p. 73-83, 2005.

RUTHES, R.M; CUNHA, I. C.K.O. Os desafios da administração hospitalar na atualidade. Ras, v. 9, n. 36, p. 93–102, 2007.

SARAPH, V.J.; BENSON, P.G.; SCHROEDER, R.G. An Instrument for Measuring the Critical Factors of Quality Management. Decision Sciences, v. 20, p. 457-478, 1989.

SHARMA, M., KODALI, R. TQM implementation elements for manufacturing excellence. The TQM Magazine, v. 20, n.6), p.599-621, 2008.

SILA, I.; EBRAHIMPOUR, M. Critical linkages among TQM factors and business results.” International Journal of Operations& Production Management, v. 25, n. 11, p. 1123-55, 2005.

TALIB, F.; RAHMAN, Z; AKHTAR, A.. An instrument for measuring the key practices of total quality management in ICT industry: an empirical study in India. Service Business, v.7, n. 2, p.275-306, 2014.

TARÍ, J.J.; MOLINA, J. F.; CASTEJ´, J. L. The relationship between quality management practices and their effects on quality outcomes. European Journal of Operational Research, v. 183, n. 2 , p. 483–50, 2007.

Zu, X.. Infrastructure and core quality management practices: how do they affect quality? International Journal of Quality& Reliability Management, v. 26, n. 2, p. 129-49, 2009.

WILSON, A.M. The nature of corporate culture servie within a service delivery environment. International Journal of Service Industry Management, v.8, n.1, p.87-102, 1997.

ANEXO – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Questionário de adequação do Hospital Universitário aos princípios da gestão da qualidade

( ) Superintendência ( ) Gerente ( ) Chefe de divisão ( ) Chefe de setor ( ) Chefe de unidade

Primeira etapa: Faça uma marcação na régua de acordo com o grau correspondência da afirmação na atual situação do Hospital Universitário, considerando que

0: Nenhuma correspondência **10: Correspondência total**

Liderança e comprometimento da alta gestão	O hospital universitário possui metas institucionais claramente definidos pela alta gestão. 0 10	**Observações:**
	A alta gestão aloca recursos com o intuito de melhorar a qualidade do serviço oferecido. 0 10	**Observações:**
	A qualidade é vista pela alta gestão como mais importante do que outros objetivos. 0 10	**Observações:**
	A alta gestão promove discussões sobre a importância da qualidade e sua priorização dentro da organização. 0 10	**Observações:**
Planejamento estratégico	A alta gestão elabora o planejamento estratégico da organização antes de um novo ciclo, estabelecendo modelos de gestão, politicas institucionais e objetivos. 0 10	**Observações:**

Planejamento estratégico	**Clientes (usuários/alunos), colaboradores e parceiros participam do planejamento estratégico do hospital.** **0** **10**	**Observações:**
	O planejamento estratégico está relacionado com os fundamentos da qualidade, como por exemplo, foco no cliente (usuário/aluno). 0 10	**Observações:**
Foco no cliente (usuário/aluno)	As necessidades e expectativas do cliente (usuário/aluno) e sua família são conhecidas e entendidas pela alta administração, garantindo-lhe qualidade no cuidado prestado. 0 10	**Observações:**
	Existe um canal aberto de pesquisas de satisfação do paciente e seus familiares, incorporando sugestões para melhorar a qualidade dos resultados. 0 10	**Observações:**
	É dado um alto grau de prioridade para as reclamações do paciente e seus familiares, com respectivo feedback para eles. 0 10	**Observações:**
Medição de desempenho	Os objetivos estratégicos são transformados em metas operacionais mensuráveis. 0 10	**Observações:**
	Os processos operacionais possuem em sua totalidade indicadores de medição do seu desempenho. 0 10	**Observações:**

Medição de desempenho	**A tomada de decisão por parte da alta gestão é baseada na análise regular dos medidores de desempenho existentes.** **0** **10**	**Observações:**
Gestão de processos	Os processos do estabelecimento de saúde estão mapeados e documentados. 0 10	**Observações:**
	Os mapas e documentos dos processos são seguidos por todos do estabelecimento de saúde. 0 10	**Observações:**
	Os mapas e documentos dos processos estão atualizados e sofrem atualizações regulares. 0 10	**Observações:**
	Existe um entendimento da interação entre os processos das áreas envolvidas. 0 10	**Observações:**
Melhoria contínua e cultura de gestão	O estabelecimento de saúde possui uma cultura para a melhoria contínua. 0 10	**Observações:**
	O estabelecimento de saúde possui uma cultura de identificação e eliminação dos desperdícios. 0 10	**Observações:**

Melhoria contínua e cultura de gestão	**O hospital utiliza do aprendizado organizacional no planejamento e execução de novos ciclos de melhoria.** **0** **10**	**Observações:**
Envolvimento e participação da força de trabalho	Equipes multiprofissionais são formadas para o tratamento, apoio e estudo do paciente e do seu caso, não existindo problemas de comunicação. 0 10	**Observações:**
	Os colaboradores estão envolvidos na tomada de decisão do dia-a-dia da organização. 0 10	**Observações:**
	Ocorrem treinamentos e capacitações dentro do hospital e/ou colaboradores são incentivados a participarem de seminário e workshops. 0 10	**Observações:**
	Os colaboradores são frequentemente reconhecidos segundo seus esforços para melhorar a qualidade. 0 10	**Observações:**
Gestão dos fornecedores	O hospital possui uma seleção dos fornecedores baseado em critérios da qualidade. 0 10	**Observações:**
	Os fornecedores são obrigados a cumprir requisitos da qualidade na entrega de seu produto/serviço. 0 10	**Observações:**

Gestão dos fornecedores	**O hospital trabalha em colaboração mútua com os fornecedores para resolver problemas da qualidade e prover melhorias no desempenho dos processos.** **0** **10**	**Observações:**

Segunda etapa: Considerando os princípios de gestão destacados em negrito (**a. Liderança e comprometimento da alta gestão, b. Planejamento estratégico, c. Foco no cliente (usuário/aluno), d. Medição de desempenho, e. Gestão por processos, f. Melhoria contínua e cultura de gestão, g. Envolvimento e participação da força do trabalho e h. gestão dos fornecedores**), se fosse possível escolher **apenas três deles** para serem priorizados e investidos no **futuro** da gestão do hospital, os mesmos seriam, em ordem de preferencia

1.

2.

3.

Capítulo 26

APLICAÇÃO DE CADEIAS DE MARKOV PARA ANÁLISE DE VARIAÇÃO DO DÓLAR AMERICANO

Marcelo Henrique Bolson (Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - mhbolson@ucs.br)
Lucas de Carvalho Borella (Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - lcborella@ucs.br)
Fernanda Tomé (Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - ftome1@ucs.br)
Bruna Caroline Orlandin (Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - bcorlandin@ucs.br)
Leandro Luis Corso (Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - llcorso@ucs.br)

Resumo: O presente artigo apresenta um estudo de Cadeias de Markov para a análise de variação do dólar americano. O estudo teve como base histórica os anos de 2017, 2018 e os meses iniciais de 2019, aplicando o método segmentado por ano. As maioress incidências de variação ocorreram de -0,5% a 0% e de 0% a 0,5%, o que sugere que a probabilidade de aumento e redução sejam praticamente os mesmos.

Palavras-chave: Cadeias de Markov, Dólar, Mercado Financeiro.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vive uma crise econômica que segundo Mascaro (2016), também é decorrente do modelo econômico presente, baseado em uma crescente exportação de produtos primários. Quando os preços desses produtos caem no mercado internacional, a crise econômica é internalizada, levando o país à situação que se encontra neste momento. O preço desses produtos primários também pode ser influenciado pela variação cambial da moeda local, seja por um aumento ou uma diminuição do poder de compra da mesma.

O mercado cambial pode ser considerado como um dos maiores e mais líquidos, tendo alcançado um volume médio de transação em 2010 de aproximadamente 4,3 trilhões de dólares ao dia. A moeda norte-americana (dólar) é a mais transacionada representando 85% do total. Evidencia-se com esses valores a relevância do câmbio, em relação ao dólar, como instrumento de apoio a tomada de decisão principalmente nos setores comerciais e financeiros. Um exemplo disso se dá quando certa empresa importa produtos, serviços ou até mesmo matéria-prima dos EUA, tornando o processo de compra dependente do valor do dólar americano. Desse modo, justifica-se o estudo de modelos ou técnicas para avaliar a variação dessa moeda (MATOS; BEVILÁQUA; AIME FILHO, 2012).

A realização de previsões é um dos fatores mais importantes no campo da gestão, mais especificamente na área financeira, planejamento e controle da produção, demanda, oferta, tecnologia, entre outros. Explicar o comportamento das taxas de câmbio tem sido um tema central para os economistas, porém os modelos sistemáticos para realizar essa previsão, não foram eficientes. No trabalho de Tsaur (2012), o autor afirma que o modelo de Markov possui um melhor desempenho na área da previsão de cotações cambiais. Em seu estudo foi realizada a avaliada a variação da cotação do dólar americano em relação ao novo dólar taiwanês, por meio de um modelo que envolve Cadeias de Markov e análise de séries temporais, onde o mesmo conclui que o modelo proposto se mostrou efetivo na previsão dessa taxa.

Cadeias de Markov é um método que tem se mostrado bastante eficiente na avaliação de variações em diversas áreas. Em uma pesquisa, foi analisada a variabilidade do preço da commodity leite por meio das equações de estado estável e do tempo esperado de recorrência das probabilidades; concluindo-se que esse tempo é de dois meses e a variação no intervalo entre 0,01% a 2% para aumento de preço é que tem a maior probabilidade de acontecer (PASOLINI; FRANCO; CORSO, 2016). Outro estudo ainda utilizou Cadeias de Markov para uma análise da flutuação de câmbio semanal e mensal das seis maiores moedas mundiais, onde foram analisados dados de doze anos. Verificou-se

que há uma mudança, de um ano para outro, no padrão da transição da flutuação de um estado para outro (RAOL; RAMACHANDRAN, 2016).

O objetivo do presente artigo é avaliar a variação da cotação do dólar para a moeda Real através da aplicação de Cadeias de Markov. Propõe-se uma análise das equações de estado estável com o tempo de recorrência das probabilidades, comparando tal comportamento nos últimos três anos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo abrange tópicos pertinentes para execução do trabalho, sendo separado em processos estocásticos, cadeias de Markov e probabilidade de estado estável.

2.1 PROCESSOS ESTOCÁSTICOS

Processos que evoluem ao longo do tempo de uma forma probabilística são denominados processos estocásticos. Esses processos descrevem o comportamento de um sistema operando ao longo de um período, operando da seguinte forma: O estado atual do sistema pode cair em qualquer uma das M + 1 categorias mutuamente exclusivas denominadas estados. A variável Xt representa o estado do sistema no instante. O sistema é observado em pontos determinados do tempo, identificados por t = 0, 1, 2, 3, 4, ...n, onde n é o número de passos.Logo o processo estocástico {Xt} = {X0, X1, X2, ...} representa, matematicamente, como o estado do sistema físico evolui conforme o tempo. Processos com essa forma são considerados processos estocásticos em tempo discreto com espaço de estado finito (HILLIER; LIEBERMAN, 2006). De acordo com Hillier et al. (2013), em um processo estocástico, na medida em que o tempo passa as variáveis sofrem alteração de forma imprevisível. O mesmo é definido como uma coleção de variáveis randômicas (X(t)) indexadas por um parâmetro t pertencente a um conjunto T. Frequentemente, T é tomado para ser o conjunto dos inteiros não-negativos (porém, outros conjuntos são perfeitamente possíveis) e X(t) representa uma característica mensurável de interface no tempo t.

2.2 CADEIAS DE MARKOV

Cadeias de Markov são definidas como um modelo matemático, baseado em princípios desenvolvidos pelas teorias russas de probabilidade (CARTER; PRICE, 2001). No século XX, Andrei AndreyevichMarkov, deu início ao estudo de um processo que caracteriza a metodologia conhecida como Cadeias de Markov, onde apenas o resultado de uma dada experiência atual poderia afetar o resultado da experiência seguinte, ou seja, as experiências futuras não são influenciadas pelas

experiências anteriores. Esta propriedade é conhecida como "perda de memória" ou Propriedade de Markov.(GOLMAKANI et al., 2014; MAGELA, 2015).

Entretanto, mesmo que os estados passados não sejam considerados relevantes para a avaliação do estado seguinte, os mesmos não são ignorados. Ruhoff, Fantin-Cruz e Collischonn (2010) destacam que o modelo assume que as informações do passado estão concentradas no estado presente do processo. Um processo de Markov fornece estrutura para prever e analisar o comportamento de sistemas, sendo assim, diversas são as aplicações desta metodologia (CARTER; PRICE, 2001).

Segundo Hillier et al. (2013), um processo estocástico só é uma cadeia de Markov se possuir a propriedade markoviana. Para ter esta propriedade o processo precisa atender a Equação 1:

$$P\{X_{t+1}=\text{j}|X_0=k_0\ , X_1=k_1,\ldots, X_{t-1}=k_{t-1}, X_t\ , =\text{i}\} = P\{X_{t+1}=\text{j}|X_t=\text{i}\} \qquad (1)$$

Essa propriedade markoviana, diz que a probabilidade condicional de qualquer evento futuro, dados quaisquer eventos passados e o estado presente X(t) = i, é independente dos eventos passados e dependente apenas do estado atual. A probabilidade em um ponto específico de tempo t = 0, 1, 2, ..., é conhecida como probabilidade de transição em uma etapa, a mesma pode ser expressa pela Equação 2 (TAHA, 2008):

$$p_{ij} = P\{X_t = \text{j}|X_{t-1} = \text{i}\} = 1, 2, \ldots, \qquad , n, t = 0, 1, 2, \ldots, T \qquad (2)$$

Ainda sobre a probabilidade de transição, de acordo com Golmakani et al. (2014), se a cadeia está atualmente no estadoss_i, ela se moverá para o estado no próximo passo com uma probabilidade denotada por p_{ij} , que não depende dos estados ocorridos nos passos anteriores, apenas do estado atual. Para Hillier et al. (2013), as probabilidades de transição são ditas estacionárias se elas não mudaram ao longo do tempo. Para representar todas as probabilidades de transição em etapas, utiliza-se o formato de matriz de transição apresentado na Equação 3 (ANDERSEN; NILSEN; REINHARDT, 2017):

$$P = \begin{matrix} p_{11} & p_{12} & \ldots. & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \ldots. & p_{2N} \\ \ldots. & \ldots. & \ldots. & \ldots. \\ p_{N1} & p_{N2} & \ldots. & p_{NN} \end{matrix} \qquad (3)$$

Tendo em vista que cada valor linha corresponde a probabilidade de sua ocorrência, a soma de cada uma das linhas deve assumir 1, sendo considerado como 100%, e todas as entradas devem ser não negativas, ou seja, iguais ou maiores que zero. (BARBOSA, 2009; HILLIER et al., 2013).

2.3 PROBABILIDADE DE ESTADO ESTÁVEL

As Cadeias de Markov possuem certa propriedade chamada de probabilidade de estado estável. Ao elevarmos a matriz de transição a um expoente suficientemente grande, nota-se que todas as linhas da matriz tendem a um valor idêntico, de modo que a probabilidade de o sistema se encontrar em cada estado não dependa mais do estado inicial. Logo, há uma probabilidade limitada de o sistema se encontrar em cada estado após um grande número de transições. A probabilidade de estado estável é representada por π_j, onde o *j* é referente a um dos possíveis estados do sistema. Esses valores também podem ser interpretados como probabilidades estacionárias, uma vez que a probabilidade inicial do sistema se encontrar no estado *j* é dada por $P\{X_o = j\} = \pi_j$, para todo *j*, então a probabilidade de o processo se encontrar no estado *j* no instante n também é dada por π_j (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

Os valores de π_j podem ser calculados de acordo com as Equações 4 e 5, que, uma vez aplicadas, retornarão como resultado um sistema de equações de primeiro grau, porém esse sistema apresentará pelo menos uma equação redundante a qual deve ser eliminada. A única equação que não pode ser excluída é a referente ao somatório dos π_j ser igual a um (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

$$\pi_j = \sum_{i=0}^{M} \pi_i \, . \, P_{ij} \qquad (4)$$

$$\sum_{j=0}^{M} \pi_j = 1 \qquad (5)$$

2.4 TEMPO DE PRIMEIRA PASSAGEM

Em algumas situações é desejável conhecer o número de transições realizadas pelo processo para ir do estado *i* para o estado *j* pela primeira vez. Esse período é chamado de tempo de primeira passagem. Quando *j* = i, esse tempo representa o número de transições realizadas até o processo retornar ao estado inicial, nesse caso, esse tempo é chamado de tempo de recorrência para o estado *i*,

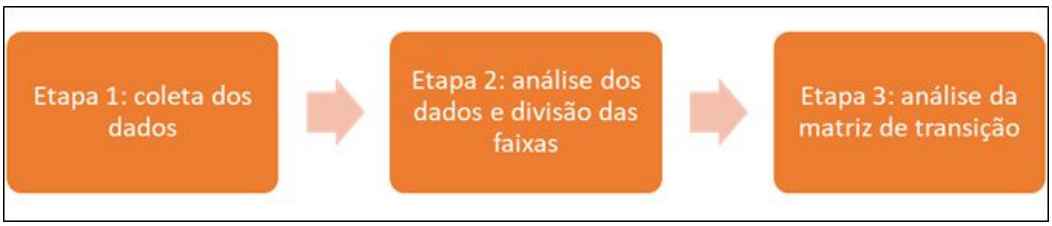
representado por μ_{ii} . Uma vez obtidas as probabilidades de estado estável, calcula-se o tempo de recorrência pela Equação 6 (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

$$\mu_{ii} = \frac{1}{\pi_i}, \text{para i} = 0, 1, .. \text{M} \qquad (3)$$

3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Neste capítulo é apresentado a metodologia utilizada para a análise de variação do dólar por meio da aplicação de Cadeias de Markov. Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia foi segmentada em três etapas: coleta de dados; análise dos dados; análise da matriz de transição. Na Figura 1 têm-se as etapas que serão desenvolvidas neste estudo.

Figura 1 - Etapas da metodologia



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A seguir, cada uma das etapas é detalhada.

3.1 COLETA DOS DADOS

Olevantamento do valor do dólar do período de 02 janeiro de 2017 à 26 de abril de 2019 foi pesquisado no site da Infomoney (acesso em 2019), este informa as cotações diárias e históricas para a moeda.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS E DIVISÃO DAS FAIXAS

Nessa etapa, foi realizada a análise dos dados com o intuito de definir as faixas. Essas faixas foram, posteriormente, relacionadas aos valores coletados de variação do dólar e que precisam, necessariamente, ser divididas de uma maneira que a distribuição seja uniforme a fim de obter resultados satisfatórios para aplicação de Cadeias de Markov.

Essa divisão de faixas é necessária, de acordo com Hillier e Lieberman (2006), pelo fato do estudo se enquadrar como uma Cadeia de Markov de tempo contínuo. Dessa forma, por não haver estados definidos para a transição como ocorre com situações de tempo discreto, há necessidade da criação das faixas, as quais devem assumir intervalos representativos dentro das possibilidades do problema

em estudo. A Figura 2 representa um exemplo de divisão de faixas, de acordo com a variação da cotação do dólar.

Figura 2 - Exemplo de faixa de variação do dólar

Faixa	Variação
A	< -2%
B	-2% a -1%
C	-1% a -0,5%
D	-0,5% a 0%
E	0% a 0,5%
F	0% a 1%
G	1% a 2%
H	> 2%

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Cada faixa é relacionada a uma variável – uma letra, nesse caso – de forma que facilite a visualização na matriz de transição. Essa variável representa o estado atual do valor correspondente. Se a variação estiver atrelada a variável A, por exemplo, significa que a variação do dólar foi menor do que 2%, e assim sucessivamente. Cada ocorrência é, portanto, relacionada a sua respectiva variável.

3.3 ANÁLISE DA MATRIZ DE TRANSIÇÃO

Para a execução dessa etapa, inicialmente foi realizado a contagem das transições que ocorreram entre as faixas, ou seja, é contabilizado a quantidade de vezes que o evento saiu de um estado para outro. Por exemplo: a quantidade de vezes que o estado “A” foi sucedido pelo estado “B” e seguindo essa lógica para todas as combinações possíveis encontradas no problema em questão. Esses dados foram alocados em uma matriz de somas de estados, que segue o modelo da Figura 3.

Figura 3 - Matriz de somas de mudanças de estados

De / Para	A	B	C	D	E	F	Somatório Linha
A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	Linha A
B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	Linha B
C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	Linha C
D	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}	X_{46}	Linha D
E	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{55}	X_{56}	Linha E
F	X_{61}	X_{62}	X_{63}	X_{64}	X_{65}	X_{66}	Linha F

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O valor de X13, por exemplo, representa a quantidade de vezes em que o processo saiu do estado “A” para o estado “C”. Da mesma forma que o valor de X42, que representa a quantidade de vezes em que o processo saiu do estado “D” para o estado “B”, e assim para todos os valores da matriz.

A partir disso, foi calculada a matriz de transição de um passo, que representa as probabilidades de transição entre um estado e outro, em um passo de tempo futuro. Para essa etapa é calculado o valor relativo para todas as ocorrências, dividindo-se todos os valores de Xnn da tabela pelo somatório de cada linha.

O próximo passo foi determinar o vetor de estado estável, o qual representa a probabilidade de cada uma das faixas, independentemente de seu estado atual. Esse vetor é obtido a partir de um número considerável de transições, onde as probabilidades das faixas convergem para um mesmo valor. Por fim, a partir do vetor de estado estável, foi possível calcular o tempo de recorrências esperado para cada uma das faixas. Esse valor representa a quantidade de transições necessárias para que os valores retornem ao seu estado inicial. Esse valor é encontrado calculando o valor inverso do vetor de estado estável.

4. RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da execução das etapas descritas naseção 3, são elas: coleta de dados, análise dos dados e divisão das faixas e análise da matriz de transição.

4.1 COLETA DE DADOS

Após extraídos os dados das cotações do dólar no período de 02 de janeiro de 2017 a 26 de abril de 2019, os mesmos foram organizados em uma planilha eletrônica para prosseguir as análises propostas.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da análise dos dados, foram determinadas as faixas para posterior aplicação de Cadeias de Markov. Inicialmente, a proposta de divisão das faixas foi conforme o Tabela 1, a qual representa, além das faixas, a quantidade absoluta de ocorrências para cada faixa.

Tabela 1 – Distribuição de faixas

Faixa	Variação	Frequência
A	<-2%	10
B	-2% a -1%	49
C	-1% a 0%	262
D	0% a 1%	256
E	1 a 2%	58
F	>2%	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A partir da análise dos valores, percebeu-se que havia concentração dos valores nas faixas C e D, o que poderia distorcer os resultados da aplicação de Markov. A partir disso, optou-se por segmentar essas duas faixas em quatro novas faixas, promovendo uma melhor distribuição das ocorrências. Dessa forma, a distribuição de faixas ficou conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição de faixas

Faixa	Variação	Frequência
A	< -2%	10
B	-2% a -1%	49
C	-1% a -0,5%	93
D	-0,5% a 0%	169
E	0% a 0,5%	158
F	0% a 1%	98
G	1% a 2%	58
H	> 2%	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Além disso, para fins de resultados mais completos, optou-se por aplicar a Cadeia de Markov segmentado por ano, ou seja, as análises de transição foram feitas separadamente para 2017, 2018 e 2019.

4.3 DIVISÃO DAS FAIXAS E ANÁLISE DA MATRIZ DE TRANSIÇÃO

Inicialmente, foi necessário determinar a matriz de quantidades. Como a análise foi realizada por ano, para cada conjunto de dados foi elaborada uma matriz de quantidades diferente. Para ilustração, a matriz de quantidades do ano de 2017 pode ser visualizada na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de quantidades de 2017

	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
A	-	-	-	-	2	-	-	-	2
B	-	-	3	4	6	4	1	-	18
C	-	1	6	15	5	12	2	1	42
D	-	2	14	30	15	9	11	-	81
E	1	7	8	16	11	7	4	-	54
F	-	5	8	14	9	5	1	-	42
G	-	2	3	3	6	4	-	1	19
H	1	1	-	-	-	-	-	-	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O passo seguinte foi calcular a matriz de transição, a partir da matriz de quantidades. A Tabela 4 demonstra a matriz de transição referente ao ano de 2017.

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	-	-	-	10000	-	-	-
B	-	-	0,1667	0,2222	0,3333	0,2222	0,0556	-
C	-	0,0238	0,1429	0,3571	0,1190	0,2857	0,0476	0,0238
D	-	0,0247	0,1728	0,3704	0,1852	0,1111	0,1358	-
E	0,0185	0,1296	0,1481	0,2963	0,2037	0,1296	0,0741	-
F	-	0,1190	0,1905	0,3333	0,2143	0,1190	0,0238	-
G	-	0,1053	0,1579	0,1579	0,3158	0,2105	-	0,0526
H	0,5000	0,5000	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Em seguida, foi determinado o vetor de estado estável para os três anos do estudo. Na Tabela 5 pode ser visualizado o vetor de estado estável segmentado por ano de aplicação.

Tabela 5 – Vetores de estado estável

	A	B	C	D	E	F	G	H
2017	0,0077	0,0689	0,1615	0,3155	0,2076	0,1577	0,0735	0,0077
2018	0,0205	0,0819	0,1195	0,2321	0,2765	0,1365	0,1160	0,0171
2019	0,0216	0,0788	0,1791	0,2101	0,2541	0,1796	0,0544	0,0223

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Por fim, foi calculado o tempo de recorrência esperado para os três anos. Na Tabela 6, pode ser visualizado o tempo de recorrência esperado para cada um dos anos em que o estudo foi aplicado.

Tabela 6 - Tempo de recorrência esperado (em dias)

	A	B	C	D	E	F	G	H
2017	129,9	14,5	6,2	3,2	4,8	6,3	13,6	129,7
2018	48,8	12,2	8,3	4,3	3,6	7,3	8,6	58,6
2019	46,2	12,7	5,6	4,8	3,9	5,6	18,4	44,9

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A partir da análise do vetor de estado estável e do tempo de recorrência esperado, é possível constatar que as maiores ocorrências se encontram nas faixas “D” e “E”, que correspondem, respectivamente, a variação de -0,5% a 0% e de 0% a 0,5%. Para o ano de 2017, a predominância foi da faixa “D”, já para os anos de 2018 e 2019, até então, a predominância foi da faixa “E”.

Além dos valores predominantes, as faixas “C” e “F” (respectivamente de -1% a -0,5% e de 0% a 1%) tiveram valores significativos de probabilidade, sendo que os valores são praticamente equivalentes. Isso ocorre também para as faixas “B” e “G”, respectivamente de - 2% a -1% e de 1% a 2%, e para “A” e “H”, respectivamente de menor que -2% e maior que 2%. Isso sugere que a probabilidade de baixar ou aumentar a cotação do dólar é aproximadamente a mesma.

5. CONCLUSÃO

A variação da cotação de moedas é de grande importância para o meio empresarial uma vez que pode vir a influenciar no valor de importações e exportações, por exemplo. Pelo fato de o dólar ser uma das moedas mais transacionadas no mundo, verifica-se uma necessidade global por modelos de previsão eficientes e eficazes que sirvam de apoio no processo de tomada de decisão.

O método de Cadeias de Markov se apresenta como uma alternativa para tal aplicação. O presente estudo propôs uma análise da comparação das equações de estado estável com o tempo de recorrência esperado dos últimos três anos. A partir da análise de tal aplicação foi possível constatar que no ano de 2017 as maiores ocorrências ficaram na faixa entre -0,5% a 0%; enquanto em 2018 e 2019, até o presente momento, tiveram variação de 0% a 0,5%. A probabilidade de acontecer uma variação no intervalo de 0% a 0,5% em 2019, considerando os dados obtidos até o mês de abril deste ano, é de 25,42%.

Além disso, o estudo sugere que a probabilidade de a cotação do dólar diminuir ou aumentar é praticamente a mesma. Logo, verifica-se que a crise econômica que o país tem se encontrado em certas áreas nos últimos anos e a instabilidade na área política podem ter vindo a influenciar em tais incertezas no setor.

REFERÊNCIAS

ANDERSEN, Anders Reenberg; NIELSEN, Bo Friis; REINHARDT, Line Blander. Optimization of hospital ward resources with patient relocation using Markov chain modeling. European Journal of Operational Research, [S.l.], v. 260, n. 3, p. 1152-1163, 2017.

CARTER, Michael W.; PRICE, Camille C..Operations research: a practical introduction. Boca Raton: CRC Press, 2001.

BARBOSA, Helenice Lopes. Métodos estatísticos em cadeias de Markov. 2009. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Probabilidade e Estatística; Modelagem Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18629>. Acesso em: 11 maio 2019.

GOLMAKANI, Ali et al. Texto apresentado durante a VII Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática realizada em Maceió no ano de 2014. Disponível em: <http://www.im.ufal.br/evento/bsbm/download/minicurso/cadeias.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. Introdução a pesquisa operacional. 8. ed. São Paulo: Mcgraw Hill, 2006.

MAGELA, Matheus Mendes. Teoria básica das Cadeias de Markov. 2015. 112 f. Monografia (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7558/1/tese_9319_dissertacao_final.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

MASCARO, Alysson. Direito, crise e impeachment no Brasil. Observatório Latinoamericano y Caribeño. [S. l.], v. 1, n. [S. I.], p. 175-194, out. 2016. Disponível em: <http://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/observatoriolatinoamericano/article/view/1716/2082>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MATOS, Paulo; BEVILÁQUA, Giovanni; JAIME FILHO,. Previsão do Câmbio Real-Dólar sob um Arcabouço de Apreçamento de Ativos. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, p.299-321, set. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbe/v66n3/a03v66n3.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

PASOLINI, Monica; FRANCO, Mateus Miller; CORSO, Leandro Luis. Aplicação das Cadeias de Markov para analisar a variabilidade do preço da commodity leite. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa/PB 03 a 06 out 2016.

RAOL, KuthyarSheshaMadhava; RAMACHANDRAN, Anjana. A Markov approach to Exchange rate sentimento analysis of major global currencies. Open Journal of Statistics. [S.l.], v. 6, n [S.I], p. 1181-1195, dez. 2016. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=73204>. Acesso em: 9 maio 2019.

RUHOFF, A.; FANTIN-CRUZ, I.; COLLISCHONN, W. Modelos de simulação dinâmica do desmatamento na amazônia. Revista Caminhos de Geografia, v. 11,n. 36, p. 258-268, dez, 2010.

TAHA, Hamdy A..Pesquisa operacional: uma visão geral. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

TSAUR, Ruey-chyn. A fuzzy time series-markov chain model with an application to forecast the exchange rate between the taiwan and us dollar. International Journal Of Innovative Computing, Information And Control. Kumamoto, p. 4931-4942. jul. 2012.

Capítulo 27

PROGRAMAÇÃO LINEAR: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS CUSTOS DE TRANSPORTE EM UMA EMPRESA DO RAMO DE EMBALAGENS DE PORTO ALEGRE – RS

Fernanda Tomé (ftome1@ucs.br)
Lucas de Carvalho Borella (lcborella@ucs.br)
Bruna Caroline Orlandin (bcorlandin@ucs.br)
Marcelo Henrique Bolson (mhbolson@ucs.br)
Leandro Luis Corso (llcorso@ucs.br)

Resumo: A logística tem se apresentado como uma área com oportunidades para aplicação de técnicas de otimização e construção modelos de suporte à tomada de decisão. O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo matemático de otimização capaz de minimizar os custos de transporte de uma empresa do ramo de embalagens por meio da seleção de transportadoras. A pesquisa contou com um levantamento de dados e desenvolvimento de um modelo de otimização por meio de Programação Linear (PL), sendo que foram consideradas restrições de distância e custos de rotas partindo da sua origem em relação aos seus clientes (destinos). Foram analisados dados referentes ao período de seis meses. Como resultado, foi obtido o custo médio de 9,98% entre os seis meses. Além disso, em alguns casos evidenciou-se uma redução de até 18,6%. A aplicação da metodologia se mostrou efetiva para o presente estudo de caso.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Programação Linear, Logística, Engenharia de Produção.

1. INTRODUÇÃO

Com o atual cenário da logística no Brasil, diversos tem sido os desafios dos gestores e de empresas que realizam transportes de cargas. Entretanto, ao mesmo tempo que existe a complexidade neste modelo, isso tem sido uma oportunidade para o desenvolvimento de empresas por meio de utilização de técnicas de otimização e modelos matemáticos de apoio a tomada de decisão focadas neste tipo de serviço (CORSO; WALLACE, 2015).

Neste conjunto de possibilidades de aplicação de técnicas de otimização, foram desenvolvias aplicações que visem o foco em minimização do custo de transporte, onde, grande parte das vezes pode ser resolvido com a utilização de modelos da área de Pesquisa Operacional (PO) (HILLIER; LIBERMAN, 2013). Dentre os modelos matemáticos da PO, se mencionam os modelos de Programação Linear (PL). Este método, em grande parte das vezes é capaz de resolver complexos problemas por meio de equações lineares, onde são escritas por meio do objetivo e restrições do modelo (TAHA, 2008). No que se referem as aplicações em engenharia de produção, os benefícios podem ser considerados de grande importância. Este fato se deve principalmente por facilitarem processos de decisão que são repetitivos (FONTANIVE, 2016).

Com base nestes conceitos, o objetivo principal do presente trabalho é propor um modelo matemático de otimização capaz de minimizar os custos de transporte de uma empresa do ramo de embalagens por meio da seleção de transportadoras. A empresa se localiza em Porto Alegre

RS, e foram consideradas restrições de distância e custos de rotas para origem-destino das cargas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os modelos de otimização de transporte fazem parte da área chamada Pesquisa Operacional (PO). A PO é conhecida por ser um conjunto de métodos modelos matemáticos voltados a tomada de decisão (TAHA, 2008). A PO tem origem durante a Segunda Guerra Mundial, no momento em que o desenvolvimento de técnicas e métodos se intensificou no meio militar (CARTER, 2001). O fato de a indústria utilizar estes modelos tem feito com que excelentes benefícios possam ser obtidos, seja por redução de custo ou desperdício (WOUBANT, 2017). A PO também ficou caracterizada por fazer uso de técnicas e métodos científicos quantitativos por equipes multidisciplinares, no esforço de determinar a melhor utilização de recursos limitados e para a programação otimizada das operações de uma empresa (COLIN, 2011).

O objetivo da aplicação das técnicas de PO é buscar a melhor solução para determinado problema ou situação, dentre as técnicas mais conhecidas tem-se a PL (HILLIER; LIBERMAN, 2013). A Programação Linear (PL) é uma técnica matemática de otimização de problemas, sendo uma das mais utilizadas na abordagem de problemas PO e tendo um grande potencial de aplicação pela flexibilidade de modelagem matemática. Como mostrado em diversos trabalhos, a PO se corretamente aplicada é uma ferramenta utilizada para assegurar a tomada de decisão para problemas logísticos (CORSO e WALLACE, 2015), o qual é o foco deste trabalho.

Dentre a diversas aplicações de PL, tem-se a aplicação aos modelos de transporte (COLIN, 2011). A principal característica desta aplicação está na otimização da designação de cargas (ou produtos) de origens para destinos. Um modelo geral de transporte pode ser dado por uma minimização ou maximização de função objetivo, representada pela Equação (1) e sujeita a restrições, neste caso em geral dado pelas Equações (2) a (4), a Equação (5) representa a não- negatividade de variáveis.

$Max\ (ou\ Min)Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$ (1) Sujeito a

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \{=, \leq, \geq\} b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \{=, \leq, \geq\} b_2 \quad (3)$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \{=, \leq, \geq\} b_m \quad (4)$$

$$x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0 \quad (5)$$

Onde:

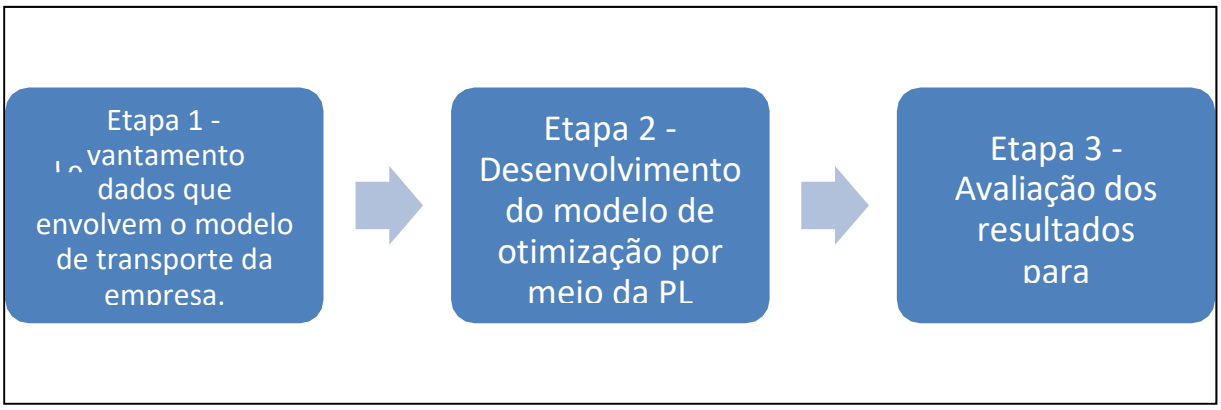
- $x_1, x_2, ..., x_n$: variáveis de decisão modelo;
- $c_1, c_2, ..., c_n$: coeficientes/parâmetros das variáveis; e
- $=, \leq, \geq$: sinal de condicionamento das m restrições.

Neste modelo, a última condição representa a não-negatividades das variáveis. A função objetivo é constituída por uma combinação linear das variáveis de decisão (CORRAR et al., 2004).

3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Para elaboração deste trabalho se teve por princípio a aplicação da PL. Para isso, o trabalho se dividiu em 3 etapas, apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A modelagem matemática presente neste estudo se refere especificamente ao sistema de entrega de mercadorias. A seguir, encontra-se a descrição de cada uma das etapas apresentadas.

3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS

O levantamento de dados contou com a avaliação dos custos da entrega da mercadoria, partindo da empresa (origem) em relação aos seus clientes (destinos). A origem é a cidade de Porto Alegre - RS, e são realizados envios para São Paulo - SP, Belo Horizonte - BH, Rio de janeiro

RJ e Buenos Aires - BA (Argentina). Os dados devem dar subsídio ao modelo, de forma que, ao buscar a solução do modelo matemático, se deverá determinar as variáveis que permitam realizar todas as entregas ao menor custo, sem ultrapassar limitações que as transportadoras possam apresentar.

Para determinação do modelo a ser otimizado, foram testados cenários em seis meses de base histórica da empresa, entre os meses de julho a dezembro de 2018. Desta forma, o período de coleta de dados referentes às demandas totais contemplou a totalidade das entregas para cada destino, considerando os seis meses. A empresa conta com cinco opções de transportadora, aqui chamadas de T1, T2, T3, T4 e T5. A partir do levantamento de dados, foi possível montar as tabelas de custos para cada mês do ano. É de suma importância ressaltar que nem todas as transportadoras são aptas a realizar todas as rotas; isso é apresentado a seguir, constituindo uma das restrições do modelo matemático.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE OTIMIZAÇÃO POR MEIO DA PL

A exemplo do que por Hillier e Lierberman (2013), modelos matemáticos de PL consideram, fundamentalmente, a função objetivo e as restrições do modelo matemático. A função objetivo é a

representação do custo do sistema de entrada, na qual se tem presente as variáveis dada por x_{ij}, onde *i* representa a transportadora e *j* o destino, podendo ser representada por $Min\ f(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} x_{ij}$, sendo *m* o total de transportadoras e *j* o total de destinos. As restrições contemplam o total de demanda de cada destino que deve ser atendida. As restrições dos problemas são referentes as quantidades de caixas que as transportadoras ficam à disposição para transporte. Neste caso, considera-se, para cada transportadora $i, \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq L_i$, onde L_i é o limite de capacidade da determinada transportadora.

3.3 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

A avalição do modelo matemático proposto foi dada pela aplicação nos meses de julho a dezembro de 2018, utilizando como base para volume de demanda obtido na Etapa 1.

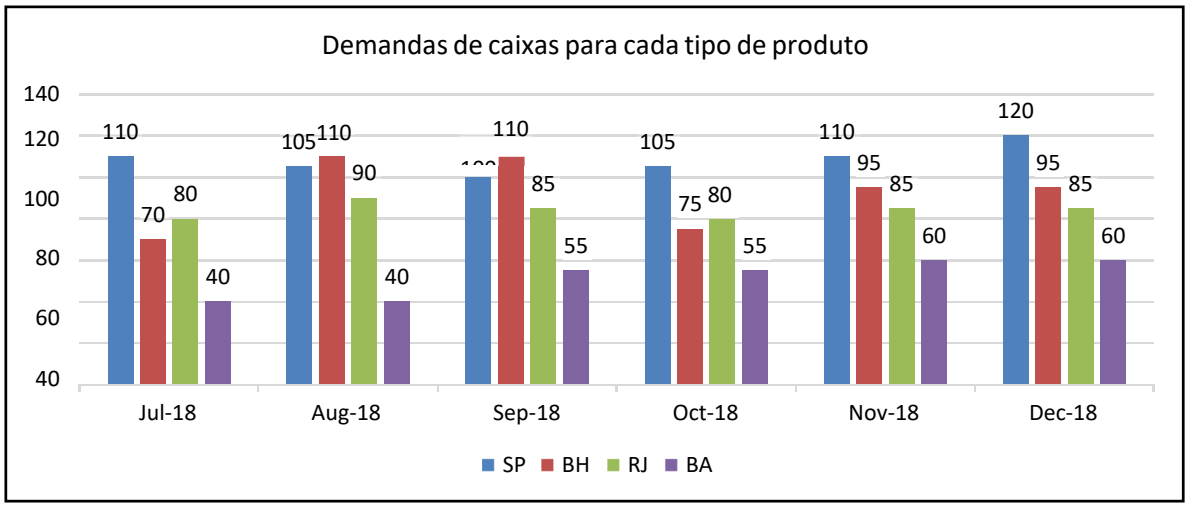
4. RESULTADOS

Na presente seção são apresentados os resultados provenientes das etapas apresentadas na seção anterior.

4.1 DADOS OBTIDOS PARA O MODELO

Para o levantamento de dados se consideraram os meses de julho a dezembro de 2018. O gráfico na Figura 2 apresenta os dados de demanda de caixas de produtos compradas e entregues nos seis últimos meses do ano de 2018.

Figura 2 – Demandas mensal de caixas de produtos para cada destino



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os custos de transporte por unidade de carga ára cada cidade utilizando cada uma das transportadoras foram elevados. Também se constatou que existem limitações com relação ao máximo de carga que cada transportadora pode ficar disponível para a empresa, ou seja, se verificam as restrições de capacidades para cada local; estes são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Custo de cada transportadoras para cada destino

Em empresa	T1	T2	T3	T4	T5
SP	R$ 94,10	R$ 95,60	R$ 88,75	R$ 98,55	R$ 83,64
BH	R$ 130,24	R$ 121,24	R$ 139,50	R$ 125,65	-
RJ	R$ 89,00	R$95,57	R$ 88,50	R$ 95,75	R$ 101,64
BA	R$ 119,00	R$ 131,00	-	R$ 128,00	-
Limite Máx. (em caixas)	120	110	100	115	80

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4,2 MODELOS MATEMÁTICO DESENVOLVIDO COM OS DADOS OBTIDOS

O presente modelo matemático contempla os dados obtidos na etapa anterior, onde os valores de custos, bem como as capacidades de cargas e demandas para cada destino foram consideradas. Desta forma, a função objetivo e as inequações (referentes a limitação de carga) e equações (referentes as demandas a serem atendidas) são apresentadas a seguir.

$Minimizar\ f(\boldsymbol{x})$ = 94,10x_{11} + 130,18x_{12} + 89,00x_{13} + 119,00x_{14} + 95,60x_{21} + 121,24x_{22} + 95,57x_{23} + 131,00x_{24} + 88,75x_{31} + 139,50x_{32} + 88,50x_{33} + 98,55x_{41} + 125,65x_{42} + 95,75x_{43} + 128,00x_{44} + 83,64x_{51} + 101,64x_{53}

(Função objetivo do modelo.)

Sujeita a:

$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 120$ (7)

(Limite para carga máxima/mês da transportadora 1.)

$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 110$ (8)

(Limite para carga máxima/mês da transportadora 2.)

$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq 100$ (9)

(Limite para carga máxima/mês da transportadora 3.)

$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} \leq 115$ (10)

(Limite para carga máxima/mês da transportadora 4.)

$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} \leq 80$ (11)

(Limite para carga máxima/mês da transportadora 5.)

$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} = D_1$ (12)

(Volume de demanda do destino SP.)

$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} = D_2$ (13)

(Volume de demanda do destino BH.)

$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} = D_3$ (14)

(Volume de demanda do destino RJ.)

$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} = D_4$ (15)

(Volume de demanda do destino BA).

$x_{ij} \geq 0 \; e \; inteiros$, para i = {1, 2, 3,4,5} e j= {1, 2, 3,4,5} (16)

É importante mencionar que a transportadora 3 não pode ir para BA e a transportadora 5 não pode ir para BH e BA, sendo restrições importantes como $x_{34} = 0$, $x_{52} = 0$ e $x_{54} = 0$.

4.3 MODELOS MATEMÁTICOS DESENVOLVIDO COM OS DADOS OBTIDOS

A avaliação dos resultados do modelo matemático se deu por uma comparação de período realizado de 6 meses, para os quais se obtiveram os custos realizados pela empresa com a contratação das transportadoras ao longo deste tempo. Da mesma forma, as demandas realizadas foram consideradas como parâmetros de entrada, presentes nas restrições.

Os resultados apresentados no Tabela 2 apresentam o valor das variáveis, o valor da função objetivo, o valor realizado pela empresa e a o percentual de diferenças entre os valores da otimização e o realizado.

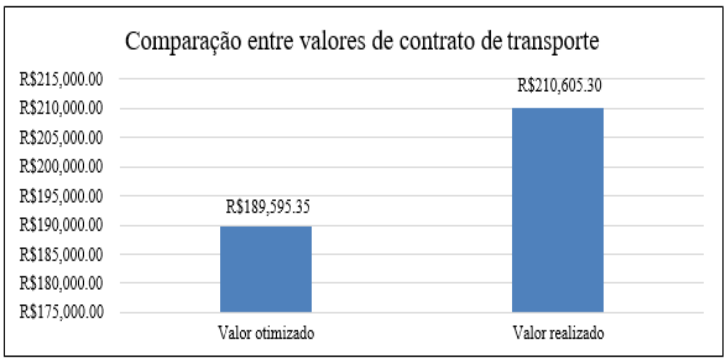
Tabela 2 – Solução do modelo matemático e comparação com o realizado

	Meses					
Variáveis	**jul/18**	**ago/18**	**set/18**	**out/18**	**nov/18**	**dez/18**
x_{11}	0	0	0	0	0	0
x_{21}	0	0	0	0	0	0
x_{31}	30	25	25	25	30	40
x_{41}	0	0	0	0	0	0
x_{51}	80	80	80	80	80	80
x_{12}	0	0	0	0	0	0
x_{22}	70	75	75	75	70	70
x_{32}	0	0	0	0	0	0
x_{42}	0	0	0	0	0	0
x_{52}	0	0	0	0	0	0
x_{13}	10	15	5	5	15	25
x_{23}	0	0	0	0	0	0
x_{33}	70	75	75	75	70	60
x_{43}	0	0	0	0	0	0
x_{53}	0	0	0	0	0	0
x_{14}	40	40	55	55	60	60
x_{24}	0	0	0	0	0	0
x_{34}	0	0	0	0	0	0
x_{44}	0	0	0	0	0	0
x_{54}	0	0	0	0	0	0
Função Objetivo Valores	R$29.685,50	R$30.735,45	R$31.630,45	R$31.630,45	R$32.510,50	R$33.403,00
realizados	R$32.563,80	R$37.757,75	R$32.839,80	R$32.936,70	R$36.917,10	R$37.590,15
(%) de variação	8,84%	18,60%	3,68%	3,97%	11,94%	11,14%

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para a análise e comparação entre os valores realizados e os valores obtidos por meio do modelo matemático desenvolvido ao longo dos seis meses, pode-se perceber que haveria oportunidade de redução em todos os meses, chegando a 18,60% no mês de agosto de 2018. A partir dos valores apresentados na Figura 3, se pode constatar a redução total do período, que chegaria a um valor de R$ 21.009,95; totalizando um valor de 9,98% de redução de custo para o período analisado.

Figura 3 - Comparação entre o gasto total realizado com o valor obtido por meio da otimização



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Desta forma, ao atingir todas as restrições exigidas para uma correta entrega, o modelo matemático se mostrou efetivo, podendo ser utilizado para auxiliar a redução de custo no sistema de entrega da empresa.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho, por meio de uma aplicação de otimização de transporte visa corroborar a ideia de que é possível aplicar cada vez mais técnicas de otimização juntamente a área de logística. O fato de utilizar um modelo de apoio a decisão faz com que se consiga resolver problemas e otimizar variáveis, permitindo a minimização de custos.

Neste caso em específico, a PL mostrou-se efetiva, atendendo as restrições e reduzindo os custos ao ser comparada com os valores realizados no passado. A complexidade de solução deste problema, sem considerar um modelo matemático próprio, se torna elevada pelo falo de a capacidade das transportadoras ser limitada. Então, apenas a seleção do menor custo para um destino em isolado, sem considerar as demais localidades, pode fazer com que os valores de custos mais altos sejam utilizados para quantidades de volumes ainda maiores.

O presente modelo matemático obteve 9,98% de custo médio entre os seis meses analisados, permitindo com que seja possível sugerir a utilização do mesmo pela a empresa. Em alguns casos, a redução chegou a 18,60%, evidenciando ainda mais a possibilidade de ganho na utilização do modelo matemático como apoio à tomada de decisão.

É importante mencionar que dados apresentados ao longo deste trabalho foram multiplicados por fatores, de forma que a empresa em questão tivesse resguardo e segurança de suas informações. Entretanto, mantiveram a proporção dos dados levantados e não afetarão uma eventual utilização da empresa ao modelo matemático apresentado.

Como sugestão de continuidade trabalho, sugere-se levantar mais possibilidades de contratos com os transportadores, permitindo com que o modelo matemático considere mais variáveis e assim podendo buscar outras possibilidades de minimização de custos.

REFERÊNCIAS

CARTER, Michael W.; PRICE, Camille C..Operations research: a practical introduction. Boca Raton: CRC Press, 2001.

COLIN, Emerson C.. Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégias, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: Ltc, 2011.

CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato. Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração: Contabilometria. São Paulo: Atlas, 2004.

CORSO, Leandro L.; WALLACE, Mark. A hybrid method for transportation with stochastic demand. International Journal of Logistics, 2015, v. 18, p. 1-13.

FONTANIVE, Fernanda et al. Aplicação do método de análise multicriterial AHP como ferramenta de apoio a tomada de decisão. Espacios, Caracas, 2016, v. 38, n. 19, p. 6-24.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J.. Introdução à pesquisa operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

TAHA, Hamdy. A.. Pesquisa operacional: uma visão global. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

WOUBANT, Gera W.. The Optimization Problem of Product Mix and Linear Programming Applications: Case Study in the Apparel Industry. Open Science Journal, 2017, v. 2, p 1-11.

Capítulo 28

ESTUDO PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE AMOSTRAS NUMA ESTAMPARIA ROTATIVA DO SETOR TÊXTIL

Pedro Haag Júnior
Wallace Nóbrega Lopo

Resumo: Em busca da sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo, as empresas buscam melhorar sua produtividade, e surge também a crescente preocupação com a redução de custos; sendo uma das atitudes, a de diminuir os desperdícios, de tempo ou de materiais. Este trabalho apresentará os conceitos estabelecidos pelos estudiosos sobre os tempos de setup, deste modo, apresentará também as melhorias propostas e os benefícios. Tempo de setup é compreendido como o tempo de parada das máquinas, seja na preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os vários estágios do processo produtivo. A pesquisa teve como objetivo, estudar e aplicar a redução do tempo de setup em um processo de estampagem de amostras, visando reduzir os desperdícios e reorganizar o processo. Para alcançar este objetivo foram realizadas análises dos tempos de setup e a cronometragem desse na mesa de amostras. Aplicou-se a ferramenta de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) para a otimização dos tempos e melhorias do setup, estes auxiliados pelas técnicas de Shingo. Como resultado constatou-se que, com pouco investimento em maquinário, realizando pequenos ajustes e treinamento de pessoal, obteve-se resultados positivos, com a diminuição do setup no processo e o aumento da capacidade produtiva do setor que, somados a conscientização e motivação da equipe envolvida, acarretaram no aumento da produtividade efetiva do processo de estampagem de amostras.

Palavras-chave: Setup. Singo. Troca Rápida de Ferramenta (TRF). Estamparia Rotativa. Têxtil.

1. INTRODUÇÃO

As empresas brasileiras passam frequentemente por períodos de oscilação na economia. Quando isso acontece, as empresas que não estão bem estruturadas decaem pois não conseguem alcançar metas e prejudicam seus negócios. Segundo Padilha et al. (2012, p. 2): “As empresas devem criar uma cultura de constante e contínuo aperfeiçoamento dos processos de planejamento, produção e serviços, a fim de torná-las competitivas, com aumento da qualidade e da produtividade”.

Deste modo, para continuarem competitivas no mercado, as empresas precisam inovar para concorrerem com as empresas de outros países, que por sinal, são concorrentes diretos por oferecerem preços competitivos, juntamente com um grande leque de variedades. Sendo assim, é necessário que as empresas sempre busquem técnicas para baratear o produto, de modo que não percam a qualidade, mantendo-se assim competitivas. Logo, a otimização de Setups é uma saída bastante viável para quem busca melhorias, pois com os Setups bem aplicados, chega-se em até 30% a 50% de ganhos (PADILHA et al., 2012).

Foi na década de 90, que o setor têxtil catarinense teve transformações marcadas principalmente pela chamada reestruturação produtiva, que introduziu inúmeras inovações que alteraram significativamente os processos de produção, de gestão e de organização das empresas. Com as implantações das tecnologias de organizações as empresas maiores ainda implantaram o Just-in-time e sistemas de melhoria contínua (OLIVEIRA, 2002).

Com o passar do tempo o mercado têxtil se desenvolveu, ampliando os níveis de exigências por parte do consumidor, fazendo com que as empresas que quisessem se manter competitivas também tivessem que desenvolver, diminuindo desperdícios, prazos de entrega, custos de produção e aumentando a flexibilidade e qualidade perceptível ao cliente.

Para Oliveira, Pinotti e Lopo (2017, p. 43): “Competitividade é o que define o ramo têxtil, destacando-se quem for o mais hábil comercialmente e na qualidade de seus produtos”. Para tal se fazem necessários investimentos contínuos em tecnologia e inovação. Ao longo dos anos o mercado consumidor foi se desenvolvendo, ficando mais seletivo quanto aos fornecedores, exigindo menores prazos de entrega dos produtos. Segundo esses autores, foi após 1990 que as indústrias têxteis tiveram grande mudança, com o então na presidência do Brasil Fernando Collor de Mello, que por sua vez proporcionou a entrada de produtos estrangeiros no Brasil sem tarifas.

A estampa é a arte que compõe a superfície do tecido, fazendo com que ele tenha uma boa aparência visual, agregando valor ao produto. Todas as estampas e cores são desenvolvidas pelo setor responsável e assim são escolhidas as cores que irão compor cada estampa de baseando-se na estação, tendência, moda ou escolha do cliente. A estamparia rotativa é o processo de estampagem mais utilizado para estampar tecidos em grandes quantidades devido a sua rapidez e qualidade. Dentro do processo de estampagem existem técnicas a serem definidas pelo cliente como cores e estampas, além disso o tipo de corante que pode ser pigmento, reativo, ácido, devorê e disperso que irão compor a estampa.

Segundo Lemes e Lopo (2015), o setor de estamparia rotativa vem crescendo muito devido à grande procura por inovação do setor confeccionista que necessita de produtos novos e cada vez mais sofisticados e com grande leque de opções que agradem os seus clientes que compram muitas vezes por se identificarem com seu gosto e estilo. Sendo assim, o trabalho de pesquisa apresentará o objetivo de melhorar o setup no setor de amostras de uma indústria têxtil do setor de beneficiamento de malhas para terceiros, da região de Brusque/SC e para tal, se lança os tarefas de mapear o fluxo de processo da mesa de amostra; diagnosticar etapas que possam ter o tempo reduzido; escolher técnicas de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) que possam moderar os tempos de setup e analisar os resultados obtidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para planejar o processo é preciso definir setup ideal das etapas, conhecer o processo de estamparia rotativa, a importância de estudar o setup e conhecer a ferramenta de troca rápida de ferramentas e suas técnicas.

2.1 ESTAMPARIA ROTATIVA.

A estamparia surgiu a muitos anos atrás, assim de acordo com Lemes e Lopo (2015, p. 3): “A estamparia surgiu na Europa por volta do ano 543, e através da história percebe-se que todo o vestuário do homem durante a Idade Média era de uma só cor: azul, marrom ou preto. O processo de estamparia rotativa consiste em estampar o tecido em um fluxo contínuo enquanto a rotativa ao quadro consiste em funcionamento intermitente (MEZA, 2010) e portanto, é possível estampar grandes quantidades com maior rapidez e qualidade uma vez que a velocidade da máquina, conforme foi verificado na empresa onde foi realizado o estudo, pode ser de até 80 m/m, facilitando o cumprimento das metas e prazos previstos.

2.2 SETUP

De modo geral, pode-se dizer que tempo de setup significa o tempo em que a máquina permanece parada para os ajustes e as trocas de materiais e segundo Paiva et al. (2013, p.1): “Tempos de Setup é compreendido como o tempo de parada das máquinas, seja na preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os vários estágios do processo produtivo”. No entanto, setup não é apenas compreendido como o tempo de máquina parada, mas sim, todos os processos feitos para a troca de material, seja o tempo de um processo com a máquina funcionando Setup Externo (TPE) ou com a máquina parada Setup Interno (TPI).

Portanto, pode-se entender que setup é o processo de troca de ferramentas, de matéria-prima e ajustes para a fabricação de um lote para o outro, onde a máquina permanece por um determinado tempo parada, afim de serem feitas as trocas e ajustes necessários para a iniciação do próximo lote. De acordo com Elias et al. (2008), os setups longos dificultam a obtenção da vantagem competitiva em flexibilidade, fazendo com que a empresa precise trabalhar com altos níveis de estoque, acarretando um elevado custo de estocagem. Desse modo, o setup é muito utilizado e importante em empresas que tem grande variedade de produto, pois é utilizado com frequência devido ao alto nível de competitividade exigido pelo mercado.

Porém, é necessário ressaltar que o setup é um processo de melhoria contínua que não tem um padrão específico para se alcançar, pretendendo-se atender a demanda, não interferindo diretamente no tempo do processo, para não encarecer o produto. Um dos métodos criados para tornar a produção mais enxuta foi a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), proposto por Shigeo Shingo, que se tornou uma técnica muito divulgada entre empresas de todos os portes. Inventor do SMED (Single Minute Exchange of Die) ou troca de ferramentas em tempo inferior a dez minutos; nela segundo Calhado et al (2015), Shingo propôs uma nova metodologia para realização dos setups com procedimentos e estratégias até então nunca abordados. Por isso, quanto mais reduzido for o tempo de setup melhor e mais lucrativo será para a empresa.

2.3 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

A TRF é uma ferramenta do Sistema Toyota de Produção que segue o mesmo conceito do lean manifacturing, cuja filosofia é a manufatura enxuta e busca a eliminação de desperdícios no processo produtivo. É uma ferramenta de melhoria contínua, que começou a ser desenvolvida na década de 50

por Shigeo Shingo e surgiu com o nome de SMED (Single Minute Exchange of Die) que, traduzida para o português, ficou conhecida como Troca Rápida de Ferramentas (CALHADO et al., 2015).

Ainda de acordo com os autores, a TRF surge com o objetivo de diminuir os tempos de preparação das máquinas (setup) através de uma sequência de ações padronizadas e utilização de dispositivos que reduzam o setup interno e ainda descrevem conceito de Troca Rápida de Ferramenta como sendo uma representação mínima da quantidade de tempo necessário para mudar de um tipo de atividade a outro, considerando a última peça fabricada em um lote anterior até a primeira peça produzida no lote seguinte.

A primeira metodologia de TRF, segundo Rangel et al. (2012) foi estruturada por Shingo, metodologia que visa inicialmente a estratégia a qual sugere a minimização dos desperdícios decorrentes da troca de materiais durante o setup. Baseia-se também na habilidade e no conhecimento empírico que o operador ou preparador tem sobre os equipamentos e sua experiência na execução das tarefas do setup, e na estratégia traçada para obter o melhor custo baseando-se no tamanho do lote. O autor apresenta os quatro estágios conceituais de Shingo para implantação destas estratégias, que são representados no Quadro 1.

Quadro 1 – Estágios conceituais para implantação das estratégias

Estágios	Conceito
Estágio Inicial	Estudam-se detalhadamente as condições atuais de chão de fábrica através da cronometragem, amostragem, etc.
Estágio 1: Separando *Setup* Interno e Externo	Classificação das operações de *setup* em *setup* interno ou *setup* externo, ou seja, definem-se as atividades que são realizadas com a máquina parada ou com a máquina em funcionamento.
Estágio 2: Convertendo *Setup* Interno em Externo	Análise das atividades classificadas visando a conversão, se possível, das atividades de *setup* interno em *setup* externo.
Estágio 3: Racionalizando Todos os Aspectos da Operação de *Setup*	Realizar esforços para racionalização das operações de *setup* como objetivo de reduzir o tempo de set*u*p interno e de reduzir as falhas de *setup* externo.

Fonte: Rangel *et al*. (2012).

Analisando os quatro estágios percebe-se que a TRF é composta por duas linhas principais, a análise e a implementação, as quais tem o papel de diferenciar as operações de *setup* interno e externo e fazer

a racionalização das operações. Para que possa ser feita a redução do tempo de *setup* partindo da aplicação dos estágios conceituais citados no quadro acima, Shingo propõe o uso de oito técnicas.

A partir da metodologia elaborada por Shingo surgiram outros autores com metodologias sobre Troca Rápida de Ferramentas, como Black (1991); Monden (1993) e Kannnenberg (1994) e McIntosh, Culley e Mileham (2000), que seguem praticamente a mesma filosofia Shingo na elaboração de etapas bem definidas para a melhoria dos setups. Numa outra análise das técnicas apresentadas na metodologia de Shingo e comparando-as com as metodologias desses pesquisadores, percebe-se que todas indiferente do pesquisador partem da mesma premissa, a qual prevê identificar e separar os setups para em seguida converter os setups internos em externos.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado a partir de estudos feitos em uma já mencionada anteriormente e desta forma utilizou a pesquisa bibliográfica e quantitativa, com intuito de esclarecer os tipos de estamparia, o processo de cada uma delas de modo superficial e um pouco da história da estamparia, para promover assim um melhor entendimento.

Para Gil (2010, p. 29), “a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado” e com isso, tem a finalidade de esclarecer informações já existentes, as quais devem ser estudadas e baseadas para futuras pesquisas, pois, “praticamente toda pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de trabalho que pode ser caracterizado como pesquisa bibliográfica” (GIL, 2010, p. 29).

Quanto a pesquisa quantitativa, segundo Gerhadt e Silveira (2009), se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis.

Para alcançar o objetivo proposto na pesquisa, serão coletados dados quantitativos de todos os processos envolvidos no setor e que possam ser comparados com os dados apresentados ao final das melhorias propostas. Deste modo, busca-se constatar se realmente ocorreu diminuição dos tempos individuais do processo e no tempo total da etapa da preparação para estamparia, na mesa de amostra.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Para a realização da pesquisa, conforme já foi mencionado, foi utilizada a metodologia estruturada por Shingo, a qual apresenta os quatro estágios conceituais da TRF para implantação destas estratégias, com auxílio das oito técnicas propostas pelo mesmo.

Ao observar o processo produtivo de amostras, percebeu-se que o tempo de setup poderia ser diminuído se alguns processos fossem melhorados e para isso, foi necessário fazer o investimento em um misturador elétrico; em uma bancada metálica para separação das tintas; e em uma gaiola para separação do jogo de cilindros. Em seguida serão apresentados os estágios e as técnicas de Shingo, e como foram aplicados no processo de estamparia da mesa de amostra.

O primeiro passo para que fosse possível mensurar as melhorias, foi seguir o Estágio Inicial citado na metodologia de Shingo, o qual determina que seja estudado detalhadamente as condições atuais de chão de fábrica através da cronometragem, amostragem, etc. Na sequência, aplicou-se as próximas etapas dos estágios e as técnicas de Shingo. Nesta etapa seguinte, o Estágio 1: Separando Setup Interno e Externo, onde prevê a classificação das operações de setup em setup interno ou externo. Identificação de todas as atividades e determinação das operações a serem executadas com a máquina parada (setup interno) e com a máquina em funcionamento (setup externo).

Partindo dos resultados obtidos no Estágio Inicial, foi possível classificar as operações em setup interno e setup externo, conforme será exposto posteriormente.

Quadro 3 – Classificação dos setups

***Setup* Interno**	***Setup* Externo**
Separação das tintas	Confecção das tintas
Localização e busca dos cilindros	Pré secagem
Revisão dos cilindros	Secagem
Separação dos cilindros	
Seleção da malha	
Colagem da malha	
Retirada da amostra	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Analisando o Quadro 3, pode-se constatar com mais clareza os tipos de *setup*, separados em interno e externo, estes antes da aplicação das melhorias. Tendo em vista que a conversão dos tipos de *setup*

pode gerar ganhos bastante significativos, decidiu-se apostar nessa metodologia, a qual será apresentada no próximo tópico.

Classificados os tipos de *setup*, deu-se início ao **Estágio 2: Convertendo *Setup* Interno em Externo,** no qual foi feita a análise das atividades classificadas visando a conversão, se possível, das atividades de *setup* interno em *setup* externo. Este estágio segue a descrição apresentada na segunda técnica, que prevê a conversão de *setup* interno em externo, reexaminando e analisando criteriosamente as operações verificando se foi classificada corretamente e buscar meios para converter operações internas em externas.

Partindo dos resultados apresentados no Quadro 1, foi possível examinar as operações e quais os tipos de *setup* que eles compreendiam. Após analisar estas operações identificou-se quais poderiam ser feitas com a máquina trabalhando e quais necessariamente teriam que ser com a máquina parada, e partindo disto foi convertido algumas operações que antes eram internas em externas, conforme pode-se constatar no Quadro 2.

Quadro 2 – Conversão dos setups

***Setup* Interno**	***Setup* Externo**
Seleção da malha	Confecção das tintas
Colagem da malha	Separação das tintas
Retirada da amostra	Localização e busca dos cilindros
	Revisão dos cilindros
	Separação dos cilindros
	Pré secagem
	Secagem

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

As conversões dos tipos de setup, apresentados no Quadro 2, se deram após uma análise das funções e atribuições de cada funcionário. Com a aquisição dos equipamentos, percebeu-se que o tintureiro que antes apenas fazia a preparação das tintas, passou a ter mais tempo ocioso, isto porque antes as tintas tinham que ser misturadas manualmente e com a aquisição do misturador elétrico o processo de mistura foi automatizado. Partindo disso, ficou de responsabilidade deste funcionário fazer a separação das tintas e cilindros, atribuições estas que antes eram dos operadores.

Outras funções que ficavam a cargo dos operadores eram a localização e a revisão dos cilindros, estas quais mais demandavam tempo dentro do setup. Percebeu-se que o setor de estamparia já contava

com um colaborador para realizar este serviço, porém não se fazia para a mesa de amostra, então foi designado que este funcionário também fizesse a função para a mesa de amostras.

A próxima etapa foi realizada o estudo do Estágio 3: Racionalizando Todos os Aspectos da Operação de Setup, com isso realizar esforços para racionalização das operações de setup com o objetivo de reduzir o tempo de setup interno e de reduzir as falhas de setup externo. Para isso são usadas as técnicas de 3 a 8, as quais preveem padronizar a função, não a forma; utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos; utilizar dispositivos intermediários; adotar operações paralelas; eliminar ajustes; mecanização.

Partindo dos estudos, identificou-se a possibilidade de serem estampadas até três amostras de uma só vez. Utilizando como base os conceitos apresentados nas técnicas seis e sete do Anexo A, foi possível minimizar os tempos de setup, pois quando é estampado mais que uma amostra se elimina os tempos de troca das outras amostras e também se tem os tempos dos ajustes minimizados porque os processos são paralelos.

Antes das melhorias, o setup completo compreendia um tempo médio de 40 minutos, devido ao grande número de processo de separação de material; com a aplicação das melhorias os resultados foram os esperados. Agora com o tempo de setup melhorado chegou-se a aproximadamente 15 minutos de parada de máquina, assim como está ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Comparação de tempos de setup atuais e melhorados

Operações	Atuais (minutos)	Melhorados (minutos)
Confecção das tintas	---	---
Separação das tintas	5	---
Localização e busca dos cilindros	10	---
Revisão dos cilindros	7	---
Separação dos cilindros	3	---
Seleção da malha	5	5

Operações	**Atuais (minutos)**	**Melhorados (minutos)**
Confecção das tintas	---	---
Separação das tintas	5	---
Localização e busca dos cilindros	10	---
Revisão dos cilindros	7	---
Separação dos cilindros	3	---
Seleção da malha	5	5
Colagem da malha	5	5
Retirada da amostra	5	5
Pré secagem	---	---
Secagem	---	---
Total	40	15

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O quadro expõe os tempos de setup e detalha os tempos que cada operação absorve dentro do setup, comparando os tempos antes das conversões e depois das conversões de setups interno para externo. Para melhor compreensão, antes da melhoria eram produzidas em média 6 amostras por turno e hoje com a metodologia aplicada são produzidas em média 10 amostras por turno.

5. CONCLUSÕES

Com a forte concorrência e a grande procura por produtos com tempo de entrega cada vez mais curto, as empresas precisam adequar-se para entrar ou continuar no mercado com um produto competitivo, a um custo acessível ao consumidor. A melhor forma de alcançar esse resultado é a melhoria da produção, diminuindo ao máximo o tempo de movimentação dos seus produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final; na redução de custos e otimização dos processos internos. Para isso, é fundamental que o tempo de setup esteja o mais ajustado possível, para que dessa forma não se tenha tempo de máquina e mão-de-obra ocioso.

O estudo detalhado, que teve como objetivo a melhoria do setup no setor de amostras de uma empresa de estamparia rotativa, apurou que juntamente com a cronometragem dos tempos das operações que integram a estampagem da amostra, apontou que o tempo do setup poderia ser melhorado consideravelmente se algumas operações que eram internas ao setup fossem convertidas para externas, mantendo assim maior tempo de máquina em funcionamento. Para isso, foram necessárias a aquisição de novos materiais e a colaboração dos envolvidos para o estudo se mostrar pertinente.

Com todos os setups internos que eram possíveis convertidos para setups externos, as tarefas redistribuídas e a aquisição dos materiais, gerou-se ganhos bastantes significativos, que se mensurados podem ser descritos percentualmente, isso porque o tempo de máquina parada diminuiu 62,5% depois de todas as mudanças e isso gerou uma diminuição de 35,71% no tempo unitário para a estampagem de uma amostra e garantiu o aumento de 55,57% do total de amostras produzidas por turno.

Conclui-se então, que nenhuma das tarefas citadas foi eliminada do processo, mas deixaram de ser tarefas internas ao setup, tarefas essas antes executadas pelos operadores, fazendo com que a máquina ficasse muito tempo parada. Essas tarefas passaram a serem externas ao setup, agora executadas por outros funcionários acarretando na diminuição do seu tempo e disponibilizando mais tempo da máquina em produção, aumentando consigo a produção.

Foi de extrema importância, para o sucesso do estudo, a dedicação de todos os envolvidos, os quais abraçaram a causa e se empenharam para que o estudo obtivesse o resultado almejado. Com isso, todos foram beneficiados de algum modo, seja financeiramente ou reconhecidamente. Contudo, esse estudo não termina com a realização desta pesquisa, pois os tempos de setup devem ser

continuamente monitorados e melhorados quando possíveis, pois geram os ganhos que podem ser bastante satisfatórios. Futuramente, é possível que sejam realizados outros estudos desse assunto, com o intuito de melhorar o sistema de sequenciamento da produção de amostras, agilizando ainda mais o tempo de entrega ao cliente.

REFERÊNCIAS

CALHADO, Maria Paula et al. Implantação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35. Perspectivas globais para a engenharia de produção. 2015. Fortaleza. Artigo. Fortaleza, 2015.

BLACK, J.T. O Projeto da Fábrica com Futuro. Porto Alegre: Bookman, 1998.

ELIAS, Sérgio José Barbosa et al. Aplicação da troca rápida de ferramentas na indústria alimentícia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008. Rio de Janeiro. Artigo. Rio de Janeiro, 2008.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. 2009. 120 f. Artigo. (Graduação Tecnológica Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KANNENGERG, G. Proposta de Sistemática Para Implantação de Troca Rápida de Ferramentas. Dissertação de Mestrado. PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, 1994

LEMES, S. M.; LOPO, W. N. Survey of companies who offer rotary printing services in the Itajaí Valley-Brazil/SC. In: CIMODE 3rd INTERNATIONAL FASHION AND DESIGN CONGRES, 3., 2015. Buenos Aires/AG. Artigo. Buenos Aires/AG, 2015.

LOBO, R. N.; LIMEIRA, E. T. N. P.; MARQUES, R. N. Fundamentos da tecnologia têxtil: da concepção da fibra ao processo de estamparia. Tatuapé: Érica, 2014.

McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM, A. R. A Critical Evaluation of Shingo's 'SMED'Methodology. Int. J. Production Research. 38 (11), 2377-2395, 2000.

MEZA, Cira Maricruz Mejia. Produção mais limpa e otimização do tratamento de efluentes líquidos de estamparias em Brusque e Guabiruba. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MONDEM, Y. O Sistema Toyota de Produção.São Paulo: IMAM, 1983.

OLIVEIRA, Elaine Cristina. Flexibilização da produção e reflexos sobre o mundo do trabalho: um estudo comparativo de casos no setor têxtil de Santa Catarina. 2002. 161 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, J. C.; PINOTTI, M. A.; LOPO, W. N. Avaliação da implantação da tecnologia RFID no setor de beneficiamento de uma indústria têxtil. Revista Espacios, v. 38, n. 17, p. 17, 2017.

PADILHA, Carlos Magno Cabral et al. Aplicação de um método de troca rápida de ferramenta (TRF) em uma empresa de bebidas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32.

Desenvolvimento sustentável e responsabilidade social: as contribuições da engenharia de produção. 2012. Bento Gonçalves. Artigo. Bento Gonçalves, 2012.

PAIVA, Adriana de Almeida et al. Análise de tempos de setup no processo produtivo de embalagens metálicas.

Artigo. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Gestão e tecnologia para a competitividade. 2013.

RANGEL, Djalma Araújo et al. Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de setup: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas. 2014. 14 f. Artigo (P&D em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Paraíba, Paraíba, 2012.

Capítulo 29

RASTREABILIDADE DOS PROCESSOS DA AGROINDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA POR MEIO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Fábio Guilherme Canova e Silva (FATEP - fgscanova@gmail.com)
Fábio Cesar da Silva (Embrapa Informática Agropecuária - fabio.silva@embrapa.br)
Alexandre de Castro (Embrapa Informática Agropecuária - alexandre.castro@embrapa.br)
Inácio Henrique Yano (Embrapa Informática Agropecuária - inacio.yano@embrapa.br)

Resumo: Neste trabalho foi desenvolvido um protótipo de sistema para rastreamento e disponibilização de dados e informações da cadeia produtiva do setor sucroenergético, utilizando tecnologia "blockchain" para atendimento das necessidades de interoperabilidade, segurança das informações, além de possibilitar a avaliação de potencialidades e desafios no uso desta tecnologia tanto no setor agroindustrial, assim como, nos setores logístico e comercial. Não obstante aos setores descritos, a tecnologia "blockchain" também pode facilitar a implementação de canaviais inteligentes, que é um esforço da agroindústria sucroenergética para aprimorar a sustentabilidade e a rastreabilidade de seus produtos. A rastreabilidade permitirá que todos os agentes participantes da cadeia, inclusive consumidores finais, acessem informações confiáveis sobre sustentabilidade e garantia de origem dos produtos produzidos pela indústria sucroenergética. Essa tecnologia pode auxiliar, também, na governança desse setor produtivo, uma vez que políticas públicas podem ser mais pontuais e assertivas. Neste trabalho, foi implementado um protótipo de sistema utilizando tecnologia "blockchain", utilizando a rede privada "Ethereum", em ambiente de desenvolvimento integrado Remix, para construção de "Smart Contracts" (contratos inteligentes) em linguagem de programação "Solidity". Contratos inteligentes são códigos de computador, que contém as regras para tratamento

e gravação dos dados que serão armazenados nos blocos da rede “blockchain”. Nas redes “blockchain”, os blocos encadeados carregam as informações de produtos, valores e rastreabilidade e uma assinatura digital (hash), nessa cadeia o bloco seguinte contém a função hash criptográfica do bloco anterior, além das informações que carrega para gerar seu próprio hash. A função hash, também conhecida como função de dispersão, recebe dados de qualquer tamanho e gera uma saída de tamanho fixo. Esse recurso permite verificar adulterações no bloco de dados apenas examinando a função hash, de forma que todas as informações dos blocos da cadeia depois de gravadas não podem mais ser alteradas.

Palavras-chave: cadeia da cana-de-açúcar, “Ethereum”, organização de informação estratégica.

1. INTRODUÇÃO

Um dos desafios da gestão empresarial da agroindústria sucroenergética é fazer o rastreamento de seus produtos, ou seja, registrar informações sobre qualidade da matéria-prima e do processamento dos produtos, identificados por números únicos de lotes. Blockchain é uma tecnologia para registros de transações em uma base de dados distribuída e criptografada, podendo ser utilizada para rastreamento de dados de um determinado mercado ou cadeia produtiva, além de seu compartilhamento de forma segura (NAKAMOTO, 2009). A base de dados distribuída e segura permite a formação de parcerias entre os elos integrantes de uma cadeia produtiva, em um ou mais mercados, e até mesmo em diferentes regiões geográficas (MONEY, 2018). Trata-se de uma tecnologia que pode reduzir custos e a complexidade de transações entre empresas por meio da criação de redes eficientes e altamente seguras, na qual valores monetários e não-monetários podem ser monitorados e negociados, sem a necessidade de um ponto de central de controle (Carrefour, 2018). As redes blockchain podem também registrar e permitir o rastreamento dos dados em tempo real, facilitando o gerenciamento da cadeia de suprimentos e de processos e o fluxo de mercadorias e de pagamentos. A agroindústria sucroenergética requer rastreamento, porque é complexa e envolve diversas etapas, entre elas: produção de matéria-prima para abastecimento da indústria; gerenciamento da cadeia de insumos, resíduos, subprodutos e da versatilidade da produção - em açúcar, álcool ou energia; armazenamento e comercialização dos produtos produzidos (Figura 1). Estas etapas estão representadas em uma cadeia na Figura 1, sendo o blockchain uma opção para armazenar dados para um gerenciamento eficiente.

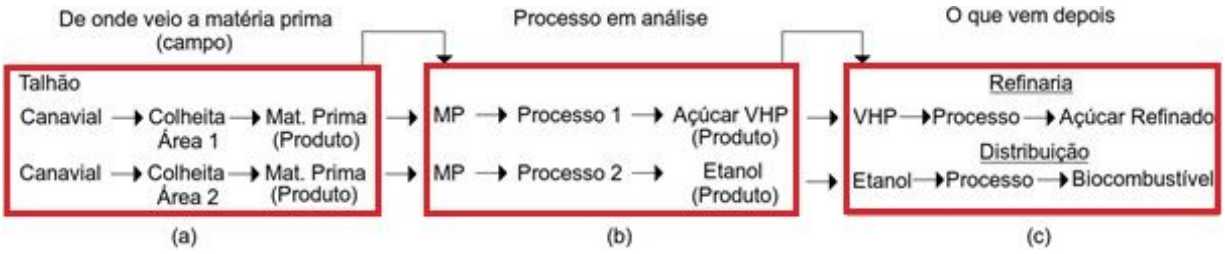


Figura 1. Análise da cadeia sucroenergética visualizada como uma sequência de suprimentos. A lavoura fornece a matéria-prima (a), a matéria-prima é processada gerando açúcar bruto – VHP ou etanol (b), o VHP ou etanol alimentam o próximo elo da cadeia: refinação do açúcar ou abastecimento e distribuição do biocombustível (c).

Neste trabalho, foi desenvolvido um protótipo de sistema de rastreamento e compartilhamento de dados e informações da cadeia produtiva da indústria sucroenergética, utilizando tecnologia *blockchain*, cujo objetivo é mostrar que a adoção dessa tecnologia, poderá facilitar a implantação do canavial inteligente, para aumentar a sustentabilidade e rastreabilidade de seus produtos. Isto permitirá que todos os agentes participantes da cadeia, incluindo os consumidores finais, tenham acesso a informações seguras da origem e sustentabilidade dos produtos gerados (Figura 1). A tecnologia *blockchain* já está sendo utilizada na indústria açucareira da Austrália, mostrando-se menos custosa e mais eficiente tanto em sistemas de logística como para rastreamento em cadeias de suprimentos globalmente complexas (NOVACANA, 2018).

2. Rede Privada Ethereum

Neste trabalho, foi utilizada a plataforma Ethereum (ETHEREUM PROJECT, 2018) para implementar um protótipo de sistema utilizando tecnologia *blockchain*, no ambiente de desenvolvimento integrado Remix (IDE Remix), que permite construir *Smart Contracts* (contratos inteligentes), utilizando linguagem de programação *Solidity* (SOLIDITY, 2019). Contratos inteligentes são códigos de computador, que contém as regras para tratamento e gravação dos dados que serão armazenados nos blocos da rede *blockchain*. Neste caso, foram registrados os dados dos processos industriais da produção sucroenergética. Nas redes *blockchain*, os blocos encadeados carregam as informações de produtos, valores e rastreabilidade e uma assinatura digital (hash), nessa cadeia o bloco seguinte contém a função hash criptográfica do bloco anterior, além das informações que carrega para gerar seu próprio hash (PENARD; WERKHOVEN, 2008), conforme abaixo:

Block 1 = conteúdo (dados) = hash 0

Block 2 = conteúdo (dados) + hash 0 = hash 1

Block 3 = conteúdo (dados) + hash 1 = hash 2

A função hash, também conhecida como função de dispersão, recebe dados de qualquer tamanho e gera uma saída de tamanho fixo. As funções hash criptográficas são funções matemáticas consideradas praticamente impossíveis de inverter, ou seja, de recriar o valor de entrada a partir de seu valor de saída. Esse recurso permite verificar adulterações no bloco de dados apenas examinando a função hash, de forma que todas as informações dos blocos da cadeia depois de gravadas não podem mais ser alteradas, sem que esta ação seja notada. As redes *Ethereum blockchain* utilizam a função criptográfica Secure Hash Algorithm V. 3 (SHA3) em substituição ao padrão SHA-2 cipher.

3. RASTREAMENTO DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO SUCROENERGÉTICA VIA *SMART CONTRACT*.

Este protótipo foi desenvolvido com o objetivo de registrar os dados dos processos na cadeia da agroindústria canavieira visando, também, compreender e avaliar a tecnologia blockchain via Smart Contract. Trata-se de um primeiro estudo e, por este motivo, retrata o rastreamento da cadeia sucroenergética de maneira simplificada. No entanto, foi possível testar regras e funções da linguagem Solidity na rede Ethereum blockchain, para que futuramente seja possível desenvolver aplicações mais completas e que reflitam melhor a realidade da produção sucroenergética.

3.1 SMART CONTRACT: PROCESSACANA

O contrato ProcessaCana contém regras e funções que representam em um modelo, de forma simplificada, os processos agroindustriais da fabricação de açúcar e álcool. O modelo deste trabalho foi baseado nos processos descritos no trabalho de DAL BEM (2003). Neste modelo simplificado, os processos de Colheita, Recepção, Lavagem e Extração do Caldo foram agrupados na atividade denominada "extraiCaldo" presente na Estrutura Analítica do Projeto (EAP) (Figura 2). Os demais processos representados na EAP foram: Clarificação do Caldo na atividade de nome trataCaldo; Evaporação para extração do xarope a partir do caldo clarificado e a Produção do Açúcar como "produzAcucar"; e Fermentação e Destilação para produção do álcool como "produzAlcool". Este modelo, por questões didáticas, apresenta apenas os insumos e os produtos dos processos. Em um modelo real, o sistema conterá, com mais detalhes, todas as fases do processo incluindo-se os resíduos gerados em cada etapa.

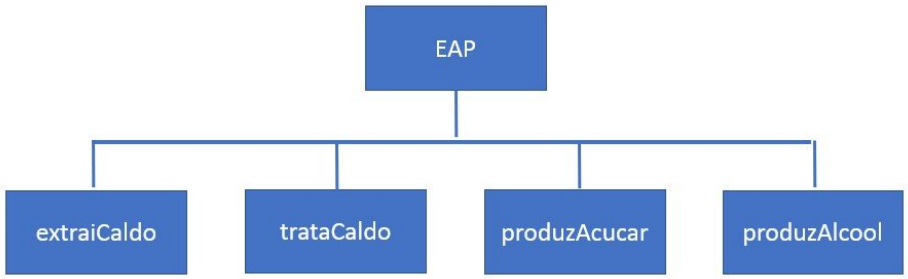


Figura 2. Estrutura Analítica do Projeto, contendo quatro processos "extraiCaldo", "trataCaldo", "produzAcucar" e "produzAlcool".

Este modelo contém basicamente instruções de entrada de valores, que seriam as toneladas de cana-de-açúcar presentes nos talhões (lotes), assim como, os valores dos diversos insumos do processo em análise, tais como: água, etileno glicol, cal (Ca(OH)2), ácido sulfúrico e fermento (levedura). Também

contém os valores dos produtos intermediários do processamento da cana-de-açúcar (caldo, caldo clarificado e mel) e os produtos finais, que são o açúcar (branco) e o álcool (anidro e hidratado).

3.2 MODELO DE RASTREAMENTO NO PROCESSO DE RECEPÇÃO, LAVAGEM E EXTRAÇÃO DO CALDO

O modelo foi escrito na liguagem *Solidity* versão 0.4.6, que é uma das mais utilizadas para programação de *Smart Contracts* (contratos inteligentes) para redes *Ethereum blockchain*, que pode ser compilado na IDE Remix (REMIX, 2019; YANO, 2018). A Figura 3 mostra a aba *Compile* da IDE Remix, com o *Smart Contract* ProcessaCana, que é um modelo de rastreamento na linguagem *Solidity.* Para compilar o *Smart Contract* basta escolher a versão do compilador e, uma vez compilado, o *Smart Contract* estará pronto para simulações após a implementação, que é feita clicando-se no botão *Deploy* na aba *Run* (Figura 4).

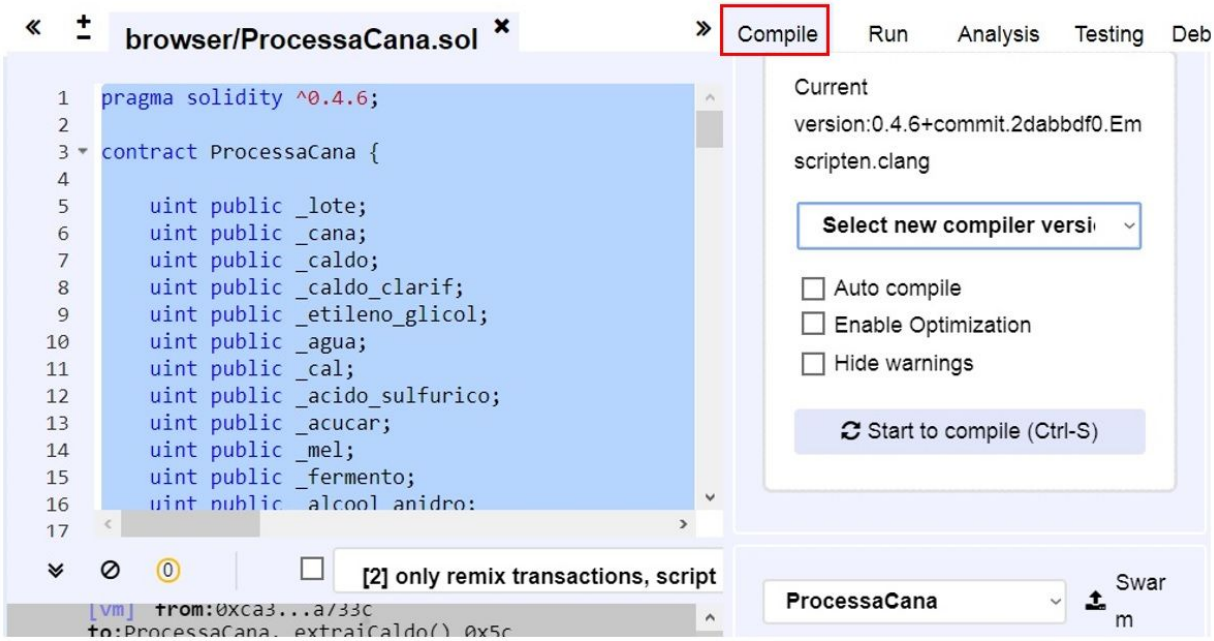


Figura 3. *Smart Contract* ProcessaCana.sol na aba *Compile* da IDE Remix.

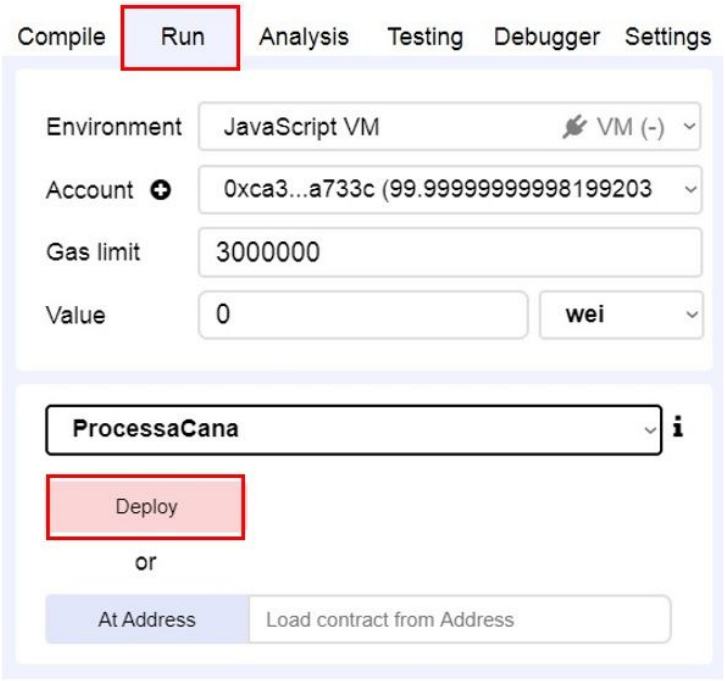


Figura 4. Implementação do *Smart Contract* ProcessaCana, clicando-se no botão *Deploy*.

Após a implementação o Smart Contract está disponível para uso. A primeira atividade do EAP é "extraiCaldo", cujo código está apresentado no lado esquerdo da Figura 5, que depende da inserção do número do lote, os insumos (cana e água) e o produto de saída do processo (caldo), conforme lado direito da Figura 5.

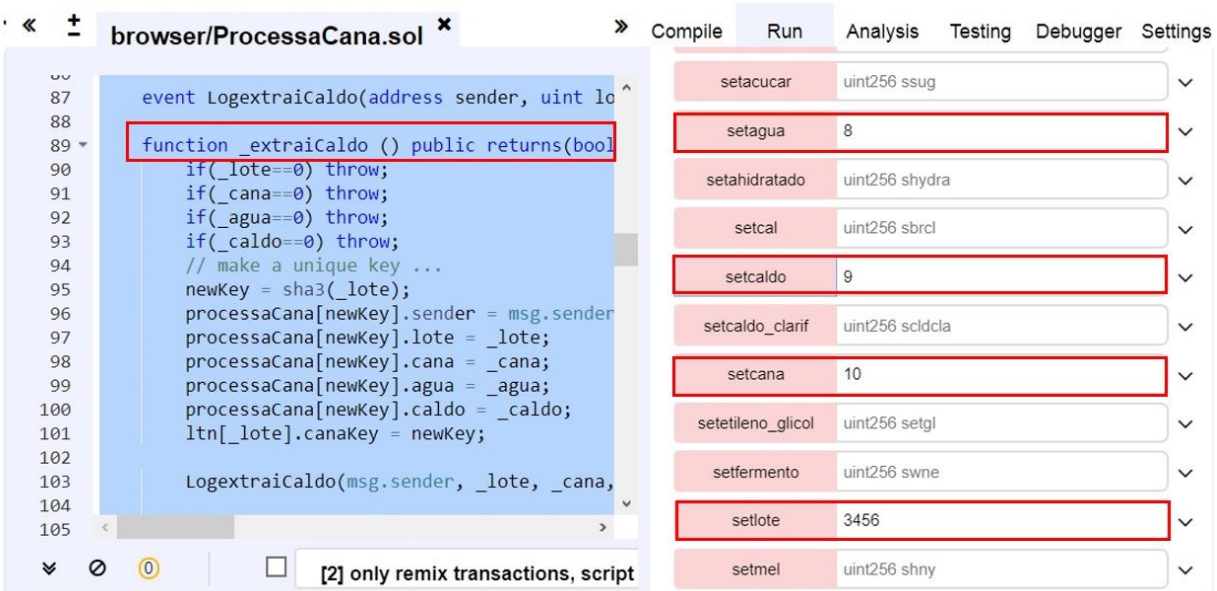


Figura 5. Do lado esquerdo o código da função "extraiCaldo", que depende da inserção de valores para as variáveis (do lado direito): número do lote e dos valores de toneladas de cana-de-açúcar e água para extração do caldo.

Terminada a inserção dos dados, deve-se clicar no botão “extraiCaldo” para gravar os dados na rede *blockchain* (Figura 6). Além das informações de insumos e produto, também costuma-se gravar a conta do usuário (msg.sender) que fez a inserção do lote. A variável msg.sender é fornecida pela rede *Ethereum blockchain* no momento da execução da transação. A IDE Remix fornece cinco contas de usuários para testes.

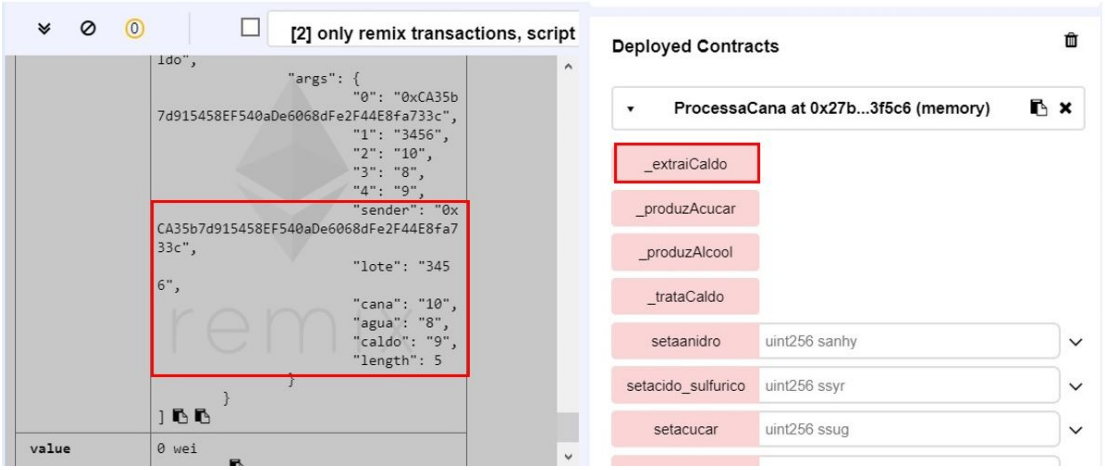


Figura 6. Execução do processo “extraiCaldo”, com os valores dos insumos e do produto gravados e apresentados no lado esquerdo da Figura.

Conforme as etapas do processamento da cana-de-açúcar vão sendo concluídas serão executadas as atividades “trataCaldo”, “produzAcucar” e “produzAlcool”, sempre inserindo primeiro os dados, para posterior execução das atividades para gravação dos mesmos na rede blockchain. Detalhes sobre a utilização da ferramenta Remix podem ser consultados em YANO et al. (2018). Terminadas as execuções das quatro atividades, os dados gravados na rede blockchain podem ser consultadas pelo número do lote, conforme Figura 7.

Figura 7. Consulta aos dados gravados na rede *blockchain* por número do lote

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rastreabilidade proporcionada pela tecnologia blockchain na cadeia produtiva sucroenergética pode prover diversos benefícios no gerenciamento da produção, na valorização de matéria-prima de qualidade e na comercialização, provendo informações para a cadeia logística e para os consumidores finais. A tecnologia blockchain por ser um banco de dados distribuído, permite compartilhar informações com diferentes agentes envolvidos. Além disso,

a adoção desta tecnologia confere uma maior segurança às transações em função de forma como foi construída, onde cada bloco contém a hash criptográfica do bloco anterior, dificultando muito adulterações, uma vez que a alteração em um bloco irá refletir em outros da cadeia, que por sua vez está replicada em diversos pontos da rede, assim a alteração irregular em um nó não será validada pelos demais pontos da rede.

As simulações e testes realizados, neste trabalho, permitem vislumbrar possíveis resultados de aplicativos e, também, para avaliação do comportamento de possíveis usuários sobre aceitação e retenção do público alvo ao produto rastreado. Futuramente, serão adotadas ações de planejamento, criação, concepção e desenvolvimento de aplicativos com interfaces gráficas para implementação efetiva desta tecnologia na cadeia produtiva sucroenergética. Resultando em um modelo mais amplo, que poderá ser utilizado para rastrear lotes para “antes e depois” da agroindústria energética, chegando até o consumidor final (açúcar, etanol, energia elétrica, aguardente, etc).

5. REFERÊNCIAS

CARREFOUR launches Europe's first food blockchain. Disponível em: <http://www.carrefour.com/current-news/carrefour-launches-europes-first-food-blockchain>. Acesso em: 27 out. 2018.

DAL BEM, Armando José; KOIKE, Gilberto HA; PASSARINI, Luís Carlos. Modelagem e simulação para o processo industrial de fabricação de açúcar e álcool. Minerva, v. 3, n. 1, p. 33-46, 2003.

ETHEREUM Project. 2018. Disponível em: <https://www.ethereum.org/>. Acesso em: 20 out. 2018.

MONEY. CNN Business. 2018. Disponível em: <https://money.cnn.com/2018/08/06/technology/mobile-voting-west-virginia-voatz index.html >. Acesso em: 10 nov. 2018.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. 2009. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 28 out. 2018.

NOVACANA, 2019.
Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/tecnologia/governo-australiano-premio-projetoblockchain-acucar-sustentavel-060818>. Acesso em: 09 de abril 2019.

PENARD, W.; WERKHOVEN, T. van. On the secure hash algorithm family. Cryptography in Context, p. 1-18, 2008. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20160330153520/http://www.staff.science.uu.nl/~werkh108/docs/study/Y5_07_08/infocry/project/Cryp08.pdf>.
Acesso em: 28 out. 2018.

REMIX, 2019. Disponível em: <https://remix.ethereum.org/>. Acesso em: 15 mai. 2019.

SOLIDITY, 2019. Disponível em: < https://solidity.readthedocs.io/en/v0.4.24/>. Acesso em: 30 set. 2019.

YANO, I. H., SANTOS, E. H. dos; CASTRO, Alexandre de; BERGIER. I; SANTOS, P. M.; OLIVEIRA, S. R. M; ABREU, U. G. P. Modelo de rastreamento bovino via Smart Contracts com tecnologia Blockchain. Comunicado Técnico 130. Embrapa, Campinas, SP Dezembro/2018.

Capítulo 30

MAPEAMENTO DO CENÁRIO COMPETITIVO DOS RESTAURANTES DA CIDADE DE SALGUEIRO - PE: UM ESTUDO BASEADO NO MÉTODO DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS)

Rafaela Torres Dos Santos (Universidade de Pernambuco - adm.rafaelatorres@gmail.com)
Éverton Crístian Rodrigues de Souza (Univasf - everton.souza@univasf.edu.br)
Glauce da Silva Guerra (Univasf - glauce.guerra@univasf.edu.br)
Danillo Rodrigues Silva Bento Oliveira (Univasf - danillo.oliveira@upe.br)
Yasmin Orozimbo (Univasf - yasmin.orozimbo@yahoo.com.br)

Resumo: Com a economia cada vez mais dinâmica e competitiva, proporcionando um ambiente de incertezas, torna-se cogente às organizações buscar uma posição vantajosa que garanta sua sobrevivência, ao passo que assegure vantagem competitiva ante seuss concorrentes.

Palavras-chave: Posicionamento Estratégico. Cenário competitivo. Multidimension Scalling. Mapa Perceptal.

1. INTRODUÇÃO

O campo da gestão estratégica é vasto e sempre despertou a atenção de muitos estudiosos e dirigentes empresariais para a condução de seus negócios. É uma área que apresenta muitas oportunidades de estudos, sobretudo no que se refere aos micros e pequenos empresários no gerenciamento de seus negócios, uma vez que se trata de um perfil de gestor que apresenta um forte despreparo gerencial que conduz de forma assintomática seus negócios. Dandrigde (1979) defendeu, há bastante tempo, que as pequenas empresas precisam de uma teoria organizacional própria, de estudos focados nos seus problemas e desafios particulares, uma vez que contemplam características específicas. Ainda hoje essa realidade persiste (SOUZA, 2012).

Devido a essa lacuna teórica, e por conduzirem seus negócios com improvisos gerenciais, muitas vezes os gestores de micro e pequenos negócios não conseguem monitorar os processos e alcançar os resultados esperados, contribuindo, assim, para aguçar as estatísticas de empresas que fracassam em seus primeiros anos de atuações.

Além da lacuna teórica e do despreparo gerencial dos gestores das empresas em foco, há, ainda, a predominância do empreendedorismo por necessidade em organizações deste tipo. Nesse tipo de empreendimento, é habitual que se desconheça o cenário empresarial em que se atua, bem como é possível que o planejamento do negócio seja precário ou inexistente (SEBRAE, 2017). Em outras palavras, o caráter estratégico nos processos gerenciais é negligenciado.

Para que os pequenos negócios possam alcançar êxito e tornem-se competitivos é fundamental a adoção adequada de sua estratégia. Desse modo, para conferir maior assertividade em relação ao posicionamento estratégico da empresa, torna-se imprescindível analisar o cenário competitivo através da ótica dos consumidores.

Este estudo tem, portanto, o objetivo de analisar o cenário competitivo de restaurantes da cidade de Salgueiro – PE, através do Multidimensional Scaling (MDS), ou Escalonamento Multidimensional (EMD). Trata-se de um método que possibilita mapear espacialmente (em um plano) a percepção do consumidor pelo grau de similaridade ou dissimilaridade entre estabelecimentos. O resultado dessa análise pode ser expresso graficamente, na forma de um Mapa Perceptual.

Sendo assim, o tópico que segue trata de detalhar os procedimentos e o percurso metodológico traçado para o alcance de tal objetivo.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa apropriou-se de uma abordagem quantitativa. Com isso, compreende-se que foi possível aplicar um conjunto de métodos estatísticos para compreensão do fenômeno em estudo (VERGARA; CALDAS, 2005; GIL, 2008; FLICK, 2009). O trabalho, também, se caracteriza por ser uma pesquisa empírico-analítica, do tipo descritivo porque tem como objetivo descrever características de determinada população ou fenômeno (VERGARA; CALDAS, 2005; GIL, 2008).

A técnica adotada foi o Escalonamento Multidimensional. O MDS se integra aos métodos quantitativos conhecidos como análise multivariada, que, segundo Hair Jr. *et al*. (2009), auxilia na formulação de questões dotadas de certa complexidade de forma específica e precisa. Segundo Malhotra (2006), essa técnica multivariada possibilita uma noção gráfica das posições relativas dos objetos, aqui consignados pelas marcas dos restaurantes, comparados em um plano cartesiano. Logo, o MDS provê um mapa perceptual que indica os possíveis agrupamentos, conforme diferentes variáveis.

A pesquisa será voltada para a análise do cenário competitivo de 10 restaurantes noturnos da cidade de Salgueiro- PE, levantados a partir de informações da Câmara de Dirigentes Lojistas (CDL) e da Junta Comercial do Estado de Pernambuco (JUCEPE). Os dados da pesquisa foram coletados a partir da aplicação de um questionário estruturado composto por 11 questões, divididas em dois blocos (percepção dos consumidores e perfil socioeconômico).

O público-alvo da pesquisa foi composto pelos clientes dos estabelecimentos e a coleta dos dados ocorreu entre os dias 15 de setembro e 17 de outubro de 2018. Foram aplicados 140 questionários, dos quais 20 foram desconsiderados por conter dados inconsistentes, o que resultou em uma amostra de 120 respondentes. A definição da amostra foi aleatória e estratificada (VIEIRA, 1991) pela localização e horário de funcionamento dos restaurantes.

Para análise dos dados, além de planilhas eletrônicas para tabulação, foi utilizado o software estatístico Stata – 14 para análise e manipulação de dados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DA ESTRATÉGIA A ANÁLISE DE CENÁRIOS

Não há uma definição única, universalmente aceita sobre o é que estratégia. Embora os conceitos existentes contemplem visões diferenciadas de diversos autores e em momentos distintos, os esforços

de traduzir estratégia possuem convergências para um único sentido através do qual as organizações procuram se adaptar aos ambientes externo e interno (OLIVEIRA, 2005).

Assim, sem pretensão de apresentar uma definição que represente a exata grandeza do conceito, pode-se, a partir de Henderson (1998), conceituar estratégia como uma busca deliberada de um plano de ação para desenvolver e ajustar a vantagem competitiva de uma empresa, e do conceito de Lodi (1970) que define estratégia como a mobilização de todos os recursos da empresa no âmbito global, visando atingir objetivos em longo prazo.

É devido à diversidade de formas de definir a estratégia, categorizando-se em distintos enfoques, que Mintzberg, Ahlstrande e Lampel (2010), propõem que o estudo da estratégia deve ser categorizado em abordagens. Os autores apresentam as abordagens da estratégia a partir de escolas, separando-as de acordo com a natureza de sua formação: prescritiva e descritiva.

No contexto das escolas de caráter prescritivo destacam-se a escola do Design, do Planejamento e do Posicionamento, nas quais o que prevalece e a definição de como formular a estratégia do que a forma de as conceber. Entre as escolas de caráter descritivo estão a escola Empreendedora, a Cognitiva, do Aprendizado, do Poder, Cultural e Ambiental, as quais preocupam-se com a descrição de como as estratégias de fato são e seus desdobramentos. Por fim, tem-se a escola da Configuração que perpassa pela abordagem prescritiva e descritiva.

Em face ao objetivo deste estudo, será dada ênfase na Escola do Posicionamento cujo foco reside na análise do ambiente externo, a partir da definição de modelos que permitam o estabelecimento de posições relativas à atuação da empresa em relação ao mercado. A teoria do posicionamento estratégico teve ápice em meados da década de 1980 com a publicação do livro Competitive Strategy, de Michael Porter, sugerindo que estratégia é uma escolha deliberada de posicionamento competitivo.

A análise do posicionamento, segundo Porter (2004), visa ajustar os pontos fortes e fracos da empresa ao ambiente, possibilitando dessa forma, maior entendimento do cenário competitivo. O posicionamento estratégico baseia-se em estratégias genéricas - liderança em custos, diferenciação e enfoque -, ou seja, versa sobre ações ofensivas e defensivas como forma de criar vantagem sustentável, que são ações em respostas às cinco forças competitivas do mercado - novos entrantes, poder de barganha dos fornecedores, poder de barganha dos clientes, produtos substitutos e concorrentes.

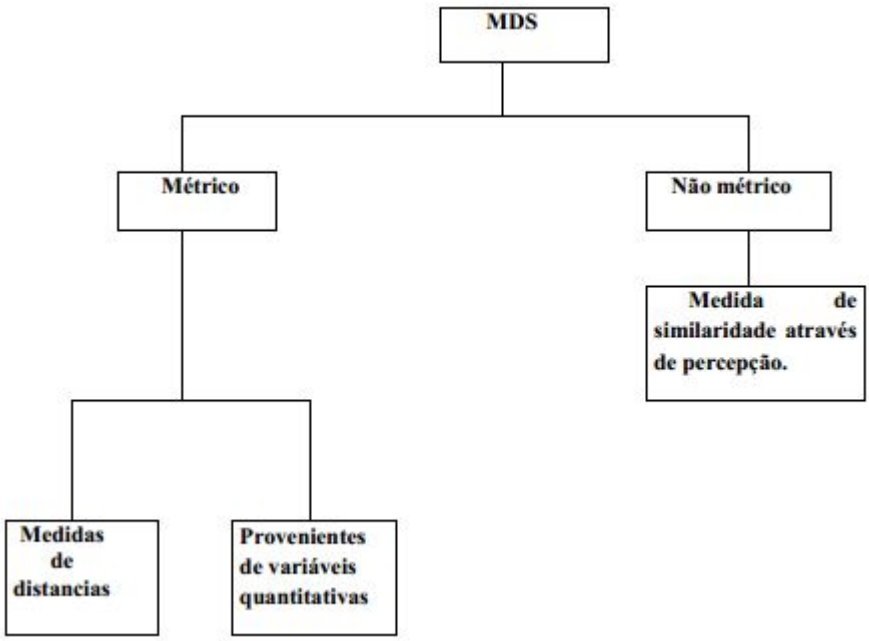
Nesse sentido, é através da análise do ambiente, que as organizações podem verificar as condições em que estão inseridas, e quais ações devem realizar para manterem-se competitivas. Dessa forma, Rojo (2005) pontua que a elaboração de cenários é uma referência profícua para a tomada de decisão, assim como, a elaboração de políticas para enfrentar os desafios do futuro, através de um posicionamento estratégico.

Para fins de definição do cenário competitivo e do posicionamento estratégico das empresas estudadas, este estudo fará uso do Multidimensional Scaling (MDS), ou Escalonamento Multidimensional (EMD), método que permite o mapeamento da percepção do consumidor em relação às empresas analisadas.

3.2 ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS)

O MDS (*Multidimensional Scaling*, ou Escalonamento Multidimensional) é uma técnica de análise multivariada que permite diagnosticar a similaridade, ou dissimiliariaridade, percebida entre elementos em análise, fornecendo, assim, uma solução gráfica (geralmente um mapa). No mapa de similaridades objetos representados próximos são percebidos como semelhantes, assim como quanto mais distantes esses objetos forem representados tendem a ser percebidos como distintos (GARCIA, 2015; HAIR JUNIOR *et al,* 2009; MOREIRA, 2006). Há dois tipos de MDS, o métrico e não métrico. Conforme visualizado na Figura 1

Figura 1- Tipologia da técnica MDS



Fonte: elaborado com base em Hair Júnior *et al.* (2009)

Tal como o escalonamento métrico, a técnica não métrica, objetiva encontrar as coordenadas dos pontos em um espaço p-dimensional, de forma que exista uma boa relação de concordância entre as proximidades observadas e as distâncias entre pontos observados. Entretanto, uma particularidade que a difere da técnica MDS métrico, é o fato que esta demanda uma relação menos rígida entre dissimilaridades e distâncias, ou seja, ao invés de distâncias, utilizam-se julgamentos dos indivíduos sobre os objetos comparados, de modo que sua representação seja obtida por transformação de ordem das similaridades. O presente trabalho apropriou-se do Escalonamento não métrico, uma vez que a análise versará sobre semelhança percebida entre os pares de restaurantes, ou seja, o respondente é instigado a comparar todos os possíveis pares e solicitado a indicar o grau de similaridade entre eles no par. Assim, a avaliação geral da dissemelhança ou semelhança dos restaurantes é feita baseado no número total de vezes que cada par foi julgado como preferível da comparação pareada (HAIR JUNIOR. et al, 2009). Sendo assim, na próxima sessão detalha os resultados obtidos na pesquisa.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 PERFIL DA AMOSTRA

Conforme ressaltado no tópico de procedimentos metodológicos, o público-alvo da pesquisa foi composto por clientes dos restaurantes noturnos da cidade de Salgueiro- PE. Os resultados apontam para uma amostra composta por percentual de 51,6% de homens, 48,3% de mulheres, com idades que varia entre 18 e 23 anos (totalizando 41% da amostra). Dentre as mulheres, 14 delas são comprometidas, o que corresponde a 23% das mulheres. Dentre os homens, 19 deles são comprometidos, o que corresponde a 32% das mulheres.

A renda per capta entre as mulheres comprometidas concentra-se em duas faixas salariais, ou seja, possuem *renda percapta* de R$ 477,00 a R$ 954,00; e as que ganham entre R$ 1.908,00 a R$2.385,00, representando 57,4% da renda das mulheres casadas. Dessas, apenas 0,9% afirmam ter uma renda per capta acima de R$ 5.000,00. Já entre os homens, a renda per capta é superior a R$ 5.000,00. Na média geral dos comprometidos de ambos os gêneros, é de R$ 1.908,00 a 2.385,00, representando 25,0% dos entrevistados.

Ao que se refere a grau de instrução do respondente casado e a frequência relativa aos restaurantes (tabela 6), nota-se que, predomina nos respondentes com maior elevação nos estudos, no entanto, a frequência com que estes vão aos restaurantes caí entre os homens. Sendo assim, dos homens com

ensino superior completo apenas 14 têm uma frequência relativa nesses ambientes, o que corresponde a 4,24% dos homens. Já dentre as mulheres, a frequência de idas aos restaurantes aumenta quando casadas e possuem o ensino Superior em andamento, representando, 48,2% das mulheres.

Uma vez traçado o perfil socioeconômico da amostra, a subseção seguinte traz o comparativo dos restaurantes, e em seguida, é apresentado o Mapa Perceptual do posicionamento das marcas na mente de seus consumidores potenciais.

4.2 SIMILARIDADE ENTRE OS PARES DE RESTAURANTES

Uma matriz de similaridade foi obtida a partir das respostas dos entrevistados. Eles foram questionados sobre o grau de similaridade entre os restaurantes, par a par, numa escala de 10 pontos. Essa abordagem foi feita por entender que seria mais intuitivo aos respondentes expressarem "o quão similar" são os restaurantes. No entanto, o MDS é modelado a partir das distâncias relativas entre os elementos avaliados, de modo que a matriz de entrada do modelo é feita a partir das dissimilaridades entre os elementos analisados, quais sejam, os restaurantes. Bastou, então, inverter a escala e obter a dissimilaridade como sendo o complementar da similaridade na referida escala de 10 pontos. A Tabela 1 demonstra a matriz de dissimilaridades entre os restaurantes, a partir da percepção dos entrevistados.

Tabela 1– Matriz de disimilaridades entre os restaurantes

	1. Ferreira Espetos	2. Wilson Pizzas	3. Cuscuzeiria	4. Bode do Geraldo	5. Júnior Delivery Pizzaria	6. Altas Horas	7. Salgrill	8. China Imperial	9. Kojima	10. Bode das gêmeas
1. Ferreira Espetos	0,0									
2. Wilson Pizzas	6,7	0,0								
3. Cuscuzeiria	7,8	6,7	0,0							
4. Bode do Geraldo	6,7	6,5	6,5	0,0						
5. Júnior Delivery Pizzaria	7,0	2,0	7,0	6,4	0,0					
6. Altas Horas	8,0	6,6	6,4	7,5	6,9	0,0				
7. Salgrill	4,5	6,1	7,1	5,8	6,7	8,0	0,0			
8. China Imperial	6,7	7,2	7,3	7,9	7,7	7,9	7,5	0,0		
9. Kojima	6,3	7,5	7,4	7,7	7,6	7,9	6,5	3,2	0,0	
10. Bode das gêmeas	6,0	6,4	6,2	3,1	6,3	7,6	6,8	7,0	7,4	0,0

Fonte: dados da pesquisa (2018)

Destaca-se que a matriz foi obtida a partir da disparidade entre os restaurantes, numa análise para a par, logo, tratando-se de uma construção a partir da percepção direta.

Tabela 2– Quantitativo de respostas consideradas nas comparações par-a-par de restaurantes

	1. Ferreira Espetos	2. Wilson Pizzas	3. Cuscuzeiria	4. Bode do Geraldo	5. Júnior Delivery Pizzaria	6. Altas Horas	7. Salgrill	8. China Imperial	9. Kojima	10. Bode das gêmeas
1. Ferreira Espetos										
2. Wilson Pizzas	64									
3. Cuscuzeiria	44	72								
4. Bode do Geraldo	46	69	48							
5. Júnior Delivery Pizzaria	45	74	47	51						
6. Altas Horas	30	40	28	33	30					
7. Salgrill	45	59	39	46	37	31				
8. China Imperial	33	42	30	31	28	22	36			
9. Kojima	31	39	27	32	28	22	30	26		
10. Bode das gêmeas	39	61	39	46	36	25	40	26	22	

Fonte: dados da pesquisa (2018)

O quadro demonstra o quantitativo de pares de restaurantes comparados. É importante ressaltar que foi adotado o critério de exclusão, apenas seria considerado a comparação dos restaurantes no par caso o respondente alegasse ter grau de conhecimento médio do restaurante no mínimo 5 na escala de 10 pontos, desde que o restaurante seguinte(comparado) tivesse uma somatória no nível de conhecimento aproximado de 10. Dessa forma, evitava-se respostas com valores inferiores. Com isso, é possível notar que os restaurantes que obtiveram maior número de comparação entre si foram Wilson Pizzas e Júnior Delivery Pizzaria. Por outro lado, devido ao fato de serem os menos conhecidos pelos respondentes dentre todos os componentes do rol de restaurantes analisados, os pares Altas Horas – China Imperial, Altas Horas – Kojima e Kojima – Bode das Gêmeas foram os que tiveram menos comparações.

Apesar da redução drástica, em relação ao total de respondentes, ressalta-se que a tabela 15 demonstra o quantitativo de análises par a par de restaurantes de forma bastante segura, uma vez que adotou o ponto de corte 5 na escala de 10 pontos adotadas para captar o quanto os respondentes conheciam os restaurantes analisados, conforme já discutido anteriormente. De posse desses dados foi possível implementar uma MDS clássica, conforme expresso abaixo na tabela 3 e gráfico 1.

Tabela 3 – Parâmetros do MDS

Classical metric multidimensional scaling
dissimilarity matrix: MDS_Restaurantes

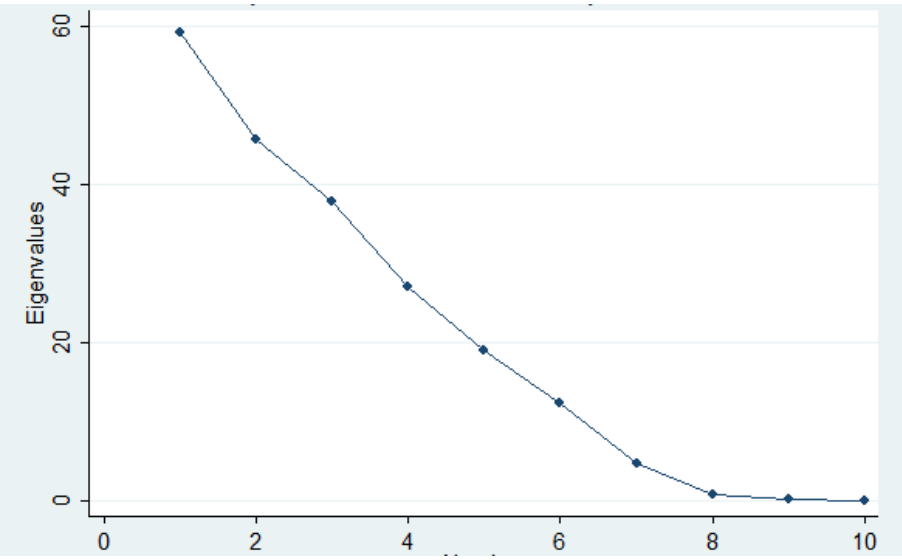
Number of obs = 10
Eigenvalues > 0 = 9 Mardia fit measure 1 = 0.5065
Retained dimensions = 2 Mardia fit measure 2 = 0.6749

		abs(eigenvalue)		(eigenvalue)^2	
Dimension	Eigenvalue	Percent	Cumul.	Percent	Cumul.
1	59,19	28,58	28,58	42,27	42,27
2	45,72	22,08	50,65	25,22	67,49
3	37,74	18, 22	68,88	17,19	84,68
4	27,02	13,05	81,92	8,810	93,49
5	19,04	9,190	91,12	4,370	97,86
6	12,38	5,980	97,10	1,850	99,71
7	4,769	2,300	99,40	0,270	99,99
8	0,917	0,440	99,84	0,0100	100

Fonte: dados da pesquisa (2018)

É possível notar, na tabela 3, que ao adotar 2 dimensões para o mapa perceptual 67,49% da variância é explicada, que é razoável, levando em conta o critério de exclusão das comparações em que os respondentes demonstraram não conhecer bem os restaurantes. O screeplot dos auto vetores demonstra graficamente a magnitude dos auto vetores vs o número de auto vetores, conforme gráfico 1.

Gráfico 1 – Screeplot dos autovetores associados ao MDS



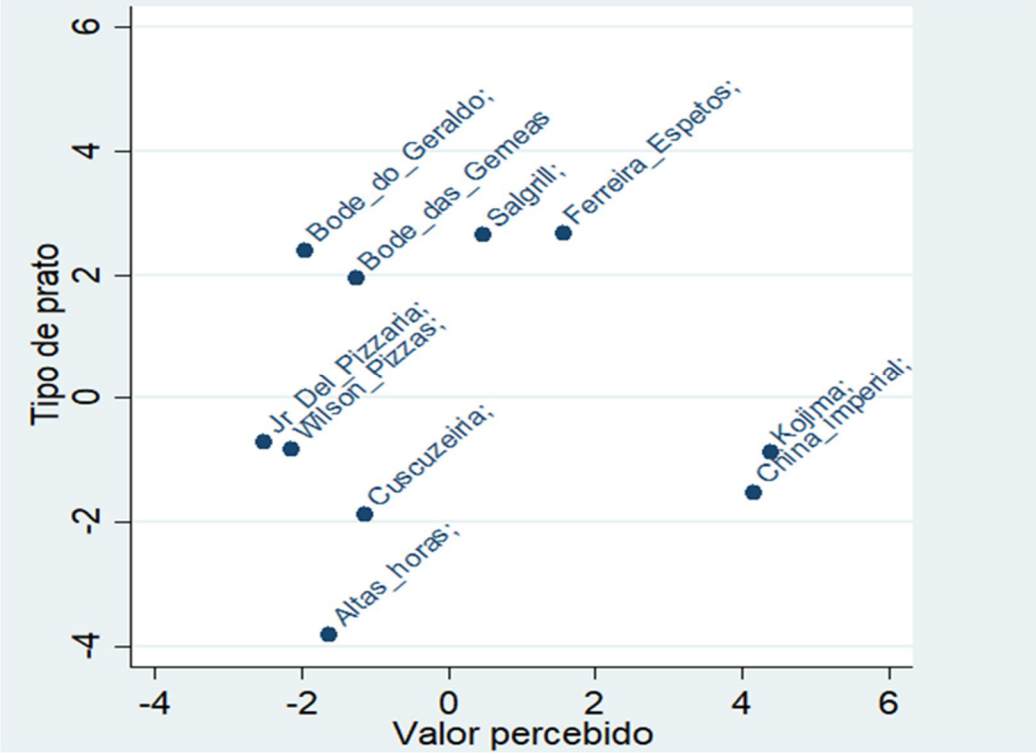
Fonte: dados da pesquisa (2018)

Observa-se o gráfico acima, á medida em que aumenta o número de dimensões os valores de *stress* tendem a reduzir, assim como, ao se adotar entre 8 e 10 dimensões, obter-se-ia valores de stress muitos similares. Ademais, nota-se a grande melhora no *stress* ao se passar de uma única dimensão para duas dimensões. Desse modo, para a construção do mapa Perceptual foi escolhida a dimensionalidade 2, onde se percebe o "cotovelo" na curva, visto que a partir desse ponto, as reduções no valor de *stress* são bem menores a cada aumento de dimensão. Apesar de que para a dimensão 2 o valor absoluto de *stress* é maior do que para a dimensão 4, essa solução já permite uma boa interpretação dos critérios usados no julgamento de similaridade entre os restaurantes, conforme anteriormente exposto na tabela 3.

4.3 MAPA PERCEPTUAL

No Gráfico 2 estão representados cada restaurante em relação às duas dimensões. A propósito, a dimensão 1 foi interpretada como *Tipo de pratos* (que diz respeito ao tipo de pratos servidos, ou procurados pelos clientes, em cada restaurante) e a dimensão 2 pode ser vista como *o valor percebido* (como os respondentes percebem o valor agregado dos restaurantes analisados).

Gráfico 2- Mapa Perceptual de dissimilaridades entre os restaurantes



Fonte: dados da pesquisa (2018)

Do ponto de vista da competitividade, os restaurantes representados próximos no mapa são tidos como concorrentes diretos. Assim, ao analisar a dimensão 1, pode-se notar que quanto maior os valores assumidos, os tipos de pratos tendem a sair de tipos mais voltados para lanches, passando por refeições completas, até refeições mais caracterizadas como churrascos. A título de exemplificação, o restaurante Altas horas, sozinho, forma um cluster que poderia ser denominado de refeições rápidas/lanches. Os restaurantes China imperial, Kojima, Cuscuzeria, Wilson Pizzas e Jr. delivery pizzaria, por sua vez, formam outro cluster de restaurantes que se caracteriza por serviço de refeições mais convencionais, ou para famílias. Por fim, os restaurantes Ferreira Espetos, Bode Assado das Gêmeas, Bode Assado do Geraldo e Salgrill são representantes do cluster de restaurantes voltados a serviços de churrascaria, dentre o rol de restaurantes analisados.

Por outro lado, na dimensão 2, o grupamento dos restaurantes evidencia uma lógica bem mais aderente ao valor agregado percebido pelos respondentes da pesquisa. Desse modo, mais à esquerda do gráfico, com valores menores dessa dimensão, estão os restaurantes com apelo mais popular, ou percebido como menos onerosos para a realização de refeições, assim, deve-se ter estratégias votadas a produtos mais baratos e de fácil circulação.

Na outra direção encontram-se restaurantes que são percebidos com maior valor agregado, e, possivelmente, que representam opções mais onerosas de refeições. Desse modo, esses restaurantes devem investir em estratégias voltadas á pessoas dispostas a pagar mais caro pelo produto, e por maior exclusividade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs analisar o cenário competitivo dos restaurantes locais da cidade de Salgueiro- PE, sob a luz da escola de posicionamento. Essa análise deu-se a partir do estudo das percepções dos consumidores a respeito de como estes percebem a similaridade entre os restaurantes, e para tanto, utilizou-se de uma ferramenta específica da análise multivariada, o Escalonamento Multidimensional, com vistas a criar um mapa perceptual que auxilie os gestores locais na tomada de decisão.

Com a criação do mapa a partir das percepções dos respondentes foi possível reproduzir um retrato do posicionamento dos restaurantes na percepção de seus consumidores. Desse modo, constataram-se duas dimensões consideradas impactantes no momento de escolha de um restaurante em detrimento de outrem: Tipos de pratos, na categoria dos mais procurados e ofertados em cada restaurante, e o Valor percebido, caracterizando-se como o cliente percebe o valor agregado ao prato que lhes é ofertado.

Ademais, com o estudo foi possível realizar um comparativo entre os restaurantes, demonstrando o quão semelhantes, ou dissemelhantes, são um do outro. Desse modo, percebeu-se que os restaurantes Wilson Pizzas e JR. Delivery, China Imperial, Cuscuzeria são percebidos como restaurantes mais convencionais e familiares. Já o Bode do Geraldo, Bode das gêmeas e Salgrill são notados mais como Churrascaria.

Através da pesquisa foi possível diagnosticar uma relação linear entre a frequência média das pessoas comprometidas, e a quantidade de filhos que possui com aumento da frequência aos restaurantes. Desse modo, ressalta-se a importância de restaurantes analisados posicionarem suas estratégias a cativar casais com filhos, melhorando sua infraestrutura e oferecendo um ambiente atrativo.

Dessa forma, conclui-se que, embora possam parecer evidentes as constatações aqui apresentadas, a contribuição do trabalho é fornecer uma averiguação científica confiável, que possa contribuir efetivamente para as empresas desenvolverem seus planos estratégicos de ação. Com isso, passa-se a ter uma base inquestionável, dentro do aporte estatístico conferido pelos métodos aplicados, construída a partir de uma amostra representativa dos consumidores dos restaurantes investigados. Como proposta para pesquisas futuras, sugere-se que a pesquisa seja replicada com um número maior de respondentes, permitindo que se tenha uma amostra mais homogênea, e que se atinjam outros ramos da economia local.

REFERÊNCIAS

DANDRIGE, T. C. Children are not “little grown-ups”: small business needs its oworganizationaltheory. Journal of Small Business Managemen, Morgantown, Wa. Va., vol.17, ed. 2, pp. 53-57, apr.1979.

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3.ed. Porto Alegre: Artemed, 2009.

GARCIA, F. L. M. R. Análise de componentes principais e escalonamento multidimensional: duas classes de metodos multivariados de redução de dimensionalidade. Rio de Janeiro: UFRJ: IM, 2015.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, A. S. Estratégias competitivas adotadas por empresas de tecnologia da informação. 2000. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2000.

HAIR JUNIOR, J. F. *et al.* Multivariate Data Analysis. 7. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

HENDERSON, B. D. As origens da estratégia. In: MONTGOMERY, C. A., PORTER, M. E. Estratégia: a busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

LODI, J. B. Administração por Objetivos. São Paulo: Pioneira, 1970.

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MOREIRA, S. A. J. Mapas perceptuais e variações na participação de mercado. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, R. D. Modelo de análise de posicionamento organizacional para a formulação de estratégias: uma aplicação no pólo moveleiro de Linhares (ES). 2005. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara d’Oeste (SP), 2005.

_____. Estratégia Competitiva: técnicas para análises de indústrias e da concorrência. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

PORTER, M. E. Como as Forças Competitivas Moldam a Estratégia. In: MONTGOMERY, C. A., PORTER, M. E. Estratégia: a busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus, 1998. p.11-27.

ROJO, A. C. Modelo para simulação de Cenários: uma aplicação em instituição de ensino superior privada. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas. Estudos /pesquisa-empreendedorismo-no-brasil-e-no-mundodestaque 2017. Disponível em: http:// /m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ Acesso em:13 maio 2019.

SOUZA, E. C. R. Características de Gerenciamento da Produtividade dos Recursos de Produção das empresas pertencentes ao APL Calçadista da Paraíba. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia De Produção, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2012.

VERGARA S. C.; CALDAS, M. P. Paradigma interpretacionista: a busca da superação do objetivismo funcionalista nos anos 1980 e 1990. Revistas de Administração de Empresas, v. 45, n.4, p. 66-72, out./dez. 2005.

VIEIRA, S. Introdução à Bio-Estatística. São Paulo: Campus, 1991.

Capítulo 31

IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O GERENCIAMENTO DE MÚLTIPLOS PROJETOS USANDO O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

André Filipe Ramos da Silva (Universidade Estadual de Campinas - andrefilipe.engmecanica@gmail.com)

Robert Eduardo Cooper Ordonez (Faculdade de Engenharia Mecânica - cooper@fem.unicamp.br)

1.INTRODUÇÃO

De maneira histórica, a sensação de um projeto bem-sucedido engloba o cumprimento de prazos, escopo robusto, qualidade na execução e custos reduzidos. Olhando mais a frente, segundo Fernandes, Flores e Soler (2008) os projetos devem assegurar que os objetivos estratégicos da organização sejam alcançados, gerando o retorno adequado sobre os investimentos realizados.

O gerenciamento de projetos é uma das práticas mais complexas devido à elevada quantidade de variáveis que podem impactar negativamente o cumprimento dos prazos. Mesmo com técnicas desenvolvidas a partir dos anos 1950, como o método do caminho crítico (Critical Path Method - CPM) ou o método PERT (Program Evaluation and Review Technique), os projetos continuam falhando em atingir suas metas de prazo e custo, como pode ser visto na última pesquisa de Pulse of the Profession (PMI, 2019).

Afim de diminuir os riscos do gerenciamento de projetos, foram desenvolvidos métodos e técnicas que combatem os elementos que podem inibir a continuidade do projeto. Observando a maneira isolada de como as organizações enxergavam seus caminhos para otimização, segundo (NOVAIS ET. AL, 2011), Goldratt elaborou uma teoria conhecida como Teoria das Restrições (TOC), que atrelada ao Método da Corrente Crítica (Critical Chain Project Management – CCPM), enfrenta os métodos, práticas e políticas administrativas adotadas na maioria das empresas.

A corrente crítica almeja como meta a priorização de atividades, relacionadas às dependências físicas e a disponibilidade de recursos, assim como o refinamento das estimativas de duração das atividades no cronograma. Direcionando-se a conquistar soluções para a redução da duração dos projetos e o aumento de confiança de que estes, serão entregues no prazo, ou até antes, se for o caso (LEACH, 2000).

O objetivo deste trabalho é identificar quais são as variáveis que mais influenciam o tempo de finalização dos projetos, em um ambiente de múltiplos projetos, onde é aplicado o método da corrente crítica para obter uma visão mais ampla do gerenciamento, observando quais são as áreas, definidas pelo PMBOK, que mais sofrem interferência no andamento dos projetos. Para alcançar o objetivo proposto, analisou-se a aplicação da CCPM na teoria e também na prática, realizando o cruzamento dos resultados teóricos (análise bibliográfica) com os práticos (levantamento de dados).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS UTILIZANDO O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA (CCPM)

Desde que Goldratt (1998) introduziu o conceito da corrente crítica em seu livro de mesmo nome, o conceito foi amplamente discutido na comunidade de gerenciamento de projetos. Alguns autores veem a CCPM como o avanço mais importante para o gerenciamento de projetos desde a introdução do método CPM, e referem-se à CCPM como a direção para gerenciamento de projetos no século 21 (COOPER ET. AL, 2019).

O método CPM tradicional e a CCPM diferem principalmente porque a última aplica conceitos de TOC ao gerenciamento de projetos. Ao contrário do método CPM, a CCPM faz uma distinção entre recursos críticos e não críticos. A CCPM dedica muita atenção ao gerenciamento dos recursos críticos e ao planejamento, principalmente de acordo com esses recursos. A CCPM recomenda que os gerentes identifiquem e gerenciem o “recurso de gargalo” do sistema em um ambiente com vários projetos (LEACH, 2000).

Goldratt (1998) argumenta que o tempo de segurança e seu uso são de importância crucial no gerenciamento de projetos. O PERT/CPM é criticado por lidar com a incerteza da mesma forma para todas as atividades, independentemente de estarem ou não no caminho crítico. Isto é corrigido na CCPM visto que apesar das incertezas contidas aos projetos, para que se consiga garantir um resultado satisfatório, uma reserva deve ser inserida para que possamos minimizar grande parte da imprevisibilidade.

Na abordagem PERT/CPM, um tempo de segurança é adicionado ao final de cada atividade, enquanto na abordagem CCPM os tempos de segurança, que são vistos como "preenchimento", são agregados, ajustados e realocados em posições estratégicas para proteger a situação geral. Na Corrente Crítica a estimativa da duração pode ser reduzida, mas parte dessa estimativa é movida para o buffer do projeto que é adicionado no final do projeto. Isso tem o potencial de reduzir o comprimento da cadeia crítica e aumenta a probabilidade de entrega do projeto no prazo (BARCAUI & QUELHAS, 2004).

Em relação à área humana, a CCPM tenta remover algumas das fontes de conflito humano, projetando o sistema de gerenciamento para um desempenho mais eficiente e evitando conflitos de recursos. São eles: Síndrome do Estudante, Lei de Parkinson e Multitarefa (WEI-XIN ET. AL, 2013).

Uma última questão comportamental é a responsabilidade pelas várias atividades. O método CPM se concentra no cumprimento das datas das atividades locais. Isso permite cumprir as datas de

vencimento e controlar o cronograma. Por outro lado, a CCPM concentra-se na data de vencimento do projeto e gerencia o cronograma monitorando os buffers do projeto. Isso requer uma enorme mudança comportamental e exige da empresa a definição de KPIs claros que medirão o desempenho de entrega do projeto em vez do desempenho de entrega da equipe (LEACH, 2000).

2.2 MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA APLICADO A AMBIENTES DE MÚLTIPLOS PROJETOS

Em ambientes onde se tratam de múltiplos projetos há um dilema entre garantir a conclusão dos projetos existentes e a tentação de se iniciar novos projetos o mais rápido possível. Com o anseio por maiores lucros, a maior parte das organizações escolhem por iniciar diversos projetos ao mesmo tempo, acreditando que quando mais cedo eles forem iniciados, mais cedo serão finalizados. Esse tipo de atitude é condenada pela CCPM, pois, segundo ela, essa é uma das maiores causadoras da multitarefa nesse tipo de ambiente, o que geralmente acaba levando a projetos que terminam mais tarde do que o esperado (BARCAUI & QUELHAS, 2004).

Nos ambientes de projetos isolados, é suposto que os requisitos de recursos das atividades são totalmente atendidos, não levando em consideração os recursos necessários para outros projetos. Já no gerenciamento de multiprojetos um dos maiores entraves é o compartilhamento de recursos entre as atividades dada a dificuldade do seu planejamento, alocação, equilíbrio e coordenação (LI ET. AL, 2017).

O Método da Corrente Crítica, quando aplicado em ambientes onde vários projetos se desenvolvem ao mesmo tempo e partilham recursos, assume a premissa de que os múltiplos projetos devem ser montados separadamente sem levar em conta os recursos compartilhados entre eles. Tendo em vista a complexidade nas conexões dos projetos, opta-se por escaloná-los mediante suas prioridades de conclusão e linká-los com os recursos limitados após a finalização de suas programações individuais, seja esse recurso uma pessoa, uma tecnologia ou um departamento, aplicando a teoria Tambor-Pulmão-Corda (LUIZ, SOUZA E LUIZ, 2017).

2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE INFLUENCIA NO MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

Os autores que aceitam a proposta do método CCPM defendem sua aplicação em gerenciamento de multiprojetos por apresentar conceitos que eles consideram inovadores, como o fato de usar pulmões de tempo no final do projeto e nos caminhos de alimentação para lidar com a incerteza na programação das atividades, considerar o recurso gargalo como a restrição do sistema e gerenciar o projeto por meio do indicador de consumo de tempo do projeto, o que proporciona uma visão

sistêmica pelo fato de se preocupar não só por cada atividade individualmente e sim pelo andamento do projeto como um todo (RAND (2000); UMBLE and UMBLE (2000); NEWBOLD (2008), TIAN, ZHANG, and PENG (2010)).Porém, ainda existem alguns aspectos do método CCPM aplicado ao gerenciamento de múltiplos projetos que precisam ser aprofundados, tal como manifestam outros autores que argumentam que os conceitos aplicados pelo método CCPM não são inovadores e que mais conhecimento empírico sobre a aplicação do método precisa ser realizado (HERROELEN, LEUS, and DEMEULEMEESTER (2002); RAZ ET AL. (2004); HERROELEN AND LEUS (2005); and LECHLER ET AL. (2005)). Assim, encontram variáveis que impedem o melhor desempenho dos sistemas que gerenciam múltiplos projetos quando o método CCPM é aplicado.

Como resumo dos artigos estudados, a Tabela 1 compila as variáveis levantadas com seus respectivos autores, ano de publicação e o tipo de documento abordado, entre 2010 e 2016, onde em sua grande maioria, são publicações das plataformas Elsevier, Springer link e Thomson Reuters, buscadas nos portais Web of Science e Scopus.

A escolha das variáveis como sendo aquelas que “interferiram” no não cumprimento do prazo inicial de entrega dos projetos foi devido ao fato de que, em cada artigo estudado, os autores não somente expuseram o funcionamento da CCPM, como também destacaram pontos de dificuldade em sua aplicação. Então, baseado no que discorria cada documento, foram apontadas, de maneira inicialmente genérica, tais variáveis.

Tabela 1 - Variáveis levantadas na revisão bibliográfica

Ano	Autor	Variáveis
2011	Igor Fontes Novais; Eduardo Manoel de Freitas Jorge; Carlos Pereira Costa Junior; Daniel Taveres Souza	Duração das atividades (Atividades mais precisas); Buffers melhor calculados e distribuídos
2013	Wang Wei-Xin; Wang Xu; Ge Xian-long; Deng Lei	Incertezas; Duração das atividades; Custos; Robustez
2013	Shanlin Yang; Lei Fu	Incertezas; Conflitos de recursos
2014	Zheng Zheng; Ze Guo; Yueni Zhu; Xiaoyi Zhang	Restrições de precedência; Restrições de recursos
2008	Ana Estela Cipolli Fernandes; André Luis dos Santos Flores; Alonso Mazini Soler	Incertezas; Custos

2015	Robert Cooper; Rosley Anholon; Elen Nara Carpin; Olívio Novaski; Jefferson de Souza Pinto	Nivelamento de recursos; Multitarefa; Reprogramação; Escopo não definido; Inclusão de novos projetos.
2004	André B. Barcaui; Osvaldo Quelhas	Restrição de Recursos; Multitarefa
2012	Sérgio Luiz Viegas Reis	Desenho Organizacional; Sobrecarga de Informações; Multitarefas; Interrupção de Tarefas
2016	Izmailov, A; Korneva, D; Kozhemiakin, A	Gerência de Pulmões; Rítmo do Projeto
2017	Li, X. B.; Nie, M.; Yang, G. H.; Wang, X.	Priorização de projetos; Realocação de Recursos; Recursos Compartilhados
2016	Izmailov , A; Korneva, D; Kozhemiakin, A	Incertezas; Risco de Projeto

Fonte: Elaboração do autor.

3. METODOLOGIA

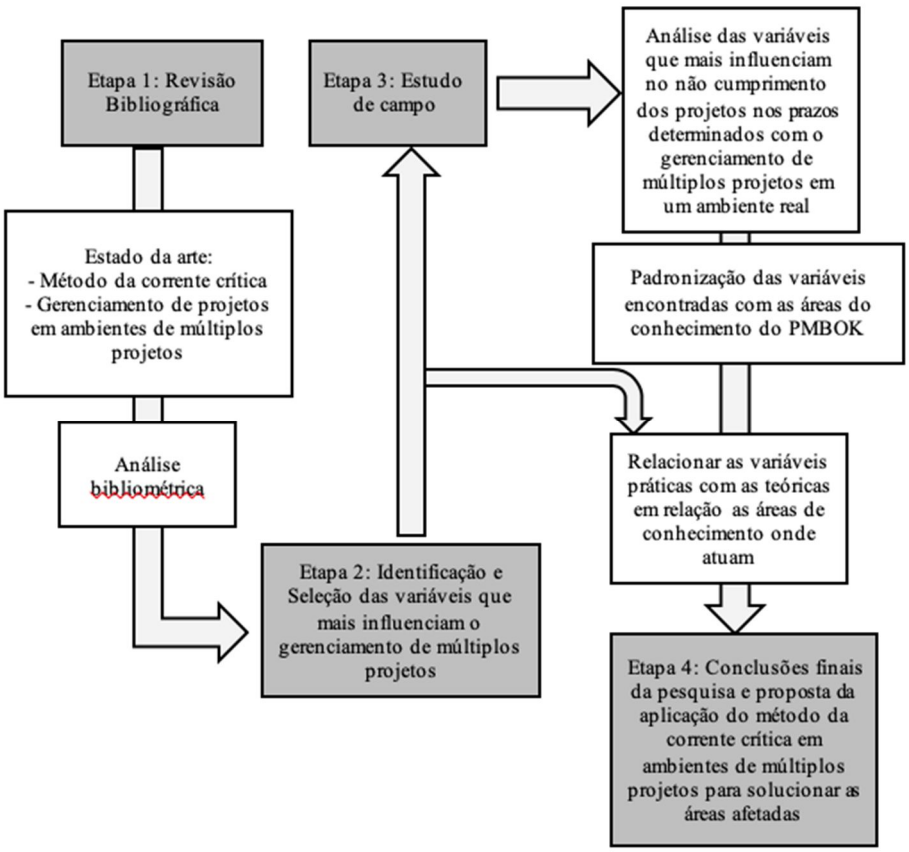
3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Este artigo contempla quatro etapas que foram alinhadas de acordo com as diretrizes da metodologia cientifica sugerida por Gil (2002).

Na primeira etapa da pesquisa se realiza um levantamento do estado de arte dos temas levados em conta no trabalho e com os quais se realizara uma grande ideia dos conhecimentos na literatura. A segunda etapa consiste em identificar as variáveis que mais influenciam o andamento de um projeto em ambientes de múltiplos projetos de acordo com a literatura.

Visando estabelecer um comparativo entre as variáveis que influenciam o ambiente de múltiplos projetos com a aplicação da corrente crítica levantadas de maneira teóricas na revisão bibliográfica com um ambiente real e maduro, ficou estabelecido que a terceira etapa, o estudo de campo, seria o meio de pesquisa mais adequado para alcançarmos os resultados. Na quarta etapa, os resultados da realização da identificação das variáveis na revisão bibliográfica e os resultados levantados com o estudo de campo, são relacionados a fim de responder ao problema proposto através da análise qualitativa, concluindo-se ao tema estudado. As etapas são apresentadas na Figura 1.

Figura 5 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaboração do autor

Com relação ao levantamento de informações na empresa pode ser dito que até o ano de 2010 o planejamento dos projetos de suporte à frota foi feito usando técnicas clássicas de gerenciamento de projetos e o software MSProject. A empresa possuía, até então, um processo para monitorar e controlar o uso de recursos multiprojetos, mas a ferramenta utilizada tinha a capacidade de medir apenas a carga e a capacidade de recursos globais, não podendo identificar o recurso crítico.

Aplicando princípios da TOC, a empresa passou a considerar que era melhor entregar 80% dos projetos no tempo com um ciclo de tempo muito curto do que a entrega do 100% dos projetos em tempo com tempos de ciclo mais longos. Isso levou a empresa a realizar esforços para reduzir o tempo de execução dos projetos. Portanto "aumentar a entrega no tempo" é menos urgente do que "reduzir o tempo de execução do projeto". Por isso em 2009 surgiu uma iniciativa para implementar o método CCPM com a meta de melhorar o desempenho na entrega de projetos da Área de Suporte de Frota para a Unidade de Aviação Comercial, tal como foi descrito por Giovanni, Cooper e Anholon (2017).

Para realizar o levantamento das informações foram consultados dados de 2.000 projetos executados entre os anos de 2013 e 2016, verificando basicamente se os mesmos tinham sido finalizados dentro do tempo estimado e qual a variável ou fator de influência que tinha interferido para o não atendimento do prazo inicialmente definido.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 DEFININDO AS VARIÁVEIS

Pode-se observar que para diferentes autores existem diferentes definições de variáveis, embora algumas delas tenham o mesmo significado, são citadas 30 variáveis. Por isso, antes de ser realizada a relação entre as variáveis estudadas e as áreas do conhecimento do PMBOK, foi feita uma padronização das variáveis. Com a participação de três profissionais experientes em ambientes de multiprojetos e na aplicação da corrente crítica, reduziu-se as 30 variáveis encontradas em 10 grupos de variáveis com referências no glossário de definições do PMBOK (PMI, 2013). Em seguida realizou-se as conexões dos grupos com as áreas do conhecimento estabelecidas pelo guia PMBOK, ver a Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis relacionadas às áreas do conhecimento PMBOK

Variáveis	**Definição PMBOK**	**Áreas do Conhecimento PMBOK**
Duração de atividades ; Dinamização do tempo das atividades	Duração (DU ou DUR) / Duration (DU or DUR)	Tempo
Cálculo de Buffers	Reserva de contingência / Contingency Reserve	Tempo
Custo	Gerenciamento dos custos do projeto / Project Cost Management	Custo
Reprogramação	Retrabalho / Rework	Tempo
Escopo Não Definido ; Inclusão de Novos Projetos	Definir o escopo / Define Scope	Escopo
Riscos; Incerteza ; Complexidade	Risco / Risk	Risco
Priorização de projetos	Estrutura analítica do projeto (EAP) / Work Breakdown Structure (WBS)	Escopo

Restrição de Recursos	Restrição / Constraint Recurso / Resource	Integração
Restrição de Precedência	Restrição / Constraint Relação de precedência / Precedence Relationship	Integração
Realocação de Recursos	Gerenciamento de conflitos / Conflict Management	Integração

Fonte: Elaboração do autor

4.2 CONEXÃO ENTRE VARIÁVEIS EM UM AMBIENTE DE MULTIPLOS PROJETOS

Com a finalidade de estabelecer a conexão entre o cenário teórico e o prático, realizou-se, além do estudo das variáveis que influenciam o ambiente de múltiplos projetos a partir de teses e artigos publicados, um estudo prático em uma empresa multinacional do segmento aeroespacial.

Assim como foi feito para a análise das variáveis de influência teóricas, estabeleceu-se aqui, uma ligação entre as variáveis de influência no ambiente real com as áreas do PMBOK e obteve-se como resultado a ser discutido o comportamento dessas áreas e do cumprimento ou não do tempo estimado dos projetos dada a aplicação da corrente crítica desde 2013 a 2016.

Dando início a análise construiu-se uma tabela que sincroniza as variáveis de influência no ambiente real com as áreas do conhecimento do PMBOK (PMI, 2013), como pode ser visto na tabela que se apresenta na Figura 2.

Figura 2 - Variáveis de influência e as áreas do conhecimento em um ambiente real

Acompanhamento do projeto insuficiente/comunicação	Integração
Atrasado do fornecedor (Obrigatório informar qual fornecedor)	
Atraso do fornecedor	
Atraso do fornecedor (Obrigatório informar qual fornecedor)	
Atraso na aprovação do PCR	
Atraso na aprovação do PCR (Impacto no go-ahead, com MKT já contratado)	
Atraso nos ensaios/testes	
Falta de atualização do cronograma	
Gestão de projetos insuficiente (gestor de projeto / gestor funcional)	
Go-Ahead tardio	
Alteração na data de publicação programada	Tempo
Alteração por decisão do Cliente (Requisito do cliente)	Partes interessadas
Inclusão de projetos prioritários que impactam os demais	
Mudança de prioridade do Programa	
Mudança de prioridade do Programa (por motivos de simulação)	
Priorização não compatível com MKT	
Priorização não compatível com MKT (Ordem na fila não compatível com MKT)	
Reordenação de fila (devido a Catchball)	
Reprocessamento da Base	
Atraso na aprovação da autoridade	
Definição de MKT sem avaliação da CCPM	
Erro na definição de MKT	
Erro na fabricação de peças	Qualidade
Erro na fabricação de peças/kit SB	
Atraso devido a retrabalho (detalhar a causa do retrabalho)	
Atraso devido a retrabalhos	
Atraso na definição da efetividade	Escopo
Aumento de escopo ou escopo maior que o previsto	
Definição incompleta do escopo	
Estudo inconclusivo	
Problema no nivelamento de recursos	RH
Atraso no envio de documentação para autoridade ou envio de documentação incompleta	Comunicações
Programação inadequada de atividades no funcional	
Sobrecarga das áreas funcionais	

Fonte: Elaboração do autor

Contando com a participação da experiente equipe de engenheiros da empresa estudada, foi feita a contagem da variável (só uma) que mais influenciou no atendimento do tempo, daquelas apresentadas na Figura 2, para cada projeto. Dessa maneira atribui-se “1” na variável de maior influência e “0” nas restantes, para obter dita contagem.

A Figura 3 mostra a contagem das variáveis de influência apresentadas na Figura 2, em cada uma das áreas do conhecimento descritas pelo PMBOK (PMI, 2013) no conjunto de projetos estudados do ano de 2013 a 2016.

Figura 3 - Comportamento das áreas do conhecimento entre 2013 e 2016

Ano	Integração	Tempo	Partes interessadas	Qualidade	Escopo	RH	Comunicações
2013	91	1	64	10	11	16	4
2014	48	0	67	8	10	0	14
2015	31	1	62	10	6	0	11
2016	20	0	9	6	6	0	6

Fonte: Elaboração do autor

4.3 CONFRONTANDO AS VARIÁVEIS EM COMUM

Partindo do princípo de que RH, Comunicação e Partes Interessadas, são problemas geralmente presente em grandes companhias, pode-se apontar que os artigos estudados não levantaram hipóteses de fatores que influenciassem indiretamente o insucesso do projeto, tendo estes uma visão restrita aos departamentos diretamente ligados a execução.

Além disso, pode ser observado que a área Risco não é tratada no ambiente real, pelo fato de ser uma empresa madura, onde novos riscos e/ou não previstos, são dificies de acontecer. O mesmo vale para o Custo, area levantada na revisão bibliográfica, que pouco influencia um ambiente experiente.

Já a área Tempo, como visto anteriormente, é uma das mais importantes áreas confrontadas na CCPM, que muito aparece na teorica e pouco influencia na prática. Isso se deve ao fato de que desde 2008 o método da corrente crítica tem sido aplicado na Companhia o que as poucos foi solucionando o problema dos atrasos. Porém somente em 2013 ele foi inteiramente aplicado, reformulando a maneira de se gerir projetos. Assim, foram obtidos grandes resultados em áreas subjacentes ao tempo, de grande importancia ao gerenciamento de multiplos projetos, mostrando o quão proveitoso pode ser a aplicação da CCPM. Vale ressaltar que as variáveis vinculadas à area Tempo, deixam de ser variáveis de influencia e passam a ser variáveis de reação à aplicação do método, já que a CCPM lida primordialmente com a gestão dos prazos.

5. CONCLUSÕES

Foram identificados dois conjuntos de variáveis de influência que podem afetar o tempo de finalização dos projetos, tanto na literatura científica como na prática, através de um levantamento feito em empresa que aplica o método CCPM. Essas variáveis foram relacionadas através das definições das áreas de conhecimento do PMBOK.

No caso do levantamento feito na empresa e tomando como base o comportamento das áreas do conhecimento pode ser observada uma tendência de decaimento do impacto das variáveis de influência em praticamente todos os aspectos relacionados às áreas de conhecimento do PMBOK durante o intervalo de 2013 à 2016. Por exemplo, a área de integração decaiu de 91 para 20 o número de vezes em que ela foi a de maior importância para o não cumprimento do projeto. Um ponto a se observar é que o método CCPM além de gerir tempo, risco e custo, também influencia na gestão de pessoas, como podemos ver no RH, que antes influenciou negativamente 16 projetos em 2013, para em 2016 não prejudicar mais nenhum.

Como proposta de estudos futuros, recomenda-se aplicar o método desenvolvido em outros setores e comparar os resultados dos cumprimentos de projetos e das variáveis que mais influenciaram no desempenho. As variáveis aqui apresentadas, tanto teóricas como práticas, podem serem usadas como referência.

REFERÊNCIAS

Barcaui, André B. ; Quelhas, Osvaldo . Corrente Crítica : Uma Alternativa à Gerência De Projetos Tradicional . Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção n.2 ,p.1 - jul 2004 .

Cooper,Robert; Anholon, Rosley; Carpin ,Elen Nara ; Novaski,Olívio; Pinto, Jefferson de Souza (2015) . mundopm.com.br - Out & Nov / 2015

Cooper, R. E.; VANHOUCKE, MARIO ; COELHO, JOSÉ ; ANHOLON, ROSLEY ; NOVASKI, OLÍVIO (2019). A Study of the Critical Chain Project Management Method Applied to a Multiproject System. Project Management Journal, v. 50 (3) p. 1-13.

Fernandes, Ana Estela Cipolli ; Flores, André Luis dos Santos ; Soler, Alonso Mazini (2008). Gestão de custos de projetos aplicando o método da corrente crítica . Gestão de custos de projetos aplicando o método da corrente crítica . Revista Mundo PM - ano 3 - número 18.

Gil, A. C. (2002) Colo elaborar projetos de pesquisa. 4 Ed. São Paulo, Atlas.

GIOVANNI, LUCIANO ; Cooper, R. E.; ANHOLON, ROSLEY . IMPROVING THE RESULTS OF THE PROJECT's PORTFOLIO OF AN AIRCRAFT MANUFACTURER USING THE THEORY OF CONSTRAINTS TOOLS (ToC). In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2017, Joinville. Anais do IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2017.

GOLDRATT, E. M. Corrente Crítica. São Paulo, Ed. Nobel, 1998. 260 p.

Herroelen, W., & Leus, R. (2005). Identification and illumination of popular misconceptions about project scheduling and time buffering
in a resource-constrained environment. The Journal of the Operational Research Society, 56(1), 102–109.

Herroelen, W., Leus, R., & Demeulemeester, E. (2002). Critical chain project scheduling: Do not oversimplify. Project Management Journal, 33(4), 48–60.

Izmailov , A ; Korneva , D ; Kozhemiakin , A . . Project management using the buffers of time and resources . Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 235, 24 November 2016, Pages 189-197 . https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.11.014 .

Izmailov , A; Korneva , D; Kozhemiakin , A . Effective Project Management with Theory of Constraints . 5th International Conference on Leadership, Technology, Innovation and Business Management , 2016.

Leach, L. P. (2000). Critical chain project management. Norwood, MA: Artech House.

Lechler, T., Ronen, B., & Stohr, E. (2005). Critical chain: A new project management paradigm or old wine in new bottles? Engineering Management Journal, 17(4), 45–58.

Li, X. B.; Nie, M.; Yang, G. H.; Wang, X. . The Study of Multi-Project Resource Management Method Suitable for Research Institutes from Application Perspective . 13th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2016.

Luiz, João Victor Rojas Luiz; de Souza, Fernando Bernardi; Luiz,Octaviano Rojas . PMBOK and Critical Chain practices: antagonisms and opportunities for complementation. Gest. Prod., São Carlos, v. 24, n. 3, p. 464-476, 2017.

Newbold, R.C., Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of Constraints, Saint Lucie Press (1998).

Novais, Igor Fontes ; Jorge,Eduardo Manoel de Freitas ; Junior ,Carlos Pereira Costa ; Souza,Daniel Tavares. Gerenciamento de Projeto Otimista (GPO) : Um método que integra PERT/CPM à CCPM . Revista de Gestão e Projetos - GeP, São Paulo, v. 2, n. 2, p 150-165, jul./dez. 2011.

Project Management Institute (PMI) (2013). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) (4th ed.). Newtown Square, PA.

Pulse of the Profession 2019 (2019). Project Management Institute (PMI).

Rand, G. K. (2000). Critical chain: The theory of constraints applied to project management. International Journal of Project Management, 3(18), 173–177.

Raz, T., Barnes, R., & Dvir, D. A. (2004). Critical look at critical chain project management. IEEE Engineering Management Review,32(2), 35.

Reis, Sérgio Luiz Viegas (2012). A Sobrecarga de informações Diante da Atenção , interrupções e Multitarefas (dissertação de mestrado). UNIVERSIDADE FUMEC FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS - FACE.

Tian, Z., Zhang, Z., & Peng, W. (2010, July 10–11). A critical chain based multi-project management plan scheduling method. Paper presented at the 2nd International Conference on Industrial and Information Systems, Dalian, China.

Umble, M., & Umble, E. (2000). Manage your projects for success: An application of the theory of constraints. Production and Inventory Management Journal, 41(2), 27–32.

Wang, Ying-Ming; Yang, Jian-Bo; Xu, Dong-Ling; Chin, Kwai-Sang . The evidential reasoning approach for multiple attribute decision analysis using interval belief degrees. European Journal of Operational Research 175 (2006) 35–66.

Wei-Xin,Wang ; Xu,Wang ; Xian-long, Ge ; Lei, Deng (2013). Multi-objective optimization model for multi-project scheduling on critical chain . Journal homepage: www.elsevier.com/locate/advengsoft .

Xiong, Jian; Leus, Roel; Yang, Zhenyu; Abbass, Hussein A.(2015). Evolutionary multi-objective resource allocation and scheduling in the Chinese navigation satellite system project. Innovative Applications of O.R. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ejor

Yang, S; Fu, Lei. Critical chain and evidence reasoning applied to multi-project resource schedule in automobile R&D process. International Journal of Project Management , 2014

Yang, M. ; Li, S. R. . Influence of Behavioral Factors on Project Schedule Management: a Monte Carlo Method . Control and Decision Conference (CCDC), 2013 25th Chinese.

Zheng, Zheng ; Guo,Ze; Zhu, Yueni ; Zhang, Xiaoyi (2014). A critical chains based distributed multi-project scheduling approach. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/neucom .

Capítulo 32

O FUNDAMENTO DA MELHORIA CONTÍNUA DIRECIONADO PARA A ERGONOMIA E SEGURANÇA: UM ESTUDO DE CASO

Pedro Henrique do Nascimento Arruda (pph_arruda@hotmail.com)

Resumo: O presente trabalho tem como função demonstrar o uso da melhoria contínua em uma empresa do sudeste goiano, tendo como direcionamento e meta a redução do número de prioridade de risco, combinando o uso deste programa de melhoria contínua, assim proporcionando aos envolvidos um ambiente de trabalho com melhores condições de ergonomia e segurança. A constante evolução das organizações na busca por mercado faz com que a melhoria em seus processos esteja sempre acontecendo. Com isso o envolvimento de todos os funcionários é um fator de extrema importância. O uso da melhoria contínua está relacionado diretamente à evolução e busca por mudanças, seja nas dimensões de segurança, qualidade ou produtividade.

Palavras-chave: Melhoria Contínua; Processo; Evolução.

1. INTRODUÇÃO

O processo produtivo se faz pela somatória de diversas operações com a finalidade de fornecer Bens ou Serviços. A matéria prima recebida se transforma com a atividade que agrega valor, assim é fabricado o produto final.

O processo produtivo deve estar alinhado a um sistema de manufatura que busque reduzir o máximo de tempo ocioso. Ao mesmo tempo, é necessário manter a qualidade final do produto e garantir as pessoas envolvidas, segurança durante as operações.

Tendo em vista as necessidades de estar sempre melhorando seu processo, uma das ferramentas a se utilizar é a melhoria contínua. Este é um método presente e recorrente em organizações de diversos segmentos, de acordo com Lizarelli e Toledo (2016). A finalidade é a obtenção de melhorias em suas operações, a partir de diversas dimensões, tais como: Segurança, Qualidade e Produtividade.

Na década de 40 a Toyota passando por um momento de crise, percebe que utilizar de sua capacidade intelectual, e trabalhar com o que tem em mãos, traz melhores resultados para o desenvolvimento, de acordo com Suzaki (1996). Atuar em conjunto os níveis estratégico, tático e operacional, com a mesma diretriz a fim de eliminar perdas, é o caminho para ter uma manufatura enxuta com resultados significativos para a organização.

Em meio a essa necessidade de busca por melhorar seus processos, o presente trabalho tem como finalidade mostrar os ganhos obtidos pela empresa com uso da ferramenta melhoria contínua. Visa também à qualidade no trabalho dos colaboradores, com o sentido de aprimorar a segurança e ergonomia no desenvolvimento do processo produtivo.

2. JUSTIFICATIVA

A melhoria contínua contribui para a melhora no processo produtivo ao longo dos anos. Foi aperfeiçoada pelo Sistema Toyota de produção após a Segunda Guerra Mundial com o intuito inicial de aprimorar seus processos, com foco na qualidade final de seus bens ou serviços (SHINGO, 1996).

É importante considerar a evolução das empresas e suas preocupações. Fala-se de formas e/ou possibilidades de resolver os problemas pontuais de um processo produtivo. Melhorar a qualidade de vida dos colaboradores é de suma importância, assim como o envolvimento dos mesmos. Nesta perspectiva, não haveria o único objetivo de produtividade, mas também se tornam possíveis sugestões de oportunidades de melhora do local de trabalho direcionadas para ergonomia e

segurança. Considerando a melhoria contínua, a sua utilização também pode contribuir para uma melhora na ergonomia e segurança no processo?

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é descrever o processo de direcionamento da melhoria contínua do grupo 01, este composto por integrantes do setor de montagem que é o responsável por propor ideias e executar, com foco na redução dos números de prioridade dos riscos (RPN), levantados na análise do risco de ergonomia e segurança no posto de pré-montagem “A”.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Direcionar o “Grupo 01” para o posto;

- Verificar os problemas levantados na análise do risco de ergonomia e segurança;

- Gerar as ideias para solucionar os problemas;

- Escolher as ideias;

- Implementar as ideias propostas;

- Validar os resultados obtidos.

4. METODOLOGIA

Será desenvolvido um estudo quantitativo, com método aplicado. A pesquisa é descritiva, construída a partir de uma pesquisa de campo. Os dados serão coletados em uma empresa atuante na produção de máquinas e implementos agrícolas, máquinas pesadas e equipamentos para construção, equipamentos florestais, carrinhos de golfe e cortadores de grama.

A empresa localizada no sudeste goiano se enquadra na produção de máquinas e implementos agrícolas. A empresa é composta por diversos setores, entre eles: Montagem, Solda, Qualidade, Primários. Estes citados e outros participam do programa proposto pela organização de melhoria contínua, específico da empresa. O presente trabalho envolverá o “Grupo 01” do setor de montagem.

A partir de observações no cotidiano das reuniões do referido grupo, constatou-se limitações na eficácia da resolução dos problemas voltados aos riscos apontados pela análise do risco de ergonomia e segurança. A necessidade de concentrar o “Grupo 01” para atuar na resolução rápida destes, passou

a ser destacada no posto de pré-montagem “A”. Desta forma, o objetivo foi diminuir o número de prioridade de risco, que foi calculado pela equipe de segurança (ES).

O direcionamento do “Grupo 01” se dará a partir da apresentação da análise do risco de ergonomia e segurança do posto de pré-montagem ”A”. A partir desta há o intuito de que ocorrerá um *brainstorming* e será realizada a divisão das tarefas para todos integrantes.

Com a divisão das tarefas feitas, os participantes passarão a realizar os trabalhos propostos para entrega, conforme a data acordada. As ideias serão, portanto, finalizadas e implementadas no posto de trabalho.

Serão apresentadas à ES, as fases comparativas de cada projeto implementado, para cálculo do RPN após a implantação das melhorias. A apresentação dos resultados do número de prioridade de risco estará expressa graficamente e por meio de porcentagem de redução.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será feita uma revisão da teoria acerca dos temas abordados neste trabalho.

5.1 MELHORIA CONTÍNUA

A melhoria contínua foi enfatizada após segunda guerra mundial pelos japoneses em busca de uma recuperação e melhoramento de suas indústrias (SHINGO, 1996). Ressalta Imai (1990), que a Melhoria Contínua é ligada diretamente à qualidade, ambas andam lado a lado. Sempre que identificado um problema, este deve ser resolvido, assim então a melhoria contínua também é um processo de resolução de problema alinhado com auxílio de ferramentas para isto.

A melhoria contínua está em constante evolução, sabendo que quando resolvido um problema, é atingindo novas alturas. Para consolidar o novo nível de melhoria, é necessário padronizar, no entanto, sugere-se que melhoria contínua exige padronização, assim se utiliza de alguns meios para tal como: CQ (controle da qualidade), CEQ (Controle Estatístico da Qualidade) etc. Também citado por Imai (1990), a palavra qualidade pode ser interpretada de diversas maneiras e no sentido mais amplo qualidade é qualquer coisa que pode ser melhorada.

Segundo Imai (1990) Círculo de CQ, é um pequeno grupo que voluntariamente executa atividades de controle de qualidade dentro da fábrica, como parte de um programa de controle de qualidade, desenvolvimento próprio, entre outros. Estes se concentram com frequência nas dimensões de custo, segurança e produtividade.

As empresas japonesas que fazem uso do programa de melhoria contínua apresentam um sistema de controle de qualidade atuando em conjunto com sistema de sugestões, tendo em vista que pode ser melhor compreendida as funções dos círculos CQ quando considerarmos coletivamente como um sistema de sugestões, direcionado para o grupo, afim de obter melhorias.

De acordo com Marchiori e Miyake (2001) oportunidades de melhoria desenvolvidas através da somatória de forças dos diferentes níveis hierárquicos de uma organização, e que requerem baixo investimento em sua implementação, ocasionam resultado satisfatório para organização. Todas essas são características de melhoria contínua.

Segundo Bohmerwald (1996) o objetivo inicial de realizar o sistema de sugestões é o de motivar as pessoas a participarem do programa e se desenvolver na empresa. Consequentemente, no âmbito social é aumentada a capacidade de identificação e resolução de problemas. Tal ação torna o trabalho mais simples e obtém ganhos significativos no processo como um todo, por meio das oportunidades de melhorias. Diante das circunstâncias em que o colaborador se encontra dentro das organizações, verifica-se a importância de buscar formas de melhorar a sua qualidade na execução das atividades, tanto individualmente quanto em grupo (CLEIN, TONELLO & PESSA, 2014).

No mundo da globalização dos mercados, da economia e do constante crescimento da tecnologia, se tornar competitivo, conhecer e aprimorar seus processos, são aspectos essenciais para sobreviver e vencer os concorrentes. Parte desta competitividade se faz na capacidade de o grupo de pessoas da empresa ter maior competência em atingir as metas propostas pela organização, do que as pessoas dos concorrentes (BOHMERWALD, 1996).

A busca para solucionar os problemas aparentes através da melhoria contínua, não se consagra apenas por ideias de grandes portes. Ideias essas que necessitam de maior investimento e, muitas vezes, maior complexidade para implementação. Sugestões que resolvam o problema de forma simples e objetiva se tratam de ideias de todos os portes, em particular melhorias contínuas que não implicam em grandes investimentos, fato este ressaltado por Bohmerwald (1996).

Suzaki (1996) afirma que a ideia inicial de melhoria contínua é “simples”, se faz com uma busca pelo desenvolvimento do trabalho de forma que venha a tornar este mais fácil, que possa executá-lo rápido, com menor custo, assim tornando-o melhor e com mais segurança aos envolvidos, garantindo trabalhar as dimensões de segurança, qualidade e produtividade, estas cruciais em uma organização.

A melhoria contínua tem o objetivo de contribuir com diversas oportunidades. Essas que afetam: nas condições de trabalho, na produtividade, no comprometimento com a empresa, nas relações interpessoais, no clima da empresa, na ação gerencial, na comunicação entre empresa e empregado e na percepção e visão crítica (BOHMERWALD, 1996).

Percebe-se que as ideias que surgem a partir da melhoria contínua são, portanto, componentes de um processo complexo e ao mesmo tempo necessário a fim de proporcionar resultados satisfatórios para ambas as partes envolvidas: empresa e colaboradores.

5.2 ERGONOMIA E SEGURANÇA

De acordo com Clein, Tonello e Pessa (2014), ao considerar o tempo que o colaborador passa no trabalho, garantir a segurança durante a realização das atividades se faz necessário. A evolução das organizações impacta diretamente no ambiente do trabalho e procura disponibilizar um universo saudável para seus colaboradores. É proporcionado um cotidiano em que as atividades sejam desenvolvidas de forma satisfatória, no que se refere a aspectos ergonômicos, relacionados diretamente a segurança.

A ergonomia, segundo Barbosa Filho (2008), proporciona ao colaborador melhores condições de trabalho e que, ao mesmo tempo, o favoreça no desempenho das atividades. É, portanto, uma ciência que preza pelo bem-estar e segurança dos colaboradores, assim como pela melhoria da capacidade produtiva e o incentivo a realização de um trabalho que satisfaça os próprios trabalhadores.

Segundo Clein, Tonello e Pessa (2014), quanto melhor desenhado o ambiente de trabalho, melhores serão as condições proporcionadas ao colaborador. Por isso fazer um levantamento das particularidades e procurar elaborar o projeto do local de trabalho, levando em consideração todos os aspectos ergonômicos envolvidos é de extrema importância.

Algumas das ações apontadas por Clein, Tonello e Pessa (2014), neste sentido, seriam: a criação de alternativas no ambiente de trabalho para não sobrecarregar o colaborador, permitindo com que suas atividades sejam satisfatórias e prazerosas. Entende-se que estas não seriam apenas obrigações, mas orientações a serem observadas e cumpridas.

Em relação à busca por parte da empresa em adequar o ambiente de trabalho de forma a proporcionar bem-estar e qualidade de vida aos seus colaboradores, no estudo de Clein, Tonello e Pessa (2014) foi verificado que 17%, ou seja, quase 1/5 da capacidade produtiva não sente o ambiente como adequado, e não enxerga a busca pelo bem-estar e qualidade de vida. Se considerar a situação dos

76% que sentem dores relacionadas ao trabalho que realizam, é indicada uma situação grave e percebida apenas por uma menor parcela de colaboradores. A importância de envolver os trabalhadores durante a elaboração dos projetos quase sempre não acontece.

Segundo Slack (2008) apud Clein, Tonello e Pessa (2014), as decisões que envolvem o trabalho, deveriam englobar o interesse dos colaboradores ao mesmo tempo em que as metas da administração fossem atingidas. Com isso a inserção dos trabalhadores nos grupos de sugestões que visam analisar as oportunidades de melhoria contínua, coopera para que os problemas sejam resolvidos. Ao mesmo tempo, há possibilidade de proporcionar um ambiente de trabalho ergonômico, influenciando na qualidade de vida.

5.3 RPN

RPN é uma sigla proveniente da língua inglesa e diz respeito ao "Risk Priority Number", ou seja, ao número de prioridade de risco. O RPN é um critério de priorização importante utilizado para diversas aplicabilidades, como exemplo, na análise do modo e efeito de falhas (FEMEA) que consiste na probabilidade de ocorrer a falha ou defeito, na gravidade de tal e o potencial de detecção do modo e efeito.

Este método de priorização fornece dados nas tomadas de decisão quanto a modos de falhas no processo ou produto usando o RPN para estabelecer o direcionamento na resolução, aponta Garcia (2013). A análise do modo e efeito de falhas (FEMEA) é muito utilizada para aplicabilidades diversas, visto que seu uso comum é para fim de qualidade. Esta, sofrendo adaptações, pode ser de usada em outras dimensões, como por exemplo, voltada à segurança e ter o mesmo fim de priorização, buscando a eliminação ou contenção dos riscos (CAIXEIRO, 2011).

Caixeiro (2011) aponta que para quantificação de risco, o método mais utilizado é o calculo do RPN, que baseia-se na gravidade, probabilidade e detectabilidade. O cálculo do RPN se faz multiplicação dessas três variáveis.

O Workplace Safety and Health Council (WSH, 2011) elaborou um documento voltado ao gerenciamento de risco. Através do referido estudo, percebeu-se a possibilidade de relacioná-lo com a presente pesquisa, uma vez que este aborda questões aplicáveis ao RPN e métodos de evolução de risco. Ambos fornecem dados para priorizar os riscos a serem trabalhados.

Na Tabela 1 tem-se o método semelhante de priorização, indicando o nível de severidade.

Tabela 2 – Nível de severidade

Descrição	Valor
Catastrófico	5
Grande	4
Mediano	3
Mínimo	2
Insignificante	1

Fonte: Adaptado de WSH (2011)

Por outro lado, na Tabela 2 explicita-se o método semelhante de priorização, indicando o nível de probabilidade.

Tabela 3 – Nível de probabilidade de ocorrência

Descrição	Valor
Raro	1
Remoto	2
Ocasional	3
Frequente	4
Quase sempre	5

Fonte: Adaptado de WSH (2011)

O número de prioridade de risco (RPN) é encontrado a partir da multiplicação entre os dados de Severidade e Probabilidade, ou seja, RPN = S X L, de acordo com o Código de Prática do gerenciamento de risco da *Workplace Safety and Health Council* (2011).

Em contraste, no presente trabalho o RPN se faz pela seguinte forma: Exposição X Probabilidade X Gravidade. Onde a Exposição é o tempo que o operador executa a atividade, a Probabilidade é considerada a chance de o risco evoluir para um acidente ou doença do trabalho e a Gravidade se faz pela importância dos riscos possíveis em ocorrerem.

6. RESULTADOS

Após o direcionamento do grupo de trabalho, foram analisadas as atividades desenvolvidas no setor de montagem. Os riscos verificados, e também o RPN associado a cada risco, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Número de prioridade de risco

Código	Especificação	Tarefa	Exposição	Probabilidade	Gravidade	RPN
1	Postura Inadequada	Montar do componente inferior	2	2	1	4
2	Trabalho em pé	Montagem geral	5	2	1	10
3	Ferramentas inadequadas	Componentes pré montados utlizando morsa	2	4	3	24
4	Ferramentas inadequadas	Montagem do componente, usando chave combinada para trava	2	3	3	18
5	Arranjo fisico Inadequado	Desembalar componente/retirar plástico	2	3	2	12
6	Arranjo fisico Inadequado	Peças no carro de aproximação com risco de queda	2	3	3	18
7	Arranjo fisico Inadequado	Carro de pré montagem muito próximos	2	2	3	12

Fonte: Adaptado de ES (2018)

Verificado os riscos, foram levantadas as oportunidades de melhoria de acordo com cada código conforme a Tabela 3. Cada um dos códigos é referente a um determinado risco e a solução elaborada pelo grupo, de acordo com os preceitos da melhoria contínua e a importância deste contexto grupal na elaboração de possíveis soluções para a redução do RPN, estão apresentadas abaixo (BOHMERWALD, 1996; CLEIN, TONELLO & PESSA, 2014).

No Código 1, o operador necessita montar um componente na parte inferior do conjunto, onde necessita ficar abaixado em postura inadequada. A ideia sugerida pelo grupo foi implementar um banco com regulagem de altura, ilustrado na Figura 1, que permite ao operador realizar a operação em diversas alturas de acordo com a necessidade. Permitindo-o ficar sentado em postura melhor e com visão uniforme do componente a ser montado.

Figura 6 – Banco com regulagem de altura

Fonte: Dutramáquinas (2018)

Código 2, no qual a atividade do operador é desenvolvida por sua maior parte em pé, o que pode remeter ao fim do dia danos e efeitos como pressão nos discos vertebrais, e outras questões relativas à saúde. Destacado esse risco, o grupo constatou de uma solução simples e de muita eficácia que foi implementar alguns tapetes ergonômicos antifadiga, ilustrado na Figura 2 que segue, e permitem descanso e maior conforto, distribuindo a concentração de peso.

Figura 7 – Tapete antifadiga

Fonte: Ergotriade (2018)

O Código 3, refere-se à operação de montagem de um determinado componente realizada com auxílio da morsa, esta que não permite apoio correto para execução da operação. Com isso o grupo atentou-se que necessitaria de um dispositivo específico, com melhor fixação de fácil manipulação. Foi sugerido e implementado um dispositivo com base em formato em U, conforme a Figura 3, que permite encaixe do componente e feito o travamento na parte superior.

Figura 8 – Dispositivo com base em formato U

Fonte: Próprio autor

Código 4, que durante aplicação do torque no componente , este girava conforme a aplicação do torque e o operador realizava com auxílio de uma chave combinada. Depois de verificado, o grupo sugeriu a implementação de uma apertadeira pneumática com torque controlado (Figura 4), que permite a aplicação conforme especificado, similar à figura abaixo.

Figura 9 – Chave de impacto pneumática

Fonte: MercadoLivre (2018)

No Código 5, a operação de retirada da embalagem do componente, o operador necessitava ficar entre um espaço pequeno, com isso estava exposto ao risco especificado. Na avaliação de melhoria o grupo levantou a real necessidade da quantidade do componente, com isso foi estipulado uma quantidade máxima, onde atende a demanda definida. O espaço mínimo entre os componentes, e consequentemente a atividade pode ser realizada com segurança.

O Código 6 constatou-se que o operador estava armazenando muitas peças no carro de aproximação e devido essa necessidade, muitas peças estavam com partes fora das limitações do carro. O referido grupo levantou a oportunidade e implementou um novo carro de aproximação, ilustrado na Figura 5, onde houve a separação e melhor distribuição das peças de acordo com a demanda.

Figura 10 – Exemplo de carro de aproximação

Fonte: Fertek Ferramentas (2018)

Já no Código 7 durante a operação de montagem do conjunto, tem-se dois estágios e estes sem definição de espaço e marcação para auxílio do operador. Com isso os carros de montagem ficavam próximos uns aos outros. O grupo sugeriu e implementou a oportunidade de melhoria, de readequação do *layout* desse, demarcando o local correto para montagem de cada estágio, permitindo ao operador uma correta visualização do local onde colocar e montar cada conjunto.

Na Tabela 4 tem-se os valores de RPN calculados pela Equipe de Segurança, após a implantação das melhorias especificadas para cada risco apresentado.

Tabela 4 – Número de prioridade de risco após a implantação das melhorias

Código	Especificação	Tarefa	Exposição	Probabilidade	Gravidade	RPN
1	Postura Inadequada	Montar do componente inferior	2	1	1	2
2	Trabalho em pé	Montagem geral	5	1	1	5
3	Ferramentas inadequadas	Componentes pré montados utlizando morsa	2	2	3	12
4	Ferramentas inadequadas	Montagem do componente, usando chave combinada para trava	2	2	3	12
5	Arranjo fisico Inadequado	Desembalar componente/retirar plástico	2	2	2	8
6	Arranjo fisico Inadequado	Peças no carro de aproximação com risco de queda	2	2	3	12
7	Arranjo fisico Inadequado	Carro de pré montagem muito próximos	2	2	2	8

Fonte: Adaptado de ES (2018)

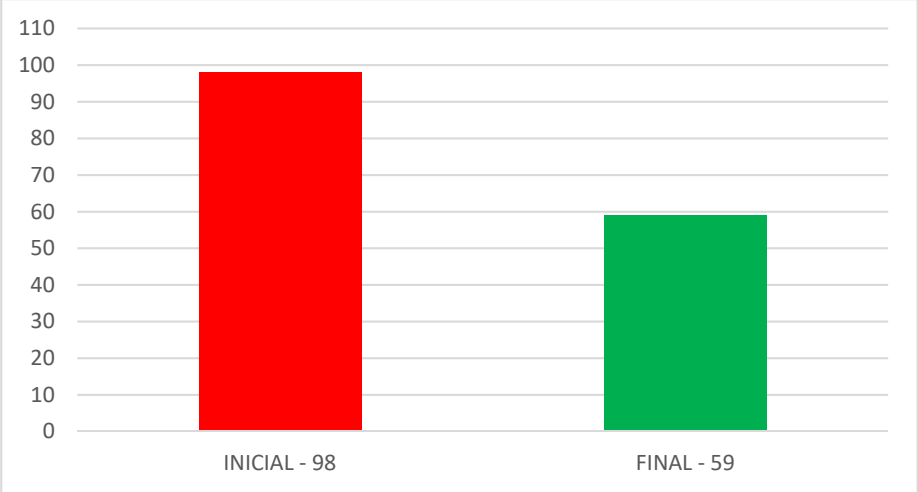
Os resultados obtidos com o direcionamento da Melhoria Contínua estão expostos graficamente para melhor visualização da redução alcançada. Para tal objetivo optou-se pela apresentação de forma comparativa do valor total inicial e total final das oportunidades levantadas, estes mensurados na Tabela 5 e Gráfico 1.

Tabela 5 – Número de prioridade de risco RPN antes e após a aplicação de melhorias

Código	Especificação	Tarefa	Antes RPN	Depois RPN
1	Postura Inadequada	Montar do componente inferior	4	2
2	Trabalho em pé	Montagem geral	10	5
3	Ferramentas inadequadas	Componentes pré montados utlizando morsa	24	12
4	Ferramentas inadequadas	Montagem do componente, usando chave combinada para trava	18	12
5	Arranjo fisico Inadequado	Desembalar componente/retirar plástico	12	8
6	Arranjo fisico Inadequado	Peças no carro de aproximação com risco de queda	18	12
7	Arranjo fisico Inadequado	Carro de pré montagem muito próximos	12	8

Fonte: Adaptado de ES (2018)

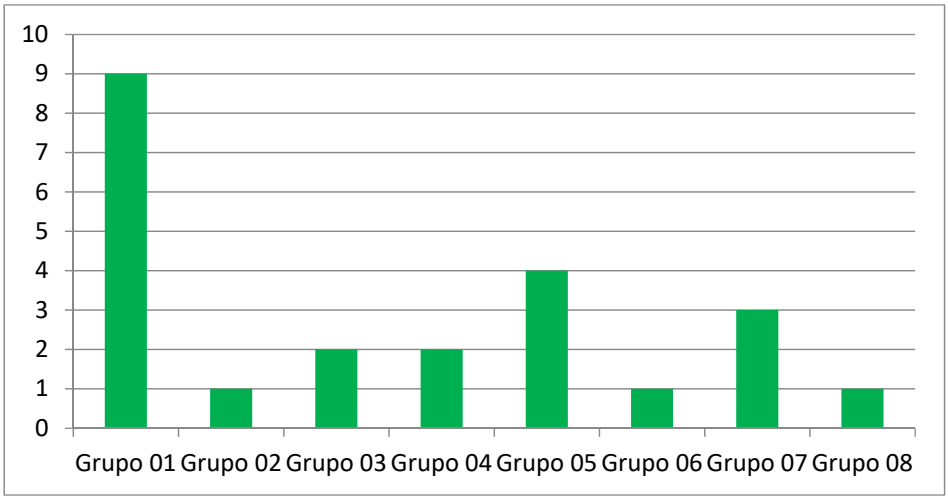
Gráfico 1 – Comparação dos valores de RPN antes e após a aplicação de melhorias



Fonte: Adaptado de ES (2018)

O gráfico acima demonstra uma redução de 39,79% dos riscos dessa estação. Segundo Marchiori e Miyake (2001), o trabalho em equipe oferece benefícios ao processo de melhoria contínua. Quando a empresa está envolvida em seus níveis estratégicos, tático e operacional com foco em um objetivo em comum, os ganhos são garantidos de acordo com a participação e apoio de todos, assim como pode ser confirmado na realização da presente pesquisa. Com foco na resolução dos riscos o grupo 01 também demonstrou resultados satisfatórios em relação a projetos implementados com demais grupos de trabalho do setor estudado, conforme abaixo no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Comparação do número de projetos concluídos do grupo 01 após a aplicação de melhorias



Fonte: Próprio autor

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo foi possível compreender a eficácia da melhoria contínua no funcionamento de uma determinada empresa do Sudeste Goiano. Este programa alinhado aos objetivos e com engajamento da companhia como um todo, demostrou que quando estruturada e com trabalho em equipe é possível alcançar as expectativas de retorno para a empresa.

O enfoque da pesquisa concentrou-se no trabalho em equipe como um dos principais pilares da melhoria contínua, a união de pessoas com foco na solução, assim como Marchiori e Miyake (2001) destacam.

Comparando o grupo 01 com os demais grupos dentro da empresa, este se destacou utilizando a metodologia que direcionou as atividades para melhorar o ambiente de trabalho na Ergonomia e Segurança, sobressaindo aos resultados esperados pela companhia que estima o percentual da redução de 20% do RPN.

Os resultados provenientes deste estudo são satisfatórios visto que dobrou a expectativa e reduziu aproximadamente 40% do RPN total da estação de trabalho proposta. É inegável o fato de que a melhoria contínua oferece contribuições significativas para o cotidiano empresarial. O ambiente de trabalho deve estar projetado de forma a fazer com que a máquina se adapte ao homem e não vice-versa, isto, influencia na execução das atividades. A aplicação da melhoria contínua traz satisfação aos envolvidos e melhora o trabalho, bem como torna seu processo ergonômico e com segurança melhor a partir das implementações de melhorias simples.

Através do protagonismo concedido aos trabalhadores, mudanças não só no âmbito empresarial, mas sim no âmbito social conseguiram ser alcançadas. Proporciona-se, portanto, uma contribuição a mudança cultural na organização, relacionando, assim, aos próprios preceitos da melhoria contínua.

8. REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, A. N. Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BOHMERWALD, P. Gerenciando o sistema de avaliação de desempenho. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni, 1996.

CAIXEIRO, O. T. F. Aplicação do método Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) para a prospecção de riscos nos cuidados hospitalares no Brasil. FIOCRUZ, 2011. Disponível em: < https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/24612/1/878.pdf>. Acesso em: 14 de novembro de 2018.

CLEIN, C., TONELLO, R. & PESSA, S. L. R. Influência do ambiente de trabalho na saúde física e emocional do trabalhador: estudo ergonômico em uma fábrica de máquinas industriais. Revista ADMpg Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p.53-59, 2014. Disponível em: <http://www.admpg.com.br/revista2014_1/Artigos/Artigo%206%20%20v.7%20n.1%20on%20line.pdf>. Acesso em: 23 de abril 2018.

DUTRAMÁQUINAS. Disponível em: < http://www.dutramaquinas.com.br/p/banqueta-para-mecanico-com-bandeja-porta-ferramentas-35-79-120-000>. Acesso em: 14 de novembro 2018.

ERGOTRIADE. Disponível em: <http://www.ergotriade.com.br/single-post/2016/07/29/Tapete-Ergon%C3%B4mico-%E2%80%93-Anti-Fadiga?attachment_id=487%2Ffeed%2F>. Acesso em: 14 de novembro 2018.

ES – Equipe de Segurança. Dados fornecidos pela empresa (2018).

FERTEK FERRAMENTAS. Disponível em: < https://www.fertekferramentas.com.br/carrinho-aberto-desmontavel-com-chapas-reforcadas-e-uma-gaveta-fercar-320>. Acesso em: 14 de novembro 2018.

IMAI, M. KAIZEN: A Estratégia para o Sucesso Competitivo. São Paulo: IMAM, 1988. 235

GARCIA, P. A. A. Uma abordagem de análise de envolvimento de dados para melhorias de segurança com base no FMEA. Gestão & Produção, v. 20, n. 1, p. 87-97, 2013. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n1/a07v20n1.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

LIZARELLI, F. L. & TOLEDO, J. C. Práticas para a melhoria contínua do Processo de Desenvolvimento de Produtos: análise comparativa de múltiplos casos. Gestão & Produção, v. 23, n. 3, p. 535-555, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/2016nahead/0104-530X-gp-0104-530X2240-15.pdf>. Acesso em: 28 de abril 2018.

MARCHIORI, N. L.; MIYAKE, D. I. Sustentação de processos de melhoria contínua. In: 2001 Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador. Anais: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2001. Disponível em: <http://www.abepro. org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR73_0201.pdf>. Acesso em: 18 de setembro, 2018.

MERCADOLIVRE. Disponível em: < https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-853611412-chave-de-impacto-pneumatica-12-66-kgfm-at-281016-puma-_JM>. Acesso em: 14 de novembro 2018.

SHINGO, S. Sistema toyota de produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SUZAKI, K. Novos desafios da manufatura: técnicas para melhoria contínua. São Paulo: IMAM, 1996.

WORKPLACE SAFETY AND HEALTH COUNCIL (WSH). **Code of practice on Workplace Safety and Health** (WSH) - Risk Management. Disponível em: <https://www.wshc.sg/files/wshc/upload/cms/file/2014/R

Capítulo 33

ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DIA-A-DIA DAS MICROEMPRESAS DE UM MUNICÍPIO DO AMAZONAS

Llyssandra Bueno de Oliveira (UFAM - llyssandraoliveira16@hotmail.com)
Luana Rodrigues Lima (UFAM - lualirodrigues250@gmail.com)
Rute Holanda Lopes (UFAM - rutehlopes@hotmail.com)

Resumo: A disputa pela lucratividade entre os comércios e empresas é grande, e são muitas as estratégias utilizadas para assegurar e cumprir a demanda exigida. Uma destas está relacionada em ter uma boa gestão de estoque, onde o produto a ser vendido passa a ter grande importância e planejamento desde da sua entrada na empresa, até o tempo da sua retirada. Diante disso, a pesquisa realizada, tem por objetivo identificar se os comércios de um município do Amazonas utilizam as ferramentas e princípios da administração de estoque e se esses mecanismos garantem para as empresas um diferencial competitivo no mercado. Sendo esta pesquisa com caráter exploratório, trata-se de um estudo de caso, tendo como resultado que as empresas de pequeno porte são as que menos utilizam os conceitos de gestão, provando que realmente a boa gestão proporciona o crescimento das empresas.

1. INTRODUÇÃO

A importância da gestão de estoques tem se tornando cada vez mais visível no cenário acadêmico e industrial, visto que este não é um processo simples, que possuem impactos significativos nos níveis de atendimento do cliente e nos custos. Diante do mercado altamente competitivo, as empresas necessitam apresentar uma vantagem em relação as demais, isso pode se dar pela qualidade, valor ou benefícios oferecidos pelos seus produtos e/ou serviços. Neste quesito, a gestão de estoques se torna um fator primordial para que as organizações consigam diminuir seus custos, aumentar sua confiabilidade e seus lucros (FERREIRA, 2010).

“O estoque é o acúmulo de recursos transformados como materiais, informação, dinheiro e, às vezes clientes” (BETTS; et al, 2008, p. 298). E para que esse acúmulo de recursos traga cada vez mais eficiência em uma administração, é preciso melhorar a qualidade, reduzir os tempos dos produtos estocados, aumentando a lucratividade e a efetividade dos estoques, oferecendo, assim, uma vantagem competitiva para a própria empresa. Como os estoques não acrescentam diretamente valores aos produtos ou serviços e representam custos e riscos extras, quanto menor for à quantidade do nível de estoques que um sistema produtivo conseguir trabalhar, mais eficiente será.

Considerando que o controle de estoques é norteado para o aumento da lucratividade e que a gestão de estoques está inserida em diversos pontos da organização, sua correta aplicação se faz necessária para o bom andamento das atividades. Com isso, a busca pelas melhores práticas logísticas tem como finalidade integrar todas as atividades presentes no desenvolvimento do sistema logístico, a fim de atender as exigências dos consumidores, assim como, permitirem ganhos para as empresas.

Os municípios do estado do Amazonas estão se desenvolvendo e as empresas estão sempre buscando o melhor gerenciamento em suas vendas, com isso, estão surgindo supermercados maiores, mais sofisticados, com maior variedade de produtos. Neste cenário o preço, a qualidade e a diversidade tornam-se diferenciais competitivos importantes para a escolha do cliente e leva os estabelecimentos a se preocuparem com as melhores práticas na gestão de seus estoques para manter sua competitividade e destacar-se no mercado local.

No entanto, na prática, conceitos e ferramentas da gestão de estoques são pouco utilizadas ou desconhecidos nas empresas. Muitas organizações de pequeno porte desconhecem ou não utilizam as principais ferramentas e sistemas para gerir o fluxo de materiais ou produtos, sendo

particularmente comum em pequenos comércios, onde a dificuldade de acesso a estes representam um grande obstáculo.

Desta forma, este artigo tem como objetivo identificar quais os métodos e ferramentas usadas na gestão de estoques nas empresas de pequeno e médio porte de um munícipio do Amazonas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. GESTÃO DE ESTOQUE

A gestão de estoques é um assunto fundamental e, de suma importância para o funcionamento da empresa, pois absorve parte substancial do orçamento operacional de uma organização. As quantidades de matérias-primas ou produtos que ingressam ou são recebidas em um processo, são diferentes das quantidades de saídas e, é a partir desta relação que se formam os estoques. A igualdade destas duas variáveis faz com que o fluxo esteja controlado, otimizando os recursos previamente empregados. Assim, estabelecer os níveis ideais de estoques, também faz parte do planejamento logístico.

O estoque de uma empresa deve estar de acordo com a sua estrutura, sempre pronto a oferecer o melhor serviço aguardado pelo cliente, mantendo o mínimo de estoque a um menor custo possível. Para Ballou (2006, p. 271), “Estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas”. Inicialmente, muitas organizações detinham um grande volume de estoque, fazendo com que parte do capital ficasse parado sem necessidade, gerando custos adicionais, diminuindo suas chances de lucros e tendo um estoque ocioso, com a evolução industrial e a busca por alcançar lucros cada vez maiores, essa situação mudou, sendo que as empresas continuam tendo os seus produtos estocados, só que em quantidades menores e apresentando um giro maior de produtos (ARNOLD, 1999).

Neste sentido, Ballou (2006) coloca que gerenciar estoques é também equilibrar a disponibilidade dos produtos, ou serviço ao consumidor, por outro lado, com os custos de fornecimento que, por outro lado, são necessários para um determinado grau dessa disponibilidade. Porém, muitas empresas não conseguem saber se falta material e quanto dele falta quando se recebe os pedidos dos clientes.

2.2. CUSTOS DE MANUTENÇÃO DOS ESTOQUES

Qualquer tipo de armazenamento de recursos possui determinados custos, esses se referem a manutenção para que os materiais estocados não percam suas propriedades e nem que haja extravio de material. Se uma empresa resolve ter um estoque, isso deve ser mantido caso o benefício de tê-lo ultrapasse as despesas incorridas sobre a manutenção do mesmo, ou seja, se a empresa ganha mais em ter um gasto adicional com produtos armazenados do que se não tivesse um estoque. Desta forma, faz-se de suma importância haver uma preocupação com custos associados a esta atividade (ARNOLD, 1999).

Os custos de estoques estão diretamente relacionados à gerência de estoques. Com isso, a logística e a racionalidade podem ser utilizadas com êxito para a resolução de problemas de estoque. Para Ballou (2006) e Caxito (2011) podemos dividir os custos relevantes em três principais tópicos: os custos de aquisição, de manutenção e de falta de estoques.

Quando ocorre a emissão de uma ordem de compra e chega ao fornecedor, acaba gerando mais custos como, por exemplo, custo de processamento de pedidos; custo de envio até o fornecedor; custo de preparação da produção; custo de desvio e por fim o preço da mercadoria. Ballou (2006) esclarece que os Custos de Aquisição estão relacionados à reposição de estoque, onde ocorre à compra das mercadorias, a partir dessa solicitação de reposição de estoque, começam a incorrer uma variedade de custos relacionados ao processamento, elaboração, transferência, manutenção e ao pedido de compra.

Para Caxito (2011), os custos que vinculam os estoques são os Custos de Manutenção, que são todos os custos para manter mercadorias estocadas e podem ser classificados em: Custos de espaço: esses custos são cobrados pelo o uso do determinado local; Custos de capital: referem-se ao custo do dinheiro investido em estoque; Custos dos serviços de estocagem: refere-se á manutenção de produtos em estoque, que incluem a cobertura e seguro; Custos dos riscos na armazenagem: estão relacionados aos custos de deterioração, roubo, danos e obsolescência do material.

Os Custos de Falta de Estoques são abordados por Ballou (2006) como os aqueles que decorrem de um pedido que não pode ser atendido a partir do estoque, classificam-se em dois os tipos principais: os das vendas perdidas e os de pedidos atrasados.

Como o custo é o lucro que deixará de ser efetivado nesta venda e pode causar uma nova situação futuras a empresa poderá procurar produtos que sejam facilmente alternativos em marcas

concorrentes – pães, gasolina, refrigerante – são aqueles produtos mais sujeitos a sofrer prejuízos de vendas perdidas.

2.3. FERRAMENTAS UTILIZADAS NA GESTÃO E CONTROLE DOS ESTOQUES

Para auxiliar na Gestão de Estoques algumas ferramentas se destacam e podem ser aplicadas individualmente ou em conjunto, dependendo do tipo, tamanho, setor da empresa, entre outros.

As empresas buscam reduzir custos desnecessários, nessa questão, a previsão de demanda torna-se um elemento chave, onde ela evita a compra compulsiva de materiais, além de ajudar no controle dos estoques. Essa predição é o ponto de partida para o planejamento e decisões de muitos setores das empresas, quando há uma boa simulação dos possíveis pedidos, a organização como um todo se planeja para atender à essa demanda (BALLOU, 2011).

O ERP (Sistema integrado de gestão empresarial) possibilita a empresa ter um melhor planejamento e organização nas questões de produção, demanda, vendas, preços, contagem de estoque, saída e entrada de produtos, evitando falta de informação, redução de gastos e principalmente melhoria na automação dos processos, garantindo a produtividade da empresa.

A ferramenta PEPS funciona da seguinte maneira, o material que primeiro deu entrada no estoque deve ser o primeiro a sair, sendo substituído na mesma ordem de tempo em que foi recebido, ou seja, este trata-se do método aplicado a produtos que possuem um período de validade, sendo perecíveis, os produtos que chegaram antes de todos os demais ao estoque terão que ser comercializados primeiramente em relação aos novos que entrarem, evitando perdas de produtos, além de facilitar o controle de gerenciamento da armazenagem (DIAS, 2010).

A Curva ABC possibilita o controle e movimentação do estoque, destacando que sua principal vantagem relaciona-se com sua divisão e classificação em A, B e C, de acordo com os valores de cada produto, quantidade e identificação, podendo ser observado quais itens que são mais importantes para empresa, os produtos da categoria C, são aqueles que mais se tem nas empresas e com um preço razoável, os da B, possuem tanto uma quantidade mediana, quanto o seu valor, os que encontram-se na A, estes são altamente valiosos para as empresas, mesmo estando em quantidades menores, eles garantem a maior lucratividade, logo precisam receber um maior controle (POZO, 2010).

De acordo com Martins e Laugeni (2009), o Inventário Físico consiste na contagem de todos os itens estocados, havendo alguma divergência entre o inventário físico e os registros de controle ou sistemas, cabe ao setor contábil fazer os devidos ajustes, assegurando que as quantidades existentes sejam as

mesmas disponibilizadas no sistema. Por sua vez, o inventário tem por finalidade identificar os gastos e rentabilidade da empresa, tendo o controle da situação do estoque, para isso é necessário um planejamento, organização e extração de atividades e resultados que a organização produz, trazendo como benefício a atualização e otimização do nível de estoque.

O arranjo físico ou layout possibilita a adaptação do homem com a máquina e seus materiais, tendo como resultado eficientes na produção, permitindo o fluxo e movimentação de produtos, trazendo otimização de tempo para os indivíduos que trabalham com a retira de mercadorias. Com a colocação racional destes elementos facilita as condições de trabalho, além da redução de transportes e movimentação dos materiais, um layout bem definido ajuda a diminuir o tempo de procura por um material (CHIAVENATO, 2005).

O endereçamento consiste na localização de produtos, este método funciona da seguinte forma, para cada produto será dado informações do local, bloco, ruas, colunas, níveis, tipos do mesmo. Ao haver a estocagem dos itens é necessário identificar o código da área de armazenagem, número de rua, número da prateleira e posição, sendo representadas por: A.B.C.D, que indicará as informações das distintas mercadorias (MARTINS, 2009).

Lote econômico é a quantidade necessária para abastecer o estoque, sendo que o custo de aquisição e de estocagem devem ser os mínimos possíveis para o período de tempo considerado (CORRÊA, 2001). O lote econômico deve ser definido depois da análise de cincos premissas básicas, que são: a taxa de demanda do produto, a capacidade de suprimento sem nenhuma restrição ao tamanho do lote, o custo de armazenagem e o custo fixo por lote, as decisões sobre os produtos, e o *lead time* é constante (RITZMAN, KRAJEWSKI e MALHOTRA, 2017).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é uma pesquisa de campo, tendo se concentrado em três empresas específicas, buscando um aprofundamento maior em relação ao tema escolhido para fazer a pesquisa, podendo ser considerado como estudo de casos. Longaray (2003) coloca que o estudo de caso caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo.

Este estudo de casos tinha como proposta realizar a pesquisa em três empresas em um município do Amazonas, com base nos seguintes critérios: comércios de pequeno e médio porte, sendo duas que estivessem atuando no ramo de eletrodomésticos e duas no ramo alimentício, justamente para fazer

uma comparação entre as que estão em um nível mais alto com as que estão começando a se firmar no mercado, não deixando de lado o foco do objetivo principal.

Em busca do entendimento em relação a gestão de estoques, foi feito um levantamento de dados, se aprofundando neste tema. No que se refere ao funcionamento dos estoques das empresas, foram aplicados questionários com os responsáveis por este setor, as respostas foram gravadas, com o acompanhamento das atividades, por meio de visitas aos estoques.

4. PERFIL DAS EMPRESAS PESQUISADAS

Por esta ser uma pesquisa qualitativa, a opção por trabalhar com apenas três comércios em meio a tantos outros, foi devido a facilidade de conseguir e analisar os dados, assim não geraria um alto volume de informações brutas, o que possibilita a interpretação dos dados de forma mais eficiente. As empresas selecionadas para a aplicação dessa pesquisa apresentam características bem definidas que podem ser exploradas, para assim ter os resultados que este artigo deseja obter.

Na tabela 1 a seguir, encontram-se de forma resumida as características das três empresas em que a pesquisa foi aplicada, seus segmentos de mercado, em que porte as mesmas se encontram e se elas dispõem do estoque de segurança.

Tabela 1 – Resumo do perfil das empresas pesquisadas

Empresa	A	B	C
Situação	Pequeno porte	Pequeno porte	Médio porte
Atividade	Comércio	Comércio	Comércio
Área	Alimentício	Eletrodoméstico	Eletrodoméstico
Ramo de atuação	Mercadinho	Loja de móveis	Loja de móveis
Estoque de segurança	Sim	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Tendo estas empresas, com esses perfis é possível comparar e analisar como cada uma faz a gestão dos seus estoques e se isso interfere diretamente no crescimento das mesmas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas entrevistas realizadas, procedeu-se a análise de cada empresa, com enfoque em como acontece o gerenciamento deste setor tão importante correlacionando as informações teóricas com aquelas coletadas por meio do questionário e da observação. A principal meta foi descobrir que

ferramentas cada uma das três organizações utiliza para controlar seus estoques e se o que encontra nos livros realmente é posto em ação.

Dentre as empresas pesquisadas uma destacou-se de forma positiva, apresentando um controle maior sobre as atividades de armazenagem do que as outras. Um ponto em comum entre todas se relaciona com o modelo de gestão de estoque adotado, sendo o modelo reativo, que desconsidera as previsões de demanda para fazer o reabastecimento dos produtos. Para abastecer os estoques, os pedidos são feitos para os fornecedores somente quando algum bem tende a faltar, isso causa um certo risco, caso um cliente queira comprar uma peça que está no mostruário e outro consumidor também queira, sendo que só existe aquela, a loja perderá uma venda por não ter outras no estoque.

As informações obtidas durante a pesquisa de campo foram divididas em três critérios: organização, inventário, sistema e ferramentas, justamente para a melhor compreensão, estes critérios foram explanados dentro dos conceitos da gestão de estoques.

5.1. ORGANIZAÇÃO

Esta análise aconteceu de acordo com as empresas que estão citadas na tabela 1, sendo que na empresa A o encarregado pelo almoxarifado não tem formação necessária para esta função, apresentando o mínimo de técnica necessária para gerenciar e controlar o estoque. Foi possível adentrar no estoque desta instituição, sendo notório a falta de uma boa gestão, a localização dos materiais não é feita de forma correta, os produtos de limpeza se encontravam juntos com os alimentícios, objetos explosivos sem as condições de segurança adequadas, verificando-se desorganização no estoque. Segundo o gerente, o espaço físico do armazém estava em reforma, por este motivo os produtos foram dispostos de maneira aleatória, esta falta de organização gerou o desconhecimento de quanto capital foi investido no estoque, quando questionado o estoquista disse desconhecer o valor em dinheiro que tinha de materiais estocados. Antes eles tinham muitas percas de materiais, mas com a adoção de verificar o prazo de validade dos insumos armazenados, este índice diminuiu.

Na empresa B não possui um estoque de segurança presente na cidade, sendo que este encontra-se em Manaus. Desta forma, os produtos que tem na loja devem fica na exposição, porém a localização desses materiais é bem definida, dividida por categorias de acordo com as características de cada eletrodoméstico. Os vendedores dizem saber em quanto está avaliado as mercadorias, apresentando um valor aproximado. Antes dessa loja fazer um “feirão”, eles tinham muitos móveis com avarias,

gerando perdas desse material, entretanto com a promoção que fizeram, venderam todos aqueles eletrodomésticos que tinham algum defeito a preço de custo para assim fazerem um novo pedido.

Na empresa C, por ser de médio porte, a organização de estoque apresentada é bem mais eficiente do que as demais. De acordo com responsáveis pelo estoque, cada marca tem sua própria prateleira, dividida por tipos e tendo um layout padrão, não misturando os produtos. Para os auxiliares do estoque, a gerência que deve saber em quanto o estoque da loja é avaliado, sendo que eles não têm conhecimento sobre este fato. Afirmam ainda que não acontece perdas de materiais, nem avarias, justamente por causa do controle e organização que a empresa exige de todos os seus colaboradores.

5.2. INVENTÁRIO

Todas as empresas utilizam esta forma de controle, sendo que na loja B o inventário é feito com relação aos materiais que estão em exposição, os vendedores analisam o que o sistema diz ter e fazem a conferência, não foi informado de quanto em quanto tempo os mesmos fazem este controle. Segundo eles, por terem esse sistema fica mais fácil atingir o nível de acurácia 100%.

Partindo dos relatos do auxiliar do estoque da empresa A, percebeu-se que todo mês eles fazem inventário, mas não com todos os insumos, somente com aqueles que no momento estão faltando, através disto é que fazem o pedido de mais produtos para abastecer. A acuracidade nesta organização não pode ser definida, devido ao sistema do comércio não está atualizado com as informações necessárias, enquanto no estabelecimento C, este inventário é feito todos os dias, feito por linha, sendo uma única pessoa responsável por isto, eles dizem que o sistema pede essas informações diariamente, dando uma atenção maior para os aparelhos celulares que são os bens de risco e de alto valor da empresa. A acurácia deste inventário gira em torno dos 100%, e os mesmos trabalham sempre para manter este nível.

5.3. SISTEMA

Todas as três empresas pesquisadas fazem uso do sistema integrado, mas nem todos alimentam eles com as informações necessárias. Como já mencionado, o encarregado pelo estoque do estabelecimento A afirma que o sistema utilizado estava desatualizado, não sendo totalmente seguro, ao passar um produto no caixa, o mesmo não reconhece.

Na loja B, tudo se encontra no sistema, sendo possível ver quais os produtos estão disponíveis, caso não tenha no mostruário imediatamente fazem contato com os responsáveis pelo estoque em Manaus e encaminham o pedido.

Os dois auxiliares do estoque da empresa C afirmam que o sistema usado é muito eficiente, tendo em vista que ele foi criado pela própria organização, onde todas as filiais utilizam este mesmo sistema. Eles afirmam que diariamente precisam adicionar informações, tendo uma precisão muito alta, tudo que tem no sistema condiz com a realidade.

5.4. FERRAMENTAS

Neste critério encontrou-se muitas divergências da teoria com que as empresas aplicam no seu dia-a-dia, evidenciando que nem tudo que estão nos livros as organizações conhecem e utilizam, onde algumas ferramentas são usadas de forma intuitiva como o PEPS.

Como a loja B não apresenta estoque de segurança, somente a área de exposição, a mesma não faz uso de muitas ferramentas, mas pode-se perceber que a curva ABC e o layout estão na rotina desta loja, assim como na empresa C incluindo ainda o endereçamento, enquanto o comércio A utiliza o PEPS e o layout.

O lote econômico um dos métodos tão importantes que define a quantidade mínima, não aparece em nenhuma organização, as compras das mesmas acontecem quando percebem que algum material corre o risco de ficar em falta, os abastecimentos delas variam muito, na primeira isto acontece mensalmente, enquanto na segunda isso depende muito de como anda a demanda, não tendo um período considerável, na terceira empresa acontece semanalmente.

De acordo com a tabela 2 a seguir, pode-se de forma simplificada conhecer o nível de cada empresa com relação a organização, sistemas e inventário.

Tabela 2 – Resumo dos níveis das empresas pesquisadas

Empresa	A	B	C
Organização	Ruim	Bom	Bom
Inventário	Regular	Ótimo	Ótimo
Sistemas	Ruim	Ótimo	Ótimo

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

De acordo com a tabela 3 a seguir, é possível observar quais ferramentas de estoque cada uma das três empresas utiliza no controle e gestão dos seus estoques.

Tabela 3 – Resumo das ferramentas utilizadas pelas empresas pesquisadas

Empresa	A	B	C
Curva ABC	Não	Sim	Sim
Endereçamento	Não	Não	Sim
Layout	Sim	Sim	Sim
Lote econômico	Não	Não	Não
PEPS	Sim	Não	Não

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Percebe-se que algumas ferramentas apresentadas neste artigo não foram vistas na tabela, isso se deu por as empresas não apresentarem os demais métodos citados, assim ficou a critério dos autores não colocar estas informações no quadro acima, sendo importante ressaltar que a não utilização dos demais mecanismos mostra a ineficiência da gestão dos estoques.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada, baseada na administração de estoque, que visa trazer as empresas melhor lucratividade, por meio do planejamento, organização e controle, teve como propósito a identificação dos métodos e ferramentas usadas nesta gestão nas empresas de pequeno e médio porte, que são do ramo alimentício e eletrodoméstico. Diante das informações coletadas e analisadas, percebeu-se que muitas ferramentas da gestão de estoque não são utilizadas dentro das empresas pesquisadas, o que mostra uma certa falha nessa gerência, gerando uma perda na competitividade e reduzindo as chances de as mesmas crescerem no mercado, por não conseguir ter uma rentabilidade adequada, nem o melhor serviço ao cliente.

Com os dados analisados, as empresas B e C apresentam uma melhor gestão, por controlarem os produtos estocados, tendo identificação e facilidade para a localização dos mesmos, isso acontece em decorrência delas fazerem uso de mais ferramentas que a empresa A, e estas organizações possuem uma maior lucratividade o que garante que esta atividade gera lucros quando bem gerenciada, reduzindo os custos e agregando valor a esse processo.

Para que aconteça uma administração com um bom nível, além da utilização das ferramentas, se faz necessário ter funcionários com competências técnicas para esta função, sendo que foi observado o déficit de conhecimento sobre a área.

Constatou-se que os comércios itacoatiarenses de pequeno porte possuem a necessidade de aderirem outras ferramentas da gestão de estoque e novas estratégias que beneficiaram suas vendas, uma vez que as falhas e perda de lucros estão diretamente relacionadas com a falta de planejamento e controle sobre a armazenagem dos produtos, sendo importante terem funcionários capacitados também, assim haverá uma melhora em relação a gestão, possibilitando o crescimento das mesmas e maior margem de lucros.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. T. Administração de Materiais. São Paulo: Atlas, 1999.

BALLOU, R. H. Logística Empresarial: Transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2011.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Boockman, 2006.

BETTS, Alan. et al. Gerenciamento de operações e de processos. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CAXITO, Fabiano. Logística: um enfoque prático. São Paulo: Saraiva, 2011.

CHIAVENATO, I., Gestão de Pessoas. 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 528p

CORRÊA, H.L.; GIANESI, G.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 3 .ed.. São Paulo: Atlas, 2001.

DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERREIRA, H. B. T. Gestão de estoques: fundamentos, modelos matemáticos e melhores práticas aplicadas. São Paulo: Cengage Learning BR, 2010.

LONGARAY, André A. et al; BEUREN, Ilse Maria (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Saraiva, 2009.
POZO, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2010.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J.; MALHOTRA, M. Administração de produção e operações. 11. ed. Pearson Universidades, Fortaleza, 2017.

Capítulo 34

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE ESTOQUE COM APLICAÇÃO DO DMAIC EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS: UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Araújo Câmara (vanessadac29@gmail.com)
Fernanda Santos de Almeida (nanda9640@hotmail.com)
Ana Paula Crisostomo de Oliveira (paula_3196@hotmail.com)
Vaner Jose do Prado (vanerdoprado@gmail.com)

Resumo: A economia sofre mudanças a todo o momento em consequência de diversos fatores, sendo os mais evidentes oriundas do fenômeno mundial que é a globalização. Em decorrência disso, o mercado vem se tornando cada vez mais competitivo, fazendo com que as empresas busquem o aperfeiçoamento de diversos setores e atividades da organização para satisfazer e fidelizar seus clientes. Um dos setores que deve receber atenção redobrada para se obter vantagem competitiva é o de estoques, pois é um dos pontos centrais e de grande influência por interagir diretamente com os outros setores, além de representar grande parcela do ativo de uma empresa. O objetivo principal desse estudo é analisar o processo de guarda de materiais no estoque da empresa BETA, identificando possíveis falhas no controle de estoque e suas consequências, visando propor alternativas e melhorias como a automação do processo, através da aplicação de ferramentas da qualidade, método DMAIC proveniente do Seis Sigma e com auxílio do software MINITAB 17 Statistical. Para a realização do referido trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica (livros, artigos e sites de busca) e descritiva, tendo também como método o estudo de caso, onde foi realizado um levantamento de dados dentro da empresa BETA. Os resultados obtidos apontaram a instabilidade no processo em estudo, apresentando causas especiais, ressaltando que apesar de um dos indicadores da empresa obter um

comportamento estável, não elimina ou reduz o gargalo do mesmo, apenas mantém dentro dos limites de especificação dado pela empresa. Sendo assim, ao aplicar algumas ferramentas da qualidade, conclui-se que a proposta deste estudo é viável, ou seja, a automação pode ser eficaz para reduzir ou até eliminar o gargalo, aumentando a eficiência da empresa.

Palavras-chave: Automação. Logística. Controle. Estoque. Ferramentas. Mapeamento. Qualidade. DMAIC.

1. INTRODUÇÃO

As empresas precisam se tornar cada vez mais competitivas no mercado atual. Prezar pela eficiência dos seus processos se tornou uma questão de sobrevivência e por isso a busca por qualidade, redução de custos e desperdício é extremamente necessária. Consequentemente, com o avanço da tecnologia, o setor logístico vem sofrendo grandes modificações nos últimos anos, fazendo com que, por exemplo, a automação industrial venha ganhando cada vez mais força.

A automação de processos traz inúmeros benefícios para as empresas, como por exemplo, o aumento da produtividade, diminuição dos custos, simplificação das operações e redução do tempo. Tem se implantado cada vez mais ferramentas tecnológicas, como etiquetas RFID, proporcionando uma confiabilidade maior no rastreamento do estoque, permitindo obter a informação do que se tem em estoque momentaneamente.

Baseando-se em uma empresa global, atuante no Brasil com maior força de vendas e com Centros de Distribuição localizados no sudeste e nordeste do país, o CD Bahia será objeto de estudo para mapear e modelar os processos voltados ao controle de estoque, através da aplicação das ferramentas de qualidade como por exemplo, os 5 porquês, 5w2h, diagrama de causa e efeito, ciclo PDSA e do método DMAIC.

Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo é analisar o processo de guarda de materiais no estoque da empresa BETA, identificando possíveis falhas no controle de estoque e suas consequências, visando propor alternativas e melhorias com a automação do processo.

Justifica-se o estudo deste tema tendo em vista que a competitividade entre as empresas é um fator que está crescendo, e para isso as organizações estão melhorando o seu processo. Logo, o controle eficaz do estoque torna-se necessário e de fundamental importância em uma organização, evitando a perda de clientes por atrasos no prazo de entrega, entre outros. Consequentemente, o estudo de caso sobre análise no estoque, através da pesquisa descritiva e bibliográfica se mostra congruente, pois esse tema encontra-se relacionado ao centro de distribuição BETA.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste trabalho abordou-se temas ligados a estoque, controle de estoque, e algumas ferramentas da qualidade. Estes temas serão base para o estudo de caso abordado, baseando-se na consulta de livros de autores que serão citados.

2.1 ESTOQUE

O conceito de estoques é amplo. Deste modo, serão destacados os principais autores a fim de consolidar e auxiliar na análise do processo.

Segundo Viana (2002, p. 109) pode-se definir estoque como sendo:

> "[...] materiais, mercadorias ou produtos acumulados para utilização posterior, de modo a permitir o atendimento regular das necessidades dos usuários para a continuidade das atividades da empresa, sendo o estoque gerado, consequentemente, pela impossibilidade de prever a demanda com exatidão."

Em outras palavras, é um termo que as empresas utilizam, representando o local que os produtos estão armazenados para serem vendidos aos clientes. Desta forma, as empresas podem apresentar características particulares incluindo o controle do mesmo.

As vantagens expostas por (Ballou, 2001) associada a correta gestão dos estoques são:

a) "Aperfeiçoamento dos serviços de atendimento ao consumidor;
b) Os estoques agem como amortecedores entre a demanda e o suprimento;
c) Podem proporcionar economia de escala nas compras e;
d) Exerce proteção em objeção ao aumento de preços e contingência, é indispensável planejamento e efetividade dos resultados do processo."

Desta forma, é evidente que as empresas de transformação devem atentar-se ao controlar o estoque, já que está afeta o resultado da organização, em que é consolidado e apontado por Viana (Viana 2002, p144), que as organizações, por meio das imposições do mercado, desenvolvem outras formas mais eficientes e eficazes na busca do equilíbrio entre estoque e consumo, objetivando otimizar o tamanho do estoque.

2.2 QUALIDADE

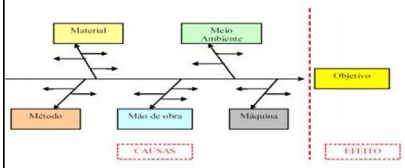
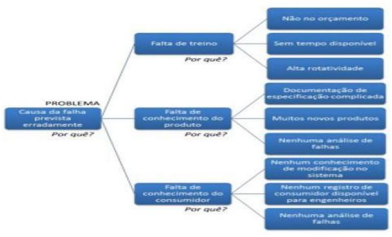
No que se refere a qualidade, é perceptível diversos conceitos e definições existentes na literatura especializada. Segundo a ISO-International Standardization Organization (2008) "Qualidade é a dequação ao uso. É a conformidade às exigências."

A partir de então, “a gestão da qualidade apresenta uma metodologia de análise que se baseie na integração de técnicas e ferramentas que contribuem para a tomada de decisão fundamentada em fatos e na melhoria contínua dos processos e de seus respectivos resultados” (MATA-LIMA, 2007).

Desta forma, as ferramentas da qualidade têm como objetivo analisar, definir e propor soluções para o os problemas que interferem no desempenho do processo.

Para fins deste artigo, serão explicadas algumas ferramentas e técnicas que permeiam o estudo através do Figura 1, com o propósito de simplificar a pesquisa.

Figura 1- Ferramentas e técnicas da qualidade utilizadas no estudo

Ferramentas	Definição	Representação gráfica
Diagrama de causa e efeito	O diagrama de Ishikawa, de acordo com Werkema (1995), é uma ferramenta utilizada para expor a relação existente entre o resultado de uma processo, e as causas que tecnicamente possam afetar esse resultado. De acordo com Moura (2003), está é uma ferramenta útil para análise dos processos de forma a identificar as possíveis causas de um problema.	Figura 1: Diagrama de *Ishikawa*  Fonte: ISO 9001
Cinco porquês	Os 5Porquês foi criado por Tachi Ohno, pai do Sistema de Produção Toyota, é uma ferramenta utilizada individualmente ou em pequenos grupos para encontrar a causa raiz de um defeito ou problema. Além disso determina o que aconteceu, por que aconteceu e o que fazer para minimizar a viabilidade de que causa primária ocorra novamente (LIKER, 2014). A análise é feita após perguntar cinco vezes o porquê de um problema está acontecendo, de acordo com a causa anterior e assim determina a causa raiz do problema (BICHENO, 2006).	Figura 2- Exemplo de aplicação da ferramenta dos 5porquês  Fonte: SLACK E COLS (2002)
5W2H	De acordo com Aguiar (2002), o objetivo de um plano de ação é ordenar um cronograma de planejamento da execução, de monitoramento de trabalhos ou projetos e acompanhamento da implantação de medidas a serem usadas.O plano de ação pode ser representado pelo 5W2H, que é uma ferramenta de planejamento desenvolvida para auxiliar na utilização do PDCA. Ele é feito através de um documento de colunas, capaz de orientar as ações a serem executadas ou expor os problemas que necessite de uma análise mais estudada para chegar na sua origem.	Figura 3- Etapas para a aplicação do 5W2H **Método dos 5W2H** 5W: What / O Que? / Que ação será executada? 5W: Who / Quem? / Quem irá executar/participar da ação? 5W: Where / Onde? / Onde será executada a ação? 5W: When / Quando? / Quando a ação será executada? 5W: Why / Por Quê? / Por que a ação será executada? 2H: How / Como? / Como será executada a ação? 2H: How much / Quanto custa? / Quanto custa para executa a ação? Fonte: MEIRA (2003)
Ciclo PDSA	O clico PDSA é a evolução do clico PDCA, este método auxilia as organizações no ganho de conhecimento sobre determinado aspecto do processo, para que dessa possa propor mudanças que geram melhorias. Além disso, dispõe de um método de tentativa e aprendizado que é incentivado pelas previsões que devem ser explicitadas no planejamento. É uma ferramenta que pode ser utilizado em qualquer etapa do DMAIC ou do ciclo PDCA, quando a meta for conceber conhecimento. O ciclo PDSA é divido em quatro etapas que serão explanadas através da Figura 4.	Figura 4- Etapas do PDSA Fonte: Adaptado do livro “The Improvement Guide”

Fonte: AUTOR

Estas ferramentas serão aplicadas posteriormente com a finalidade de compor o estudo do processo, identificando as possíveis falhas e apresentando possíveis melhorias.

2.3 GRÁFICOS DE CONTROLE

O gráfico de controle é um mecanismo capaz de detectar causas especiais que apresentam altas variações no resultado do processo. “Podem também ser usados para estimar parâmetros de um processo de produção e, através dessa informação determinar a capacidade de um processo atingir as especificações. O gráfico de controle pode também fornecer informação que seja útil na melhoria de um processo” (MONTGOMERY e RUNGER, 2009, p. 397).

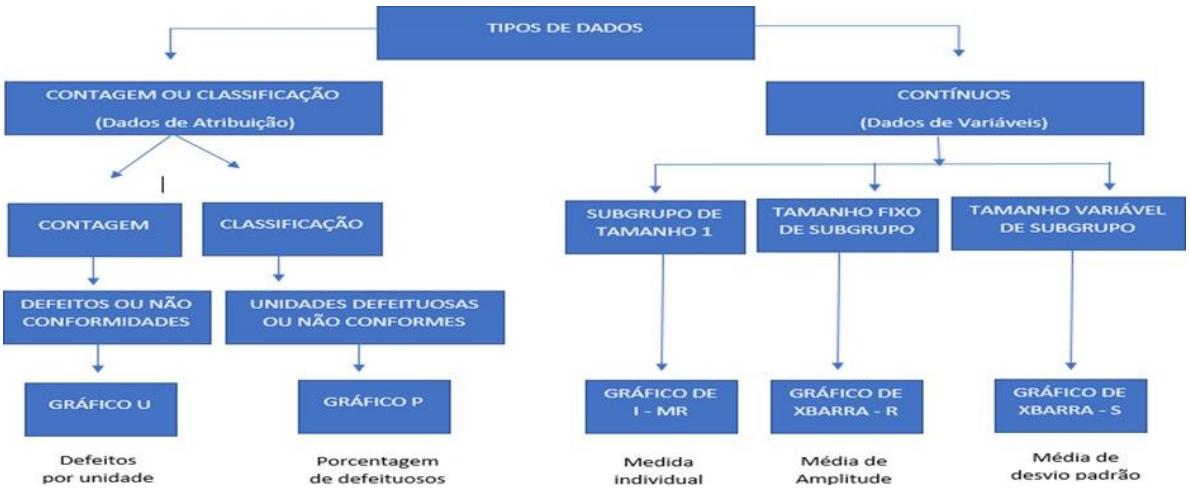
Existem dois tipos básicos de gráficos de controle (GALUCH, 2002):

a) “Gráficos por atributos: são gráficos para controle de números e proporções, como número de defeitos ou números de defeituosos. Exigem somente uma classificação de medições descontínuas como boa ou má;

b) Gráficos por variáveis: são gráficos para controle de características como peso, comprimento, densidade e concentração. Exigem medições em uma escala contínua. Dados variáveis contêm mais informações que atributos e por isso os gráficos por variáveis são os preferidos, pois facilitam o diagnóstico das causas que afetam a estabilidade do processo.”

A Figura 2 aponta os modelos de gráficos que são utilizados a partir dos tipos de dados.

Figura 2- Seleção do gráfico de controle



Fonte: Autor

Dos tipos de gráficos existentes, destacam-se os gráficos de Xbarra-S, Xbarra-R e gráfico U, que serão utilizados para a verificação de estabilidade do processo.

2.4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

Automação refere-se a "um sistema automático pelo qual os mecanismos controlam seu próprio funcionamento, quase sem a interferência do homem" (FERREIRA, 1993). As empresas, por sua vez, procuram por melhoria contínua, e confiabilidade nos dados obtidos, o que por sua vez, torna a automação um elemento chave para o diferencial competitivo das empresas, reduzindo ou até eliminando gargalos.

Sendo assim, o uso de um dispositivo mecânico ou eletroeletrônico afim de monitorar determinado processo, com equipamentos ou dispositivos que possuem aplicabilidades precedentemente definidas em sua programação é a maneira como a automação pode ser vista.

Segundo Thomazini (2005, p.17) sensor é:

> "O termo empregado para designar dispositivos sensíveis à alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza física que precisa ser mensurada (medida), como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição,etc."

Dentre os vários tipos de sensores, destaca-se o sensor de posição ultrassônico, que será utilizado nas etapas posteriores do estudo. Com isso, é importante defini-lo com a finalidade de permear a pesquisa.

Grande parte dos objetos sólidos é capaz de refletir ondas sonoras, desta forma, utiliza-se o sensor ultrassônico ou transceptor, que é um dispositivo que dispõe uma alta frequência de som para detectar a presença e medir a distância entre determinado objeto, ou seja, ele cria um pulso sonoro que vai além da faixa de audição do ouvido humano. O sensor ultrassônico gera ondas a partir do movimento de uma superfície que pode ser produzia por um transdutor piezoelétrico, que através do efeito do dispositivo converte a energia em elétrica em energia mecânica. A Figura 3 aponta como ocorre a transmissão e reflexão da onda ultrassônica.

Figura 3 - Transmissão e reflexão da onda ultrassônica

Fonte: HALLIDAY (1996)

A aplicação dos sensores ultrassônicos inclui: detecção de quebras de fios, presença de pessoas, etc. Dentre estas, ele pode ser utilizado para automatizar o processo de guarda de matérias, através da identificação dos pallets. A aplicação do mesmo será explicitada mais adiante.

3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

BETA é uma empresa que atua no setor de cosméticos. É considerada uma empresa global, contudo, a maior força de vendas e operação da companhia é no Brasil. As unidades no país são localizadas em São Paulo, Ceará e Bahia. A unidade que será instrumento de estudo para a realização da pesquisa é o CD Bahia.

A empresa funciona seis dias da semana, com três turnos de oito horas, cada. Sua capacidade produtiva de recebimento de cargas é em média 135 carretas por campanha, com duração de 15 dias.

Baseando-se nas definições de processo de Slack e cols. (2007), o processo produtivo da empresa é resumidamente baseado em:

RECEBER – ARMAZENAR – SEPARAR – EXPEDIR

Sendo o processo de armazenagem, o foco do estudo.

4. METODOLOGIA

Para análise de estoque de empresa será adotada a estratégia de pesquisa explicativa, que por sua vez, “é aquela que, além de registrar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos” (SEVERINO, 2007, p. 123).

Será descrito na forma de Estudo de Caso caracterizado por Yin (2001, p.32), como:

> "(...) uma investigação científica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos; enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidência (...) e beneficia- se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise dos dados."

A partir disso, a pesquisa se configura como qualitativa, que transforma os resultados em conceitos e ideias.

Para análise dos dados, serão utilizadas algumas ferramentas como o diagrama de causa e efeito, a partir das definições de Slack, Chambers, Johnston (2009), o mapeamento do processo, segundo Slack e cols. (1997) e o DMAIC.

O DMAIC é um método, constituído por 5 etapas, (Define, measure, analyse, improve e control) que está inserido na metodologia do Seis Sigma• . Este método é utilizado para análise de problemas e tem como pretensão a melhoria e o aperfeiçoamento de processos.

De acordo Werkema (2013), as etapas do DMAIC, são definidas conforme a Figura 4:

Figura 4 - Etapas do DMAIC

ETAPAS	DEFINIÇÃO
***DEFINE* (DEFINIR)**	Estabelecer o escopo do projeto
***MEASURE* (MEDIR)**	Definir onde está localizado o problema e prioriza-los
***ANALYSE* (ANALISAR)**	Estabelecer e priorizar o que está causando os problemas
***IMPROVE* (MELHORAR)**	Através de um plano - sugerir, avaliar e aplicar soluções em larga escala para os problemas prioritários
***CONTROL* (CONTROLAR)**	Monitorar e certificar que a meta continue sendo alcançada a longo prazo

Fonte: Adaptado de WERKEMA (1995)

Desta forma é possível avaliar o processo em cada etapa descrita e propor mudanças que tem como finalidade melhoria. O estudo terá como utilização do método o DMAIC.

5. DESCRIÇÃO DO PROCESSO ATUAL DA EMPRESA

O processo da empresa em estudo é sintetizado como aponta a Figura 5. Visto que o enfoque do estudo é no estoque, o processo de armazenamento está descrito detalhadamente, em relação as outras etapas, destacando trechos principais do mesmo.

• Sistema de gestão quantitativa, estruturada através do DMAIC com objetivo de reduzir custos, otimizar produtos e processos e incrementar a satisfação do cliente.

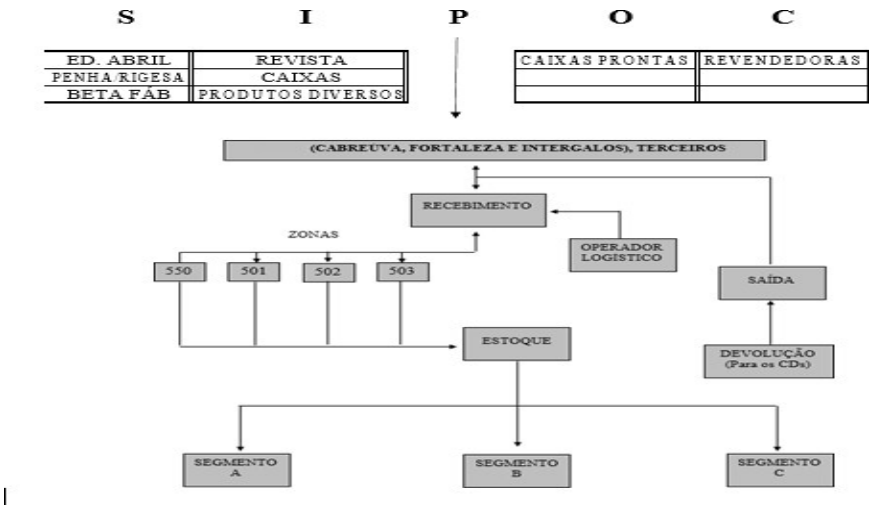
Figura 5 – Descrição do processo atual da empresa

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DA EMPRESA		
RECEBIMENTO	**ARMAZENAMENTO**	**SEPARAÇÃO**
As carretas são cadastradas no sistema, monitoradas até a sua chegada no CD. Ao chegar na empresa, o motorista entrega o conhecimento de frete acompanhada de notas fiscais. Se a carreta for prioridade, a mesma encosta na doca e descarrega. Caso contrário, a mesma aguarda a ordem de programação. Após o processo de descarregamento, inicia-se o recebimento. Se houver divergências planilha a divergência em um arquivo que o pessoal de Cabreúva (fábrica) tem ciência. Caso não haja divergência, finaliza o recebimento da carga.	Após a carga recebida, inicia-se o processo de guarda do material. O processo consiste em o operador de empilhadeira apanhar o pallet com o produto, efetuando o processo de guarda na posição do estoque (também chamada de endereçamento), através do *RFID Scanner* , que por sua vez, é um leitor que possui a tecnologia *RFID* , possuindo a interface entre o produto e *scanner* (leitor). Porém, o mesmo não possui interface direta com a posição do estoque, o que faz necessário o operador confirmar no Scanner a guarda do produto. O estoque é controlado através da checagem de posição no estoque pelos funcionários, verificando se a posição que aponta no sistema, realmente se encontra vazia.Após a carga recebida, inicia-se o processo de guarda do material. O processo consiste em o operador de empilhadeira apanhar o pallet com o produto, efetuando o processo de guarda na posição do estoque (também chamada de endereçamento), através do *RFID Scanner* , que por sua vez, é um leitor que possui a tecnologia *RFID* , possuindo a interface entre o produto e *scanner* (leitor). Porém, o mesmo não possui interface direta com a posição do estoque, o que faz necessário o operador confirmar no Scanner a guarda do produto. O estoque é controlado através da checagem de posição no estoque pelos funcionários, verificando se a posição que aponta no sistema, realmente se encontra vazia.	Esse processo também é chamado de *picking* , em que ocorre o processo de separação de pedidos, retirando os produtos localizados no estoque para montar os kits referentes a check list do pedido, para posteriormente preparar as caixas para a expedição. Nesta etapa, é imprescindível a atenção para não imputar o produto incorreto na caixa.
		EXPEDIÇÃO
		Os produtos que foram separados na etapa anterior, são verificados novamente, com a finalidade de evitar erros e transtornos para o consumidor final. Utiliza-se um equipamento de leitor de barras nas caixas, mostrando o nome do destinatário final, ou seja, a revendedora que posteriormente irá entregar os seus clientes. Após isso a mercadoria é colocada nos caminhões através de empilhadeiras, seguida, da pesagem das cargas, para não haver sobrecarga nos caminhões, a validação dos pedidos e emissão dos documentos.

Fonte: Autor

A partir da descrição do processo atual da organização, é necessário apresentar os fornecedores e clientes, as entradas e saídas e o fluxograma geral de recebimento e movimentação de cargas, através da Figura 6, afim de ilustrar o que foi apontado anteriormente.

Figura 6 – SIPOC[2] do processo



Fonte: Autor

- Ferramenta representativa dos aspectos relevantes do processo que será foco de melhoria.

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC

Esta seção é destinada à aplicabilidade do DMAIC, afim de avaliar o processo atual, identificar gargalos e sugerir melhorias para o processo. Sendo assim, cada letra é correspondente à uma etapa do projeto.

6.1 DEFINE

As frequentes perdas de produtos no estoque foram ponto de partida para o estudo. Essas perdas, são configuradas como erro de movimentação física e *short* [3]com material no CD, que são ocasionados pelos operadores no processo de guarda do produto no estoque. Estes, são similares, ou seja, são erros decorrentes de falha humana. O que diferencia um do outro é que o erro de movimentação física ocasiona o short com material no CD (dado pelo material que é encontrado depois de faturado em *picking*[4].

Figura 7- Contrato do projeto

CONTRATO DO PROJETO			
Patrocinador: Vaner Prado			
Líder da Equipe: Vanessa de Araújo Câmara			
Demais integrantes: Ana Paula Crisostomo de Oliveira e Fernanda Santos			
CONTEXTO/DESCRIÇÃO			
O CD é reponsável por todo processo de recebimento, guarda, separação, expedição e distribuição das caixas de milhares de revendedoras. A mesma funciona de segunda a sábado, exceto feriado com o turno de 8 horas cada e está enfrentando problemas no estoque.			
PROBLEMA			
Há um índice elevado de perda de pallet por erro de movimentação e short de material no CD, comprometendo mais de 20% da eficiência do processo.			
Q.1 O que estamos tentando realizar?	**Q.2 Como saberemos que a mudança é uma melhoria?**		
Objetivos (O que, onde, quanto, quando)	**Indicadores**	**Desempenho atual**	**Meta**
Reduzir percentual de "short" por erro de movimentação no estoque em até 0,00001%. Quando: à definir.	1. Quantidade de erro de movimentação e short na casa 2. Percentual de short por erro de movimentação física no estoque	Mais de 5582 erros de movimentação por campanha. R$215.721,68 de *short* por erro de movimentação	< 0,00001% por campanha
BUSINESS CASE:			
Ao reduzir o erro de movimentação, a empresa deixará de perder em média 24% por erro de movimentação física por ano além de obter confiabilidade nas informações obtidas, fazendo com que o operador responsável pela atividade consiga desempenhar as outras atividades com eficiência.			
Q3. Atividades iniciais do projeto			
Elaborar um SIPOC;			
Coletar os dados com o short por erro de movimentação e short com material no CD.			
Restrições para as atividades:			
Não demitir nenhum funcionário.			

Fonte: Autor

- Termo utilizado na empresa que indica perda ou falta de produtos, o que consequentemente acarreta em perdas monetárias.
- Área ou linha para a separação de pedidos na forma de embalagens de comercialização a partir da desagregação de determinados produtos

Uma análise de dados decorridos, correspondentes ao ano de 2017 (20 campanhas), constatou mais de 5582 erros de movimentação no estoque o que configurou uma perda total de R$215.721,68 pela ociosidade do processo. A Figura 7 exibe o contrato do projeto de melhoria no processo de guarda e controle de estoque, afim de formalizá-lo.

6.2 MEASURE

A partir do obstáculo encontrado, foi estruturado o PDSA, afim de auxiliar pontos específicos do processo, sugerindo mudanças que tendem a ser melhorias.

6.2.1 PLAN

O plano de coleta dos dados, se deu pela disponibilização de informações da empresa, avaliando o short por erros de movimentação e short com material no CD, dentre os erros existentes. Deste modo, os critérios para a escolha de variáveis foram estabelecidos em:

a) Tipo: Mensurar a quantidade de erros de movimentação física e de produtos shortados no CD no período de um ano (vinte campanhas) com subgrupos de tamanho 15, visto que uma campanha dura em média 15 dias cada.

Variável mensurada: Quantidade de erros.

b) Percentual: Mensurar o percentual de short por erro de movimentação física e produtos no CD.

Variável mensurada: Percentual de short por erro de movimentação e produto no CD.

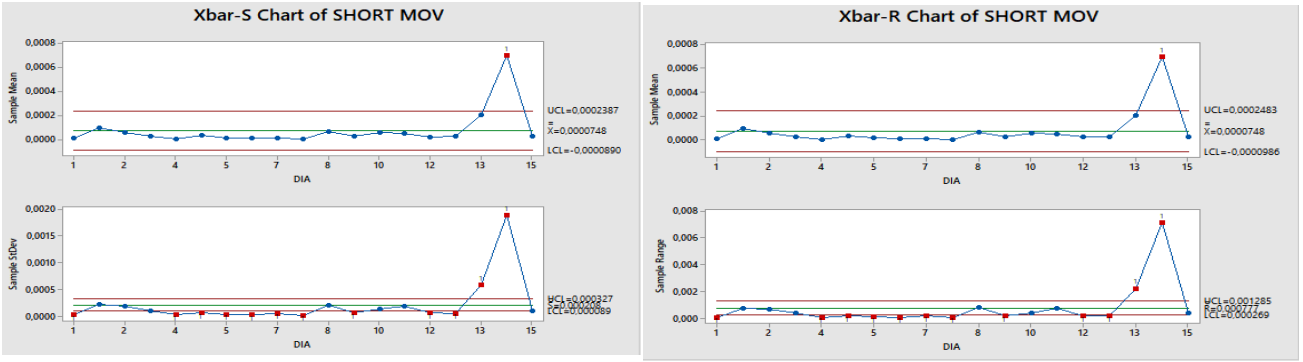
O plano para a verificação das variáveis acima, se deu a partir do software MINITAB®, com o objetivo de verificar a estabilidade do processo.

6.2.2 DO

Partindo do pressuposto, as variáveis aplicadas no MINITAB® obtém os seguintes comportamentos nos gráficos abaixo:

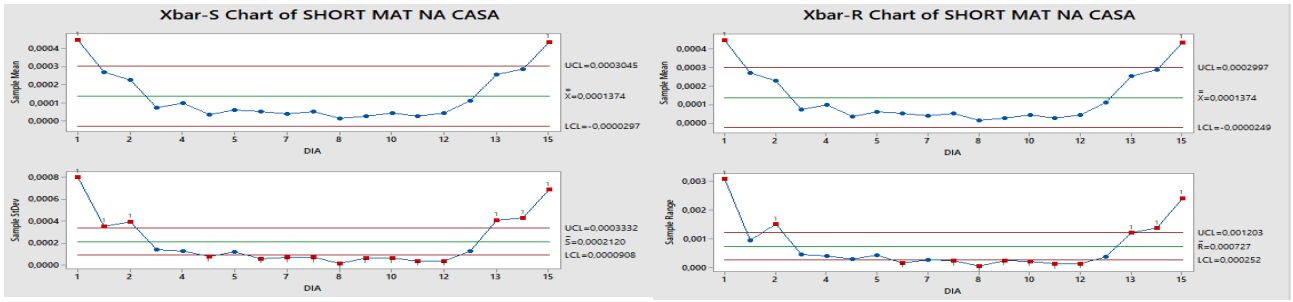
- Variáveis contínuas: Verificação da estabilidade do %short através do gráfico de controle X-bar-S e X-bar-R

Figura 8 - Gráficos do *short* em % por erro de movimentação física



Fonte: Autor

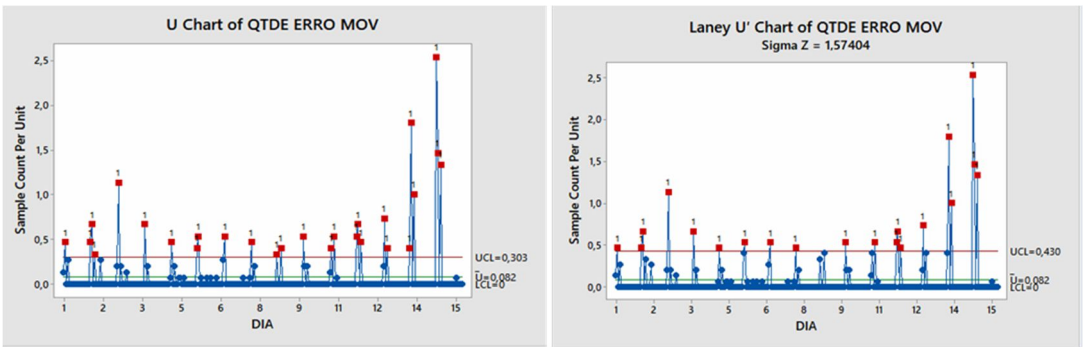
Figura 9 - Gráficos do *short* em % por perda com material no CD



Fonte: Autor

- Variáveis discretas(contagem): Verificação da estabilidade do processo de short através da quantidade de erros, utilizando o gráfico de controle U e fator de correção Laney U'• .

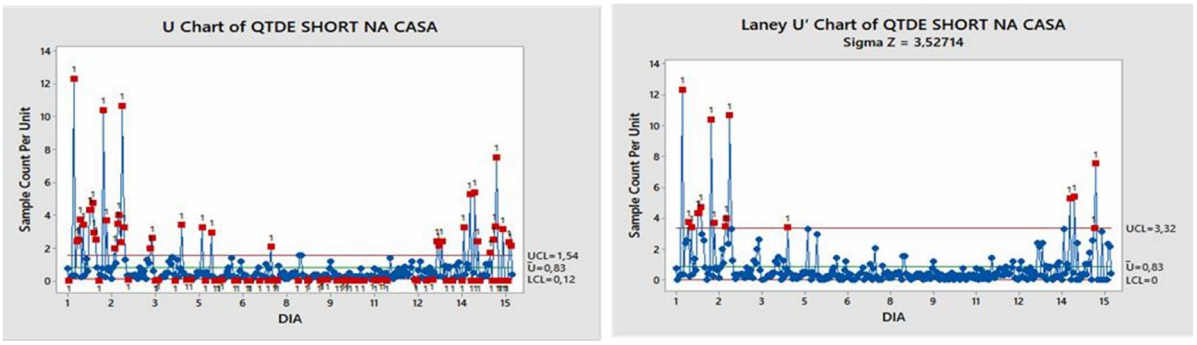
Figura 10 - Gráficos de quantidade erro de movimentação física



Fonte: Autor

• É utilizada para ajustar os dados de sobre e subdispersão. Neste caso o gráfico apresenta dados com aumento de do número de pontos fora dos limites de controle (sobredispersão)

Figura 11- Gráficos de quantidade de *short* com material no CD



Fonte: Autor

Estes gráficos serão analisados e avaliados na etapa Study do PDSA, destacando a existência de causas especiais do processo.

6.2.3 STUDY

Nesta etapa, os gráficos que foram apresentados anteriormente serão estudados e avaliados, com o objetivo de complementar a etapa *Do*.

- Avaliação dos gráficos das variáveis contínuas

Analisando os gráficos de amplitude e desvio padrão da Figura 8, é possível perceber que os mesmos apresentam um comportamento com causas normais, indicando causas especiais nos dias 13 e 15 da campanha, que serão avaliadas posteriormente na etapa ANALYSE. Como o limite de especificação do short é unilateral (Qmm-Quanto menor melhor), os limites inferiores de controle que estão em destaque nos gráficos não são considerados causas especiais, pois eles se aproximam de 0.

Avaliando os gráficos de amplitude e de desvio padrão da Figura 9, percebe-se que os gráficos apontam algumas causas especiais nos dias 1,2,3,13,14 e 15 que também serão avaliadas na etapa Analyse. Os outros pontos em destaque que estão sinalizados abaixo do limite inferior de controle, segue o mesmo comportamento que os gráficos da Figura 8.

- Avaliação dos gráficos das variáveis discretas

Em contrapartida, ao estudar os gráficos das Figuras 10 e 11, percebe-se que o comportamento do gráfico aponta pontos fora dos limites de controle em vários segmentos do processo, o que configura um processo que apresenta instabilidades mesmo aplicando o fator de correção Laney U'.

Ainda que o %Short seja um processo aparentemente controlado, trata-se de perdas no que se refere a recursos financeiros, o que não elimina ou reduz o gargalo, apenas mantém dentro dos limites de especificação (<= 0,09% dado pela empresa)

6.2.4 ACT

A partir das análises realizadas, serão apresentadas ações que terão a finalidade de identificar quais ferramentas da qualidade serão aplicadas nas causas especiais encontradas, servindo de base para a etapa Analyse.

A partir de então, as ações a serem executadas são:

- Estudar as causas especiais dos gráficos das Figuras 8 e 9, aplicando o Diagrama de causa e efeito, e a ferramenta dos cinco porquês para identificar a causa raiz de existir perdas em Reais no processo avaliado.
- Analisar também, as causas especiais referentes aos dias em que há pontos fora dos limites de controle nos gráficos das Figuras 10 e 11, utilizando as mesmas ferramentas citadas anteriormente, afim de identificar os motivos dos erros estudados.

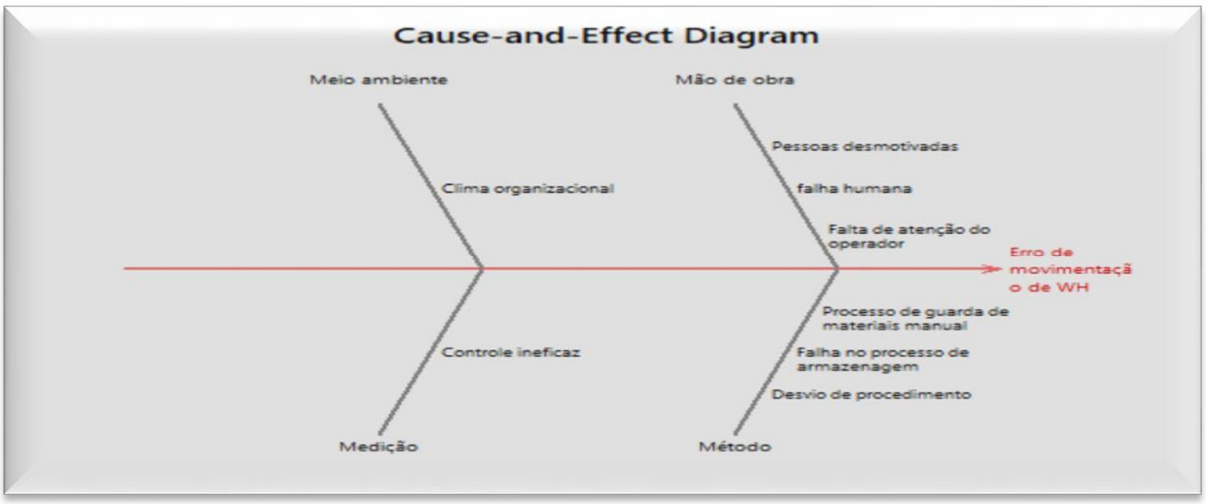
6.3 ANALYSE

Nesta etapa, serão aplicadas ferramentas da qualidade afim de identificar as causas raízes do problema em análise.

Desta forma, serão aplicados dois diagramas de causa e efeito e cinco porquês, como exposto abaixo:

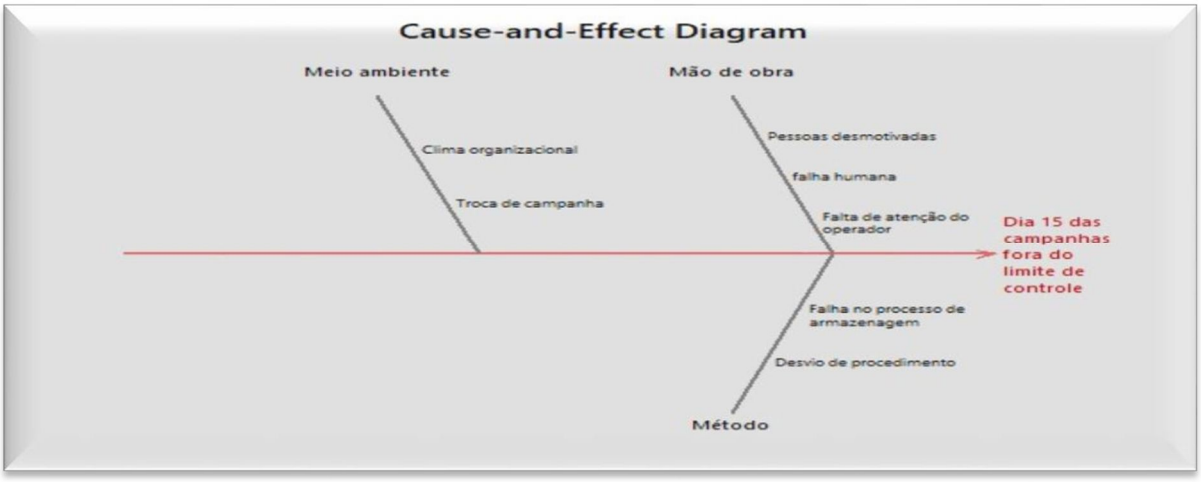
- *Aplicabilidade dos diagramas de causa e efeito das causas especiais identificadas nos gráficos anteriores*

Figura 12- Potenciais motivos para os erros em análise



Fonte: Autor

Figura 13- Potenciais motivos das causas especiais das Figuras 8 e 9



Fonte: Autor

A análise a partir dos diagramas de causa e efeito dispostos geraram oito causas potenciais sendo "controle ineficaz" e "falha no processo de armazenagem" as causas raízes do problema. Afim de atestar a afirmação anterior, serão aplicados a ferramenta cinco porquês, que por sua vez, irá sugerir ações corretivas.

- *Aplicabilidade dos 5porquês para identificar a causa raiz dos problemas em análise.*

Figura 14- Identificação da causa raiz do erro de movimentação física no estoque

PROBLEMA: ERRO DE MOVIMENTAÇÃO FÍSICA			Causa raiz	Ação corretiva
POR QUE?	Porque o operador não atualiza o RFID ao colocar o pallet na posição correta		↓	Adotar outro modelo de controle
POR QUE?	Porque o operador não segue o Procedimento Operacional Padrão			
POR QUE?	Porque o controle é ineficaz para evitar que o operador cometa falhas			

Fonte: Autor

Figura 15- Identificação da causa raiz da perda em Reais pelo erro apresentado

PROBLEMA: PERDA EM R$ POR ERRO DE MOVIMENTAÇÃO DE WH				Causa raiz	Ação corretiva
POR QUE?	Porque o pallet não é encontrado na posição no estoque			↓	Automatizar o processo
POR QUE?	Porque o operador não coloca o pallet na posição correta				
POR QUE?	Porque ele esquece de atualizar o RFID ou não atualiza por haver pallet duplicado				
POR QUE?	Porque o processo é manual				

Fonte: Autor

A partir das ferramentas aplicadas, é possível perceber que o controle com base na checagem de posições vazias é ineficaz, o que resulta como ação corretiva a automação do processo de guarda, que trará maior confiabilidade nos dados apresentados no sistema, reduzindo ou até eliminando o motivo de *short* por erro de movimentação física.

Na fase posterior, será desenvolvido o estudo de automação do estoque, envolvendo custos para a implantação e ilustrando o processo projetado para implantação.

6.4 IMPROVE

Como trata-se de proposta de automação e não aplicabilidade do mesmo, não é possível testar as mudanças, pois, automatizar é um processo relativamente custoso. Porém, tomando como base outros casos de proposta similares, pode-se avaliar como o processo será implantado, envolvendo custos, quais as ferramentas necessárias, entre outros.

Para a análise de viabilidade econômica serão avaliados os prejuízos gerados por erros de movimentação de WH e short com material no CD. Serão elencados também, os custos necessários para a implantação da tecnologia RFID e de sensores ultrassônicos. Por fim, será feita uma comparação entre prejuízos e custos de implantação para definir a partir de qual o momento o projeto começara a dar retorno para a empresa.

A tecnologia RFID será utilizada em conjunto com as tag's (etiquetas) para fornecer informações a respeito da localização de cada pallet. Para pallets inteiros serão utilizados, para identificação, tag's

do tipo retornável, ou seja, essas etiquetas poderão ser reprogramadas e reutilizadas posteriormente. Já para os pallets fragmentados, serão utilizadas as tag's descartáveis. Para a avaliação do custo de implantação desta tecnologia, será levado em conta o número de pallets que chegam ao centro de distribuição mensalmente para assim encontrar a quantidade necessária de tag's. Já os sensores para leitura das informações dos pallets, serão implantados diretamente nas 6 empilhadeiras disponíveis neste centro de distribuição.

Outro ponto que será automatizado é a alimentação das informações a respeito de posições vazias no sistema. Para identificar a presença ou não dos pallets serão utilizados os sensores ultrassônicos. Para se obter uma base dos custos, analisou-se a quantidade de posições presentes no estoque do centro de distribuição, pois cada posição receberá um sensor de presença e uma lâmpada led. Essa lâmpada indicará as posições preenchidas por pallets através da luz vermelha, já as posições vazias serão identificadas com a luz verde.

Através da Figura 16, podemos observar melhor os prejuízos e gastos necessários para a implantação do projeto.

Análise de viabilidade econômica

Perdas no estoque		
Prejuizo erro de movimentação WH	R$	60.631,10
Prejuizo short material na casa	R$	155.090,58
TOTAL	R$	215.721,68
Gastos para implantação		
Número de empilhadeiras		6
Sensores RC522	R$	14.000,00
Custo Total com sensores para empilhadeira	R$	84.000,00
Paletes inteiros recebidos por dia		495
Custo da unidade etiqueta (TAG) retornável	R$	75,00
Custo diário com tag's retornáveis	R$	37.125,00
Custo Mensal com etiquetas (TAG'S) retornáveis	R$	1.113.750,00
Paletes fragmentados recebidos por dia		5
Custo da unidade etiqueta (TAG) descartável	R$	1,50
Custo diário com tag's descartáveis	R$	7,50
Custo Mensal com etiquetas (TAG'S) descartáveis	R$	225,00
Total de posições disponíveis no estoque		8250
Custo unitário sensor HC SR04	R$	11,00
Custo total com sensores ultrassônicos HC SR04	R$	90.750,00
Custo unitário da led	R$	2,00
Custo total com led's	R$	16.500,00
Consultoria RFID e programação do sistema	R$	30.000,00
Treinamento de funcionários	R$	5.000,00
Total	R$	35.000,00

Fonte: Autor

Sendo assim, o total de investimento é R$ 1.340.225,00 mensais, dado que, como a maioria dos pallets irá conter etiqueta retornável, o custo de R$ 1.113.750,00 será aplicado apenas no primeiro mês, visto que na empresa em estudo possui um setor de devolução de pallets, que em média são devolvidos 2400 pallets por semana, o que totaliza 9600 pallets mensais, conseguindo realizar a troca dos pallets sem a Tag com os pallets com a Tag.

6.5. CONTROL

Nesta etapa, foi realizado um plano de ação, para caso o projeto proposto ser implantado, empregando a ferramenta 5W2H.

Figura 17 - Plano de ação para automatizar o processo de guarda de produtos no estoque

O que (What)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Porque (Why)	Como (How)	Quando (How much)
Automatizar	Alta gerencia	A definir	Estoque da empresa	Para reduzir/eliminar o *short* por erro de movimentação no estoque	Através de TAG's e sensores	R$1.340.225,00

Fonte: Autor

Para a implantação do que foi projetado na fase anterior, é necessário a empresa realizar uma avaliação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da necessidade de as empresas estarem buscando pela melhoria contínua dos processos, este artigo teve como finalidade propor melhoria no processo de guarda de materiais no estoque da empresa BETA, utilizando o método DMAIC. A combinação deste com algumas técnicas da qualidade para a composição do projeto, foram fundamentais, pois, a partir daí percebe-se que as ferramentas da qualidade têm como propósito identificar causas raízes do problema, e apontar ações sugestivas para a otimização de processos.

Com base na análise de dados apresentados no estudo, percebe-se que a proposta de automação é uma alternativa viável(através das Tag's RFID) por alguns motivos, entres eles aumentar a eficiência do processo e permitir o retorno financeiro a médio e longo prazo, visto que a empresa conseguirá reduzir ou até mesmo eliminar os gargalos provenientes de falhas humanas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. 4º. ed. São Paulo: Bookman, 2001, 121p.

BICHENO, J. The New Toolbox Enxuta (p152). Picsie Books, 2006.

CAMPOS, M.S. Seis Sigma: presente e futuro, 2002. Disponível em: www.siqueiracampos.com/artiftdo.htm Acesso em: 30 maio 2018.

DIAS, M. A. P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Aurélio Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1993

GALUCH, L. Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle Estatístico de Processo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

HALLIDAY; RESNICK; WALKER. Fundamentos de física. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC. 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO 9001:2008.

Quality management systems. Requirements. International Organization for Standardization. 2008. 27p.

LANGLEY, G.J; MOEN, R.D; NOLAN, K.M. The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance. San Francisco, California, USA: Jossey- Bass Publishers, 2009.

LIKER, J. The Toyota Field Book, 2004.

MARTINS, P. G.; ALT, Paulo Renato Campos. Administração de materiais e recursos patrimoniais. Sao Paulo: Saraiva, 2006. p 108.

MATA-LIMA, H. Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas.
Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MEIRA, R. C. As ferramentas para a melhoria da qualidade. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Tradução de Verônica Calado. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.

MOURA, Reinaldo Aparecido. Sistemas e Técnicas do Movimentação: Armazenagem de Materiais. São Paulo: Ed. IMAM,1998.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Sistemas, organizações e métodos: uma abordagem gerencial. 10 ª. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MOURA, L. R. Qualidade Simplesmente Total. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995.

ROTONDARO, Roberto Gilioli. Gerenciamento por processos. In: CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Org). Gestão da qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p 224.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2 edição, São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2.d. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N; CHAMBER, S; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3 edição, São Paulo: Editora Atlas S.A 2009.

THOMAZINI, Daniel. ALBUQUERQUE, Pedro U. B. Sensores Industriais- Fundamentos e aplicações. 5ª ed. São Paulo: Érica, 2005. 222 p.

VIANA, J. J.. Administração de materiais. São Paulo: Atlas, 2002. p109 e 144.

WERKEMA, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

Capítulo 35

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS RELACIONADOS AO ESCOAMENTO DA SOJA EXPORTADA DO MATO GROSSO ATRAVÉS DE ROTAS DESTINADAS AO COMPLEXO PORTUARIO DE BELÉM

Bertran Geremyas Sebastião Pereira (bertran-av@hotmail.com)
Harlenn dos Santos Lopes (harlenn@ufpa.br)
Renato da Silva Lima (rslima74@gmail.com)

Resumo: O Brasil sendo um país com proporções geográficas continentais apresenta desvantagem na formação do preço da soja, devido à utilização do modal rodoviário para longas distâncias. Visto esse prejuízo em relação aos concorrentes do cenário mundial. O Brasil está entre os maiores produtores de soja do mundo e no país o maior contribuidor em produção se encontra na região centro-oeste. Por isso, obras no denominado arco-norte ajudarão a escoar a soja pelos portos do norte brasileiro, transformando a maneira atual de escoamento da soja da região centro oeste. O foco deste trabalho se deu pela análise de custos logísticos, para avaliar a viabilidade do escoamento de carga das macrorregiões com grande índice de produção de soja no Mato Grosso, através de duas rotas pelo norte do Brasil. A primeira rota utiliza a futura Ferrogrão até o porto de Miritituba na hidrovia Tapajós, a segunda rota utiliza a hidrovia Araguaia-Tocantins, ambas com destino final o complexo portuário de Belém. Analisando os cenários constatou-se que o frete de longa distância por rodovias dentro do Mato Grosso encarece o custo total logístico pelo norte do país. E que para as duas rotas em comparação, as macrorregiões Noroeste, Norte e Médio-Norte têm o custo menor utilizando a Ferrogrão. Já o Nordeste e Sudeste mato-grossense pela hidrovia Araguaia-Tocantins apresentam maior viabilidade. O Oeste e Centro-Sul do estado apresentam custos parecidos por ambas as rotas.

Palavras-chave: Ferrovia Ferrogrão; Hidrovia Araguaia-Tocantins; Logística da soja mato-grossense.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Pasin (2007), a soja ganhou *status* de cultura comercial no continente americano no início do século XX e desde então devido aos diversos estudos realizados sobre as variações de adaptabilidade ao clima e solo da América a oleaginosa atingiu todo o continente. Levando ao atual cenário onde o Brasil ocupa posição entre os líderes no *ranking* de maiores produtores e grandes exportadores no mercado internacional.

Segundo a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (2018), o Brasil ocupava a segunda posição na lista dos maiores produtores do mundo na safra 2017/2018, com produção próxima das 116.996 milhões de toneladas. Seus principais estados produtores são: Mato Grosso, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul, a análise feita pelo órgão supracitado utilizou dados do (CONAB, 2018).

Devido ao modelo unimodal rodoviário utilizado para escoamento da soja no Brasil o preço final do grão frente ao mercado internacional se mostra menos atrativo, levando em consideração a região centro oeste em especial o estado do Mato Grosso. Além do alto custo do transporte por esse modal ainda se leva em conta as perdas de mercadoria (CORREA e RAMOS, 2010).

Corroborando Lopes (2017), pode se dizer que para o Brasil manter sua condição de liderança entre os países exportadores de soja, fica clara a necessidade de investimento em outros meios alternativos ao modal rodoviário, constatado que o hidroviário e o ferroviário são opções com melhor eficiência e menor custo.

Ainda conforme Lopes (2017), é notável que a hidrovia Araguaia-Tocantins tenha potencial para ser um dos caminhos mais efetivos na redução de custos para o escoamento da soja pela região norte, e seu papel tem ligação direta com a melhoria na eficiência da logística da soja no Brasil, podendo assim ser objeto de investimentos e análises especificas. Atualmente, ela não é utilizada para escoamento de cargas com destino a exportação devido aos pedrais e bolsões de areia presentes em diversos locais na hidrovia, que sem investimentos em infraestrutura adequada impossibilitam a navegação na estiagem e torna a mesma difícil durante a época da cheia em alguns locais.

Assim, o presente trabalho propõe verificar os custos relacionados à logística da soja exportada pelas macrorregiões do Mato Grosso. Utilizando uma rota que contém a Ferrogrão e contrapondo a outra rota que possui a hidrovia Araguaia-Tocantins. Essas regiões apresentam grande índice de produção do grão, e terá como destino o complexo portuário de Belém.

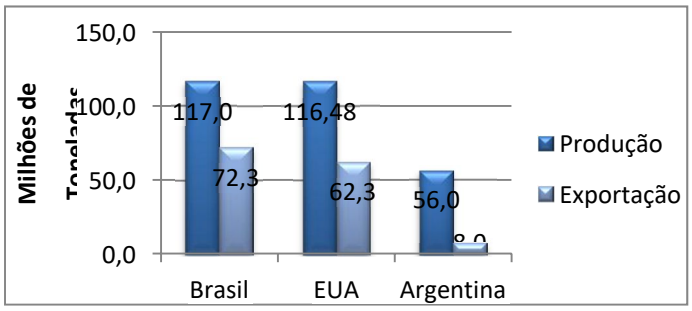
2. FUNDAMENTAÇÃO

2.1 HISTÓRICO DA SOJA NO BRASIL E NO MATO GROSSO

De acordo com o EMBRAPA (2018), em meados da década de 70 ocorreu a explosão do preço da soja no mercado mundial e o Brasil se beneficiava em relação aos outros países devido o período da safra da soja brasileira ser na entressafra americana. Sendo nesta época o momento em que os preços atingem as maiores cotações. Assim, o país começou a investir cada vez mais em tecnologias para adaptação da cultura levando até o cenário atual onde o Brasil está entre os líderes em produção e exportação.

Pode-se constatar a posição de liderança do Brasil na produção e exportação do grão, conforme Gráfico 1 plotado.

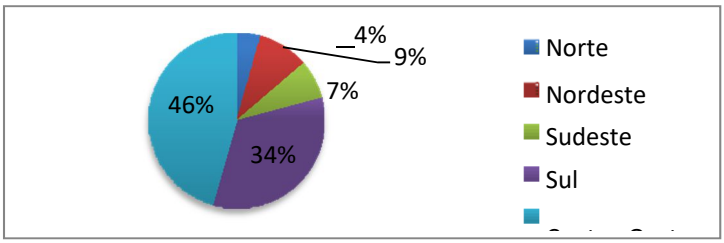
Gráfico 1 – Produção e exportação da soja na safra de 2018/2019



Fonte: Adaptado SIDRA (2018)

Conforme o Gráfico 1 podemos concluir que o Brasil além de grande produtor de soja é um gigante na exportação do grão, cerca de 61,79% da soja produzida é exportada no país. Nos EUA (Estados Unidos da América) das 116,48 milhões de toneladas produzidas aproximadamente 53,5% são exportadas. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2018), pode-se perceber através do Gráfico 2 a influência de cada região na composição da produção total da soja do país e constatar a significância do Centro Oeste atualmente na produção do grão.

Gráfico 2 – Composição da soja produzida no Brasil por regiões

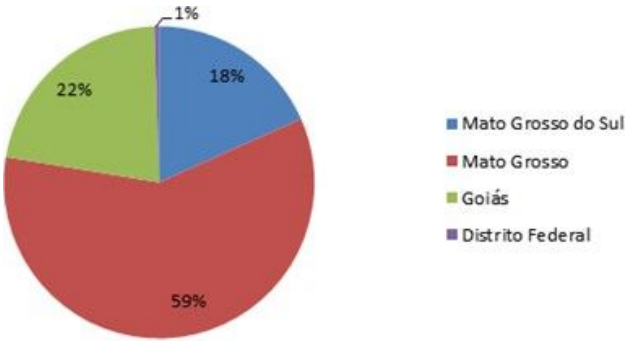


Fonte: Adaptado IBGE (2018)

De acordo com Tavares (2005), as novas fronteiras de produção e a utilização de tecnologias modernas aliadas com chuvas regulares possibilitaram o avanço da produção da soja no cerrado e em direção ao interior do Brasil, o estado do Mato Grosso maior produtor do grão no país prova essa analise.

No Gráfico 3 pode-se constatar a produção que o Mato Grosso registrou no ano de 2018, e realizar a comparação com os outros estados do Centro Oeste produtores do grão.

Gráfico 3 – Composição da soja produzida nos estados do Centro Oeste



Fonte: Adaptado IBGE (2018)

2.2 LOGÍSTICA DE EXPORTAÇÃO DA SOJA DO MATO GROSSO

O estado do Mato Grosso, localizado na região Centro Oeste brasileira não se difere do quadro nacional de transporte logístico por rodovias. Segundo Correa e Ramos (2010), o transporte da soja do Centro Oeste é ineficiente exatamente devido à escolha do sistema unimodal rodoviário que interliga a origem e o destino das cargas, no caso da exportação é destinada aos portos. O sistema rodoviário é indicado para trajetos de até 300 quilômetros, seria apropriado analisando o cenário do escoamento da soja, as rodovias ligarem as fazendas produtoras aos armazéns ou terminais ferroviários e hidroviários.

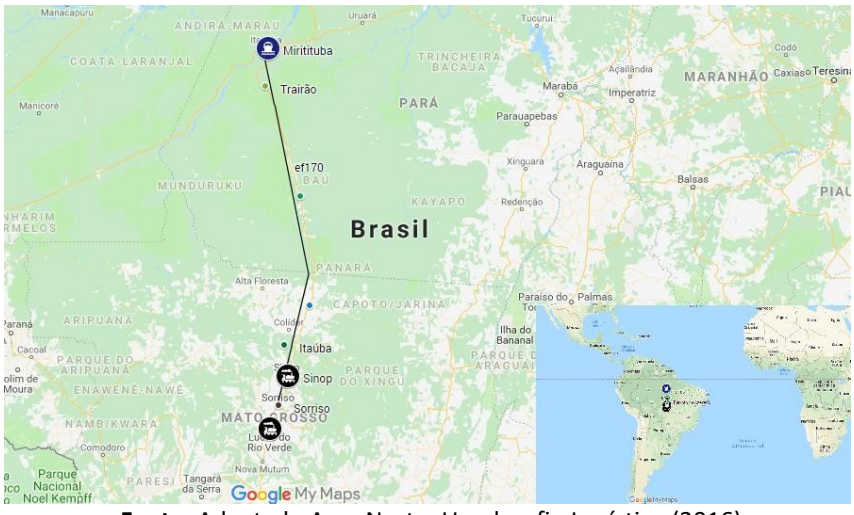
Conforme Pasin (2007), até próximo da década de 90 a maioria da soja produzida no estado do Mato Grosso realmente era escoada pelas rotas de ligação aos portos do Sul e Sudeste, e, uma pequena parcela, pelos portos do Centro Oeste. Esse corredor se caracterizava pela utilização do modal rodoviário.

2.2.1 FERROVIA EF-170 (FERROGRÃO)

Segundo o CEDES (2016), o modal ferroviário para escoamento agrícola do estado mato- grossense é um dos meios com os custos mais eficientes no quesito logístico, o projeto em questão tem traçado que interliga os municípios de Sinop, Claudia, Itaúba, Nova Santa Helena, Terra Nova do Norte, Peixoto de Azevedo, Matupá, Guaratã do Norte e Novo Mundo, todos os municípios pertencentes ao estado do Mato Grosso, e no estado do Pará passará pelos municípios de Novo Progresso, Trairão e Itaituba, contabilizando aproximadamente 933,7 km de extensão.

De acordo com o CEDES (2016), durante análise de mercado foi detectado os possíveis produtos a serem beneficiados no escoamento pela ferrovia em questão. Os principais produtos são: soja, milho, farelo de soja, óleo de soja, fertilizantes, açúcar, etanol e derivados de petróleo. A estimativa de cargas alocadas à ferrovia é prevista para 2020 em cerca de 25 milhões de toneladas, portanto, pode-se perceber a importância de mercado da futura Ferrogrão para o complexo da soja e a disponibilidade da capacidade de cargas a ser transportada pela rota. Na Figura 1 é possível observar o traçado da EF-170 e os municípios contemplados pelo seu projeto original.

Figura 1 – Segmento Itaituba/PA – Lucas do Rio Verde/MT



Fonte: Adaptado Arco Norte: Um desafio Logístico (2016)

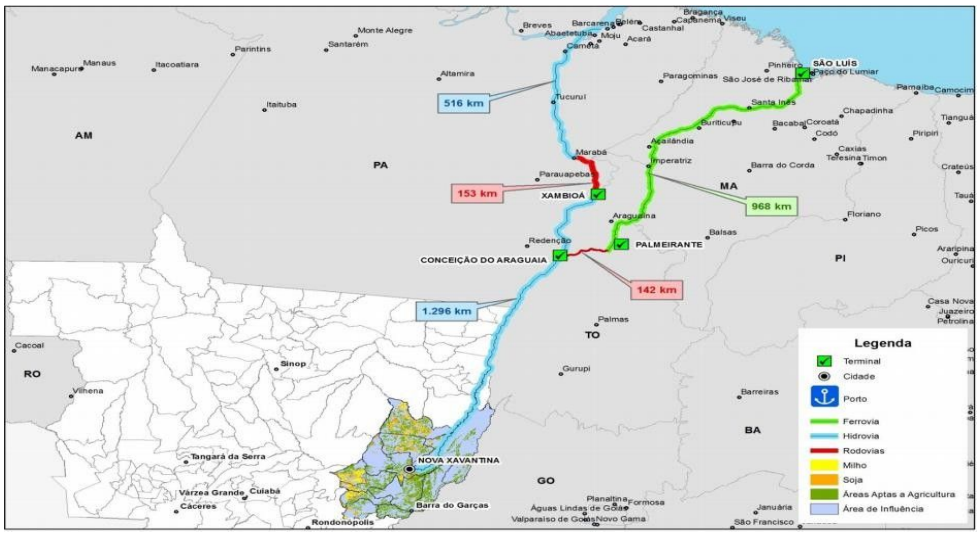
2.2.2 HIDROVIA ARAGUAIA-TOCANTINS

Segundo Brasil (2018), a bacia hidrográfica abrange o estado de Goiás, Mato Grosso, Pará, Maranhão e Tocantins, e os principais rios que formam essa bacia hidrográfica são: Tocantins, Araguaia e das Mortes. A hidrovia do Tocantins tem navegabilidade de aproximadamente 420 km de extensão entre Palmas/TO e Estreito/MA e período de águas altas de dezembro a maio, com a construção da eclusa do Tucuruí a navegação de Belém a Marabá ficou sem restrições. A hidrovia do Araguaia tem extensão navegável de cerca de 1230 km, entre Aruanã/GO e Xambioá/TO, e período de cheias de dezembro a maio, alguns dos empecilhos à navegação no Araguaia é a existência de pedrais e bancos de areia em trechos espalhados. Por fim, a hidrovia das Mortes tem 580 km de extensão entre Nova Xavantina/MT e sua foz no rio Araguaia e também período de águas altas entre dezembro e maio, o rio também sofre do mesmo problema que o rio Araguaia, existência de pedrais e bancos de areia.

De acordo com Almeida (2004), a implantação eficiente da hidrovia Araguaia-Tocantins traz aproximadamente 45% de redução no custo do frete no curto prazo, cerca de 60% no médio prazo e ainda poderia estimular a produção de 73 milhões de toneladas de grãos, sendo a soja um dos principais.

Conforme a ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) (2018), não existe gargalos para navegação na hidrovia Araguaia/Mortes por cerca de 50% do período de navegação, e, para valores acima dos 50% encontra-se problemas na navegação em época de cheia e impedimento da navegação durante estiagens relacionadas ao desnível na Cachoeira de Santa Isabel e São Miguel.

Figura 2 – Rio das Mortes, Araguaia-Tocantins



Fonte: MPL (2018)

2.2.3 PORTOS E TERMINAIS DE CARGA

De acordo com Lacerda (2004), levando em consideração os diversos empecilhos já supracitados na hidrovia Araguaia-Tocantins e impedimentos existentes por órgãos ambientais, a hidrovia já escoou carga e utilizou os seguintes portos e terminais: Porto de Belém, Porto de Couto Magalhães, Terminal de São Felix do Araguaia, Santa Terezinha, Luciara além de poder contar com o porto de Vila do Conde.

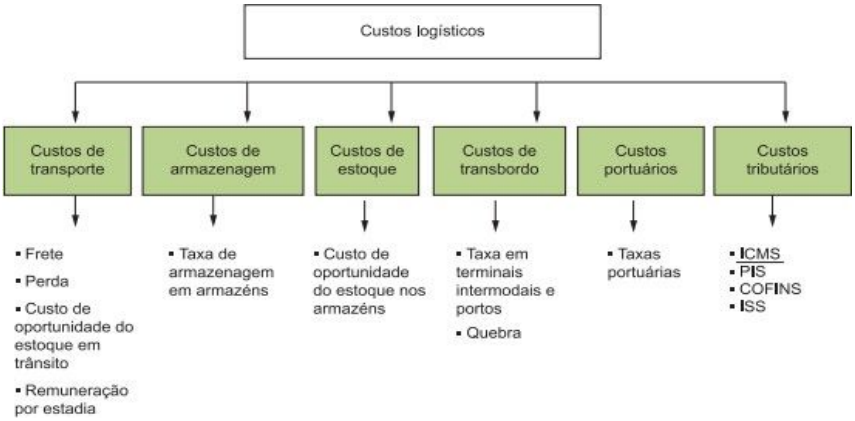
Além dos portos e terminais de cargas que foram citados anteriormente, algumas unidades existentes que não foram relacionados e que tem influência com ambas às rotas desse trabalho são importantes para o desenvolvimento das análises. Conforme a ANTAQ (2018), Porto de Santarém, Porto de Itaituba, Porto de Santana e Porto de Itaqui.

2.3 CUSTEIO

Segundo Batalha e Kussano (2012), para realizar o custeio é necessário conhecer os fatores e identificar itens chaves relacionados com a análise em questão. Podem-se citar diversos itens correlacionados e que influenciam no embasamento dos cálculos, alguns desses itens são: custo de armazenagem, custo de frete, custo de movimentação, perdas, entre outros. Todos esses fatores citados anteriormente possuem variáveis que devem ser consideradas durante os cálculos.

Corroborando, Kussano (2010) através de adaptações da realidade do agronegócio do país e dos modelos de avaliação dos custos logísticos teóricos, apresentou um sistema de custeio logísticos da soja para exportação conforme esquematizado na Figura 3. Nesse trabalho seguiremos o modelo esquematizado, adaptado ao estudo de caso do escoamento da soja Mato-Grossense destinada ao complexo portuário de Belém.

Figura 3 – Esquematização dos custos Logísticos

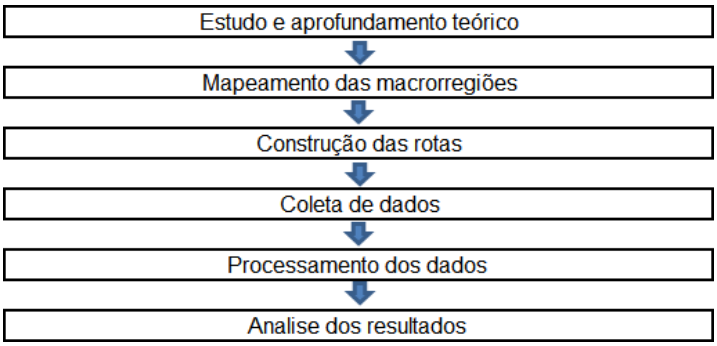


Fonte: Batalha e Kussano (2012)

3. APLICAÇÃO

Nessa seção do trabalho é apresentada a montagem dos cenários, o modelamento dos dados e as análises pertinentes a cada um deles. O esquema da figura 4 apresenta os passos da aplicação.

Figura 4 – Passos da aplicação



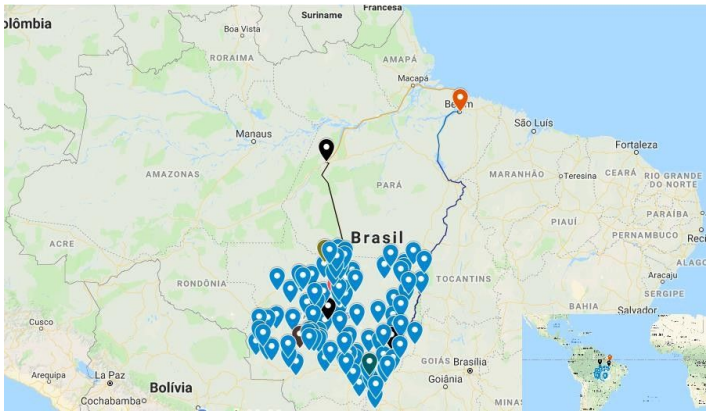
3.1 MACRORREGIÕES

Para analisar os cenários que foram desenvolvidos no trabalho foi necessário escolher a origem da soja dentro do estado do Mato Grosso localizado no centro Oeste brasileiro e posteriormente as duas rotas que levam até o destino final dentro do país. A primeira rota foi à futura Ferrogrão até o porto de Miritituba na hidrovia Tapajós e a segunda via utilizada foi à hidrovia Araguaia-Tocantins. No caso analisado o complexo portuário de Belém (Belém, Outeiro, Vila do Conde, Barcarena) foi o destino final de ambas as rotas. Esses portos exportam soja e suportam navios graneleiros, como constatado com a companhia das docas do estado do Pará com o gestor responsável.

Existem 7 macrorregiões no Mato Grosso de acordo com IMEA (2017), essa divisão em regiões é realizada devido a proporção continental do estado, que é possível visualizar através da Tabela 2 e Anexo 1.

Assim, foi minimizado para exatamente 14 rotas a serem avaliadas. Na Figura 5 é possível perceber a distribuição das 122 cidades produtoras no estado do Mato Grosso e as duas vias principais e seus respectivos destinos finais.

Figura 5 – Distribuição das cidades produtoras de soja do Mato Grosso



Fonte: Adaptado IBGE (2018)

Segundo o IMEA (2017), existem cidades que influenciam economicamente as demais dentro das macrorregiões do Mato Grosso, das quais foram utilizadas como ponto de partida representativo das regiões. As macrorregiões possuem municípios considerados como polos econômicos e dentre esses foram escolhidas as cidades com as maiores produções de soja, destacadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Origem das rotas

Macrorregião	Polos econômicos	Produção de soja (t)
Noroeste	Colniza	0
	Juara	72225
	Juína	25500
Norte	Alta Floresta	32736
	Matupá	116775
Nordeste	Água Boa	397800
	Vila Rica	74250
Médio-Norte	Sinop	433260
	Sorriso	1951710
	Lucas do Rio Verde	712500
Oeste	Pontes e Lacerda	46596
	Sapezal	1222500
Centro-Sul	Cuiabá	0
	Cáceres	14733
	Tangará da Serra	311640
Sudeste	Rondonópolis	271395
	Barra do Garças	101883
	Primavera do Leste	806933

Fonte: SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) (2018)

3.2 ROTAS

Através da Figura 6 é possível verificar as 14 rotas, representadas por números de 1 a 14, que foram analisadas nesse trabalho.

Figura 6 – Rotas e terminais de carga

Rota 1: Juara – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém.

Rota 2: Juara – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém. Rota 3: Matupá – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém. Rota 4: Matupá – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém.

Rota 5: Água Boa – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém.

Rota 6: Água Boa – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém. Rota 7: Sorriso – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém. Rota 8: Sorriso – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém.

Rota 9: Sapezal – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém.

Rota 10: Sapezal – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém.

Rota 11: Tangará da Serra – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém.

Rota 12: Tangará da Serra – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém. Rota 13: Primavera do Leste – Sinop – Porto de Miritituba – Complexo portuário de Belém. Rota 14: Primavera do Leste – Porto de Nova Xavantina – Complexo portuário de Belém.

3.3 CAPACIDADE, TAXA DE TRANSBORDO E VELOCIDADE

Para o desenvolvimento dos cálculos pertinentes a cada rota apresentada nos cenários desse trabalho foi utilizado à velocidade aplicada em cada modal envolvido nas analises, devido aos diversos custos relacionas com tempo.

Conforme Toloi et al. (2016), o modal hidroviário utilizando as barcaças pode transportar em média de 1500 a 1700 toneladas de carga a uma velocidade média de 14 nós, aproximadamente 26 km/h.

As ferrovias apresentam velocidade média de 27 km/h, e no Brasil os caminhões chegam a uma velocidade média de 40 km/h da fazenda para o centro da região exportadora (LOPES, 2017).

Tabela 2 – Capacidades de movimentação de carga

ROTA/TERMINAL	CAPACIDADE ATUAL (t/ano)	CAPACIDADE FUTURA 2020 – 2030 (t/ano)	TAXA DE EMBARQUE (t/hora)
Ferrogrão	0	58 milhões	
Terminal de carga de Sinop	Não informado	Não informado	
Porto de Miritituba	16 Milhões	30 Milhões	1500
Porto de Nova Xavantina	Não informado	Não informado	Não informado
Hidrovia Araguaia-Tocantins	Variável	33.760 Milhões	1000
Porto de Outeiro/Vila do Conde (Sistema Belém)	15 Milhões	57 Milhões	450

Fonte: Movimento Pró-Logistica et al. (2016)

3.4 DADOS E INFORMAÇÕES DE SUPORTE AOS CÁLCULOS

A tabela 3 apresentada nessa seção deu suporte para a formação dos cálculos desenvolvido nesse trabalho. O preço da soja utilizado nos cálculos foi extraído no dia 21/09/2018 do site noticiasagricolas.com.br a um valor aproximado de 8,47 US$/Bushel pela bolsa de Chicago, levando em conta a cotação do dólar comercial do mesmo dia obtido no mesmo site e verificado no site economia.uol.com.br em R$ 4,0407. Um Bushel de soja representa cerca de 27,2155 kg, o valor da soja representa um valor aproximado de 1614,33 R$/t (tonelada) já considerando o valor do prêmio.

O prêmio é uma taxa negociada entre importadores e exportadores, ela é composta de acordo com diversas variáveis, pode ser uma porcentagem negativa ou positiva em relação aos preços cotados em Chicago (KUSSANO, 2010).

Nos cálculos do custo de quebra no transporte utilizou-se a taxa de 0,25% de perda de acordo com (BATALHA e KUSSANO, 2012).

A remuneração por estadia não foi considerada nos cálculos, até mesmo devido aos terminais para os caminhões envolvidos nas analises serem projetos futuros, impossibilitando dessa maneira a constatação de filas de espera. Porém, quando for o caso é preciso levar em conta a Lei federal 11.442 que diz respeito ao assunto (KUSSANO, 2010).

Como já foi citado anteriormente nesse trabalho o custo de oportunidade ou custo de estoque em transito é calculado levando em conta investimentos financeiros, um exemplo de investimento utilizado é o CDI, nos cálculos levou em conta a taxa mensal de 1,000250% obtido no site istoedinheiro.com.br na data 21/09/2018.

Nos cálculos dos custos de transbordo não foi considerado o valor de transbordo nos portos, pois esse valor foi inserido nos custos portuários. O valor de transbordo foi inserido apenas nas rotas que continham o futuro terminal de carga de Sinop-MT.

Nesse trabalho não foi considerado nos custos o preço de armazenamento visto que se considerou que a carga foi diretamente destinada aos portos exportadores sem sofrer armazenamento. Devido à grande variação das taxas de acordo com cada armazém, não é possível apresentar um padrão dos custos de armazenagem (BATALHA e KUSSANO, 2012). No transporte destinado á exportação deste produto, não é cobrado ICMS, tanto o estado do Mato Grosso quanto o estado do Pará isentam a soja em grãos.

Na seção dos custos tributários levou-se em conta nos cálculos as taxas relativas à movimentação da carga no mesmo. Através de consulta com a CDP (2018), foram coletados os principais dados relacionados na movimentação de carga nos portos, foram eles carga por tonelada baldeada ou carregada, acostagem por metro linear do comprimento total das embarcações por dia, e para utilização terrestre nos portos do Pará taxa respectiva a cada tonelada transitada.

Os comboios de barcaça navegáveis na hidrovia Araguaia-Tocantins variam em comprimentos de acordo com a profundidade ou característica da região da hidrovia. Segundo o DENIT (2018), a hidrovia tem capacidade para diversos comboios, um deles é o de 108,3 metros de comprimento, 16 metros de boca e calado de 1,5 metros, o qual será utilizado nos cálculos nesse trabalho.

Na hidrovia Tapajós é permitido comboios de 210 metros de comprimento, 32 metros de boca e calado de 3 metros (DENIT, 2018).

Tabela 3 – Parâmetros por Modal

Parâmetro Rodoviários	Granel Sólido Agrícola
Frete até 200 Km (R$/t.Km)	0,174
Frete de 200 Km até 500 Km (R$/t.Km)	0,131
Frete de 500 Km até 800 Km (R$/t.Km)	0,114
Frete de 800 Km até 1100 Km (R$/t.Km)	0,102
Frete acima de 1100 Km (R$/t.Km)	0,088
Parâmetro Ferroviários	Granel Sólido Agrícola
Frete (R$/t. Km)	0,041
Terminais Ferroviários	Granel Sólido Agrícola
Transbordo (R$/t)	2
Perda de Carga (%)	0,45
Parâmetros Hidroviários	Granel Sólido Agrícola
Frete (R$/t. Km)	0,042

Fonte: Adaptado de CTLOG (2018) e LabTrans/UFSC (2013)

3.5 CENÁRIOS E ANÁLISES

Todos os cenários montados levaram em consideração o manuseio das informações disponíveis atualmente e das possíveis estruturações a partir de projetos que estão previstos para serem executados até 2030. Vale ressaltar que para valores futuros dos custos é indicada a realização de estimativas e previsões através de dados passados que inferem nos custos. Na tabela 4 é possível verificar os cenários que foram simulados e analisados nesse trabalho.

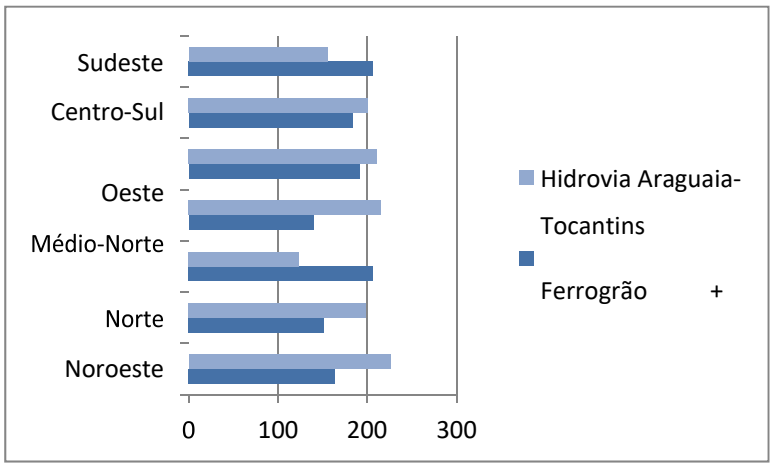
Tabela 4 – Cenários

CENÁRIO	DESCRIÇÃO
1	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 1 e 2, levando em consideração todas vias em operação.
2	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 3 e 4, levando em consideração todas vias em operação.
3	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 5 e 6, levando em consideração todas vias em operação.
4	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 7 e 8, levando em consideração todas vias em operação.
5	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 9 e 10, levando em consideração todas vias em operação.
6	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 11 e 12, levando em consideração todas vias em operação.
7	Comparação e analise dos custos relacionados nas rotas 13 e 14, levando em consideração todas vias em operação.

3.5.8 RESUMO DAS ROTAS MAIS ATRATIVAS

Através do Gráfico 4 é possível observar a relação dos menores custos por macrorregião e principal via utilizada.

Gráfico 4 – Macrorregião x rota (R$/t)



Diante de todos os cenários apresentados ficam resumidos na Figura 7 quais rotas apresentam maior atratividade nos custos logísticos para cada macrorregião. Em relação ao oeste e centro- sul ambas as rotas podem ser atrativas devido à variação da distância de origem dentro da própria macrorregião, porém, na análise dos cenários dessas macrorregiões vale lembrar que a rota possuidora da EF-170 e hidrovia Tapajós leva pequena vantagem nos custos totais, como exposto no Gráfico 4.

Figura 7 – Rota mais atrativa economicamente por macrorregião

MACRORREGIÃO	EF-170 - HIDROVIA TAPAJÓS	HIDROVIA ARAGUAIA-TOCANTINS
Noroeste		
Norte		
Nordeste		
Médio-Norte		
Oeste		
Centro-Sul		
Sudeste		

Pode-se verificar no Gráfico 5 e 6 a extensão percorrida em cada modal por rota e também o custo relativo a cada uma.

Gráfico 5 – Extensão do modal utilizado por rota

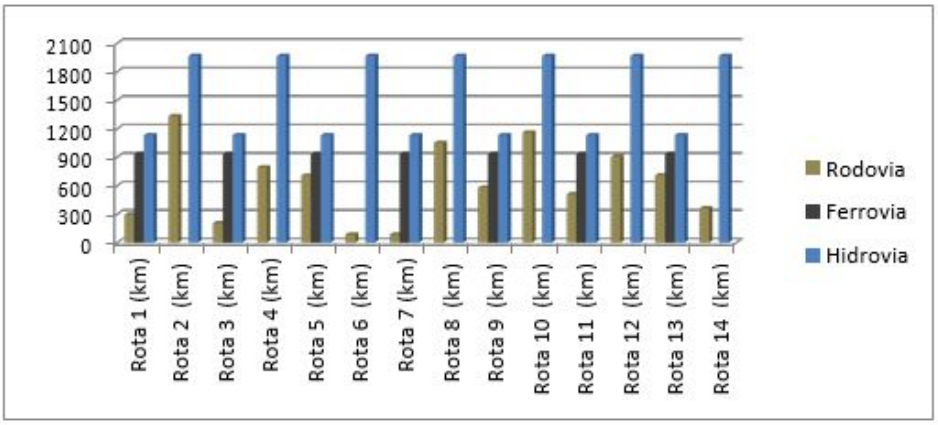
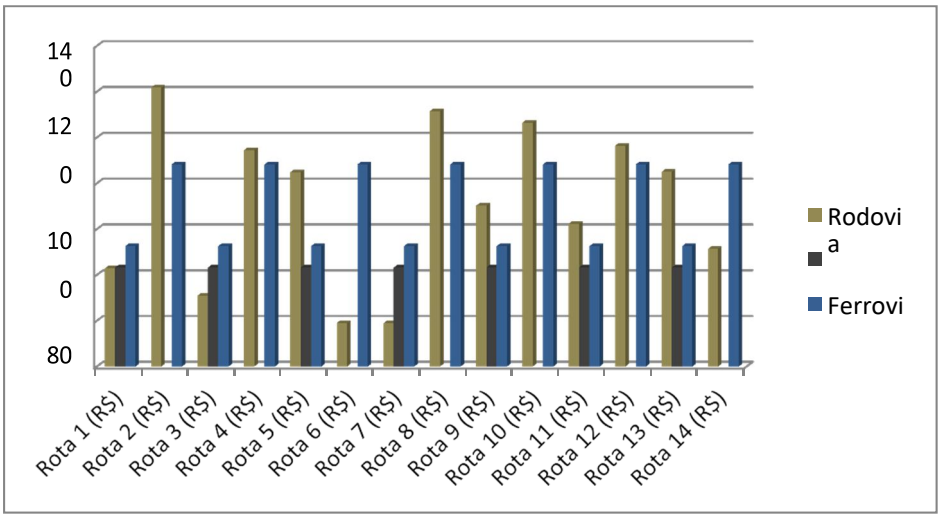


Gráfico 6 – Custo por modal em cada rota



É possível constatar que a barra representando a hidrovia no gráfico 5 é maior que as demais, porém seu custo presente no gráfico 6 é nivelado ou até mesmo menor que da ferrovia e rodovia que possuem extensões menores. As maiores distâncias no modal rodoviário estão presentes nas rotas que tem como destino o terminal da hidrovia Araguaia-Tocantins, que traz o maior custo para essa via. Já nas rotas que utilizam a EF-170 percebe-se uma distribuição mais uniforme das extensões percorridas.

4. CONCLUSÕES

A análise desses cenários fornece embasamento para notar a importância da utilização das hidrovias e ferrovias no escoamento de longa distância, e principalmente como os custos da soja exportada do Mato Grosso podem variar no momento que diversas rotas estiverem em operação no norte brasileiro.

O modal rodoviário foi utilizado em distâncias que representavam em média 21% da extensão das rotas analisadas no presente trabalho, porém, seu frete representa cerca de 36% do custo total por rota, ficando evidente que esse modal encarece de forma significativa o valor do transporte de cargas. Também é possível verificar tal disparidade através dos gráficos 5 e 6 presentes no trabalho.

O transporte rodoviário é indicado para percursos de até 300 km de extensão conforme já mencionado nesse trabalho. Fica provado a inviabilidade diversas vezes nos cenários desse trabalho de rotas devido à grande distância da fazenda produtora (origem) até o terminal multimodal, dessa maneira implementações de linha férrea dentro do Mato Grosso traria reduções significativas para rotas que contam com a EF-170.

Outro fator importante a ser considerado, em relação à hidrovia Araguaia-Tocantins, é que outros terminais implantados poderiam trazer mais atratividade para essa rota levando em conta o estado do Mato Grosso. E que a hidrovia em questão beneficia outros estados que também produzem soja, como é o caso do estado do Tocantins que é contornado e cortado pelos rios que compõe essa hidrovia.

Dois fatores são muito importantes nos cenários analisados: Primeiro de considerar a perda de mercadoria nos meios de transporte e, também, as quebras nos terminais de cargas, sabendo que quanto menor o número de transbordos menores são as perdas de cargas. O segundo fator a se considerar é relativo à poluição ambiental exercida por cada tipo de modal, sabendo que quanto menor for à utilização do setor rodoviário menos poluente será a cadeia logística.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, A. Impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais. Tese (Doutor em Ciências Econômicas) Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2004.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANPORTES AQUAVIÁRIOS. Hidrovia Araguaia/Mortes. Acesso em: 25 Jun. 2018.

ANTAQ. Plano nacional de integração hidroviária, 2013. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH/RelatorioMetodologia.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2018.

BATALHA, M. O; KUSSANO, M. R. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. Gestão de produção, São Carlos, Vol. 19, Número 3, p. 619-632, 2012.

BONATO, E. R; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil – História e Estatística. CNPSo, Londrina, 1987.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Arco Norte: Logística do Mato Grosso. Disponível em: <http://portaldaestrategia.transportes.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2018.

CARNEIRO, R. C. Multimodalidade: Conceitos, análises e limitações para o caso brasileiro. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) Universidade Federal de Brasília. Brasília, DF, 2016.

CENTRO DE ESTUDOS E DEBATES ESTRATÉGICOS. Arco Norte: Um desafio Logístico. 2016. Disponível em: <http://livraria.camara.leg.br/arco-norte-um-desafio- logistico.html>. Acesso em: 25 abr. 2018.

CORREA, V. H. C; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. Revista Economia e Sociologia Rural, Brasília, vol.48, Número 2, Apr./Jun. 2010.

DENIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Hidrovia do Tocantins-Araguaia. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br>. Acesso em: 10 Ago. 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FERREIRA, G. C. M; TOVAR, A. C. A. A infraestrutura portuária brasileira: O modelo atual e perspectiva para seu desenvolvimento sustentado. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, Vol. 13, Número 25, p. 209-230, jun. 2006.

HIRAKURI. M. H; LAZZAROTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa Soja. 70p. 2014.

IMEA. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Mapa das macrorregiões do IMEA. Disponível em: < http://www.imea.com.br>. Acesso em: 20 Jul. 2018.

JUNIOR, P. N. S. et al. Como o “Arco Norte” irá afetar a logística das exportações do estado do Mato Grosso. Revista Eletrônica do UNIVAG, Número 17, p. 126-142, 2017.

KUSSANO, M. R. Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento da soja brasileira para o mercado externo: O caso do Mato Grosso. São Carlos, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2010.

LACERDA, S. M. Evolução recente do transporte hidroviário de cargas. Revista BNDES Setorial, Rio de Janeiro, Número 20, p. 253-280, set. 2004.

LOPES, H. S. Análise do escoamento da soja brasileira através da simulação a eventos discretos, 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2017.

MEGLIORINI, E. CUSTOS: Analise e gestão. 304 p., 3º Ed., Editora Pearson *Education,* 2012.

MPL. MOVIMENTO PRÓ-LOGÍSTICA. Hidrovias. Disponível em: <http://www.mplmt.com.br>. Acesso em: 25 jun. 2018.

PASIN, J. A. B. A Logística de exportação da soja em grãos de Mato Grosso. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, Vol. 14, Número 27, p. 195-212, JUN. 2007.

PPI. PROGRAMA DE PARCERIAS DE INVESTIMENTOS. Ferrovia EF-170 – MT/PA – Ferrogrão. Acesso em: 25 jun. 2018.

SIDRA. SISTEMA DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: 05 mai. 2018.

TAVARES, C. E. C. Análise da competitividade da cadeia produtiva da soja em Mato Grosso. Revista Política Agrícola, Vol. 14, Número 3, p. 75-87, Jul/Ago/Set. 2005.

TOLOI, R. C. et al. Confronte da competitividade da soja de Mato Grosso e de Illinois nos Estados Unidos. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.

Capítulo 36

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E REGRESSÃO POR VETORES DE SUPORTE NA MODELAGEM DA FRAÇÃO DE PRODUTOS NÃO CONFORMES DE UM PROCESSO PRODUTIVO

Simone Massulini Acosta (UTFPR - smacosta@utfpr.edu.br)
Anderson Levati Amoroso (UTFPR - andersonl@utfpr.edu.br)

Resumo: Para manterem-se competitivas as empresas buscam a qualidade de seus produtos, para que estes atendam às especificações com a menor variabilidade possível. Em um processo industrial muitas vezes não se consegue controlar todas as causas ou fatores de variação que produzem determinado efeito sobre as características da qualidade dos produtos. Como resultado pode-se ter a produção de produtos não conformes às especificações, que podem ser mensurados através da fração de produtos não conformes. A modelagem da fração de produtos não conformes pode ser realizada utilizando-se diferentes técnicas e modelos de regressão. As redes neurais artificiais e a regressão por vetores de suporte são técnicas de aprendizado de máquina muito utilizadas para a modelagem de processos. O objetivo deste artigo é modelar a fração de produtos não conformes às especificações de uma indústria curtidora de couro utilizando as técnicas de redes neurais artificiais e de regressão por vetores de suporte e comparar os resultados obtidos com outros modelos de regressão desenvolvidos para o mesmo processo produtivo. Os modelos de regressão desenvolvidos apresentaram melhor desempenho no ajuste do modelo aos dados do processo quando comparados ao modelo de regressão linear, modelos de regressão lineares generalizados e modelo de regressão Beta.

Palavras-Chaves: Modelagem de dados, aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, regressão por vetores de suporte.

1. INTRODUÇÃO

Os processos produtivos estão sujeitos a variabilidade, que está relacionada com as diferenças existentes entre as unidades produzidas. Em um processo industrial, muitas vezes não se consegue controlar todas as causas ou fatores de variação que produzem determinado efeito sobre as características da qualidade dos produtos, pois certas causas são inerentes ao processo. As causas de variação que podem ser controladas podem interferir em um processo podendo gerar produtos com características da qualidade não conformes às especificações preestabelecidas, que podem ser mensuradas através da fração de produtos não conformes (MONTGOMERY, 2004).

A fração não conforme é definida como a razão entre o número de unidades não conformes da amostra e o tamanho da amostra e podem compreender a razão entre dois números discretos, denominada de percentual, ou a razão entre dois números contínuos, denominada de proporção. As características da qualidade do tipo fração podem ser aproximadas pela distribuição Binomial e são observações expressas no intervalo [0,1] (MONTGOMERY, 2004).

A análise de regressão consiste na modelagem e investigação da relação entre as características da qualidade e as variáveis de controle do processo. Segundo Sant'Anna (2009), os modelos de regressão linear não são adequados para modelar as características da qualidade do tipo fração de produtos não conformes, pois estes modelos pressupõem que a característica da qualidade possui distribuição Normal e possibilitam a previsão de valores fora do limite do intervalo [0,1].

Para a modelagem da característica da qualidade do tipo fração podem ser utilizados os modelos pertencentes à classe dos Modelos Lineares Generalizados (MLGs), tais como os modelos de distribuição Binomial e os modelos de quase-verossimilhança (MQVs). Nos MQVs as variáveis são consideradas independentes sem ser necessário especificar qualquer distribuição de probabilidade para a variável resposta (CORDEIRO; DEMÉTRIO, 2008). Outra alternativa é o Modelo de Regressão Beta (MRB), que se baseia na suposição de que a fração segue a distribuição Beta, que assume valores restritos ao intervalo [0,1] (FERRARI; CRIBARI-NETO, 2004).

O aprendizado de máquina trata do desenvolvimento de técnicas computacionais sobre o aprendizado e a construção de sistemas capazes de aprender e melhorar seu desempenho baseado em experiências acumuladas através da solução de problemas anteriores (MITCHELL, 1997). As técnicas de aprendizado de máquina utilizadas para a modelagem do processo neste artigo são as redes neurais artificiais e as máquinas de vetores de suporte.

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos de processamento de dados que são inspirados no que se conhece das redes de neurônios biológicos. Segundo Haykin (2009), a principal propriedade de uma RNA é a sua habilidade de aprender a partir de seu ambiente e de melhorar o seu desempenho através do aprendizado. As RNAs utilizam o princípio de minimização do risco empírico (*Empirical Risk Minimization*, ERM) baseado no princípio da indução para inferir uma função que minimize o erro sobre os dados de treinamento conhecidos e, desta forma, espera-se que esse procedimento leve também a um menor erro sobre os dados de teste (VAPNIK, 1998).

As Máquinas de Vetores de Suporte (*Support Vector Machine*, SVM) são fundamentadas na teoria de aprendizado estatístico, desenvolvida visando a proposição de técnicas de aprendizado de máquina que buscam maximizar a capacidade de generalização (VAPNIK, 1998). A aplicação de SVMs foi originalmente desenvolvida para problemas de classificação de padrões, sendo posteriormente estendida para o tratamento de problemas de regressão e denominada Regressão por Vetores de Suporte (*Support Vector Regression*, SVR) (SCHÖLKOPF; SMOLA, 2004).

As SVMs utilizam o princípio de minimização do risco estrutural (*Structural Risk Minimization*, SRM) que envolve a minimização de um limite superior sobre o erro de generalização. Desta forma, modelos de aprendizado de máquina baseados no princípio SRM tendem a apresentar uma maior habilidade para generalizar bem frente a dados de teste não observados (ALVES, 2012). Vapnik (1999) demonstrou que o princípio SRM é superior ao princípio ERM, utilizado em redes neurais artificiais.

O objetivo deste artigo é modelar a fração de produtos não conformes às especificações de uma empresa curtidora de couro utilizando redes neurais artificiais e regressão por vetores de suporte e comparar os resultados obtidos com outros modelos de regressão desenvolvidos para o mesmo processo produtivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta sessão são apresentados os referenciais teóricos de redes neurais artificiais e regressão por vetores de suporte.

2.1 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Segundo Braga, Carvalho e Ludermir (2012), as RNAs são sistemas paralelos distribuídos compostos por unidades de processamento simples (neurônios artificiais), dispostas em uma ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões, que calculam determinadas funções matemáticas

(normalmente não lineares). Na maioria dos modelos as conexões estão associadas a pesos, que armazenam o conhecimento adquirido pelo modelo e servem para ponderar a entrada recebida por cada neurônio da rede.

Existem várias funções de ativação que podem ser utilizadas para o projeto de RNAs. As funções de base radial (por exemplo, gaussiana) e sigmoide (por exemplo, logística e tangente hiperbólica) são totalmente diferenciáveis e facilitam o processo de aprendizado da rede (HAYKIN, 2009).

A arquitetura de uma RNA define a forma como seus neurônios estão arranjados, uns em relação aos outros, através do direcionamento das conexões sinápticas destes neurônios. A topologia de uma RNA pode ser definida como sendo as diferentes formas de composições estruturais que esta poderá assumir.

Para resolver problemas não linearmente separáveis utilizando RNAs, a alternativa mais utilizada são as redes feedforward de camadas múltiplas. As camadas escondidas utilizam funções de ativação não lineares. Entre os principais tipos de redes com esta arquitetura está o Perceptron Multicamadas (Multilayer Perceptron, MLP) (FACELI et al., 2011).

Segundo Cybenko (1989), o teorema de Kolmogorov garante que uma rede feedforward com uma camada escondida, com um número suficiente de neurônios, pode aproximar qualquer função contínua com qualquer grau de precisão. Baseado no teorema de Kolmogorov, o teorema de Hecht-Nielsen apresenta que qualquer função contínua pode ser aproximada por uma rede feedforward com m nós de entrada, 2m+1 neurônios escondidos e k neurônios de saída (FACELI et al., 2011).

Segundo Haykin (2009), a propriedade de importância primordial para uma RNA é a sua habilidade de aprender a partir de seu ambiente e de melhorar o seu desempenho através da aprendizagem. Uma RNA aprende através de um processo interativo de ajustes dos pesos sinápticos e níveis de bias, tornando-se mais instruída sobre seu ambiente após cada iteração do processo de aprendizagem. Um conjunto preestabelecido de regras para a solução de um problema de aprendizagem é denominado de algoritmo de aprendizagem, tendo-se como objetivo final a generalização de soluções a serem produzidas pelas saídas.

Conforme Braga, Carvalho e Ludermir (2012) para as redes MLP, que se caracterizam por utilizarem funções de ativação sigmoidais nas camadas escondidas e sigmoidais ou lineares na saída, é utilizado o algoritmo de retropropagação de erros ou error backpropagation. Este algoritmo utiliza a descida de encosta e estima o erro das camadas escondidas por meio de uma estimativa do efeito que estas

causam no erro da camada de saída. Existem várias modificações do algoritmo backpropagation que visam acelerar seu tempo de treinamento e melhorar seu desempenho, sendo uma destas modificações a Levenberg-Marquardt.

2.2. REGRESSÃO POR VETORES DE SUPORTE

O algoritmo de regressão por vetores de suporte (SVR) utiliza uma função de perda ε-insensivel que ignora erros que estão além de uma certa distância dos valores considerados válidos, ou seja, erros são permitidos somente se forem menores do que ε. A função de perda ε-insensivel também garante a esparsidade da variável dual. Assim, na SVR tem-se dois conceitos importantes, que são o ε-tubo e a função de perda ε-insensível (ALVES, 2012).

Seja **X** um conjunto de treinamento com *n* objetos $x_i \in X$ com seus respectivos rótulos (respostas) $y_i \in Y$. Considerando a função linear da equação (1), na SVR busca-se uma função com pequeno **w**, o que pode ser conseguido pela minimização da norma $\|w\|$ (FACELI *et al.*, 2011).

$$f(x) = \mathbf{w}.\mathbf{x} + b \tag{1}$$

onde **w** é o vetor de pesos, **x** é o vetor de entrada e *b* o termo de limiar (bias).

O problema de minimização pode ser relaxado com a introdução de variáveis de folga (ξ_i), permitindo assim lidar com ruídos e *outliers* nos objetos, permitindo que alguns exemplos fiquem fora da região entre $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$. A função ε-insensível é apresentada na equação (2) e a Figura 1 apresenta esta situação graficamente, sendo a área sombreada correspondente ao ε-tubo (SCHÖLKOPF; SMOLA, 2004).

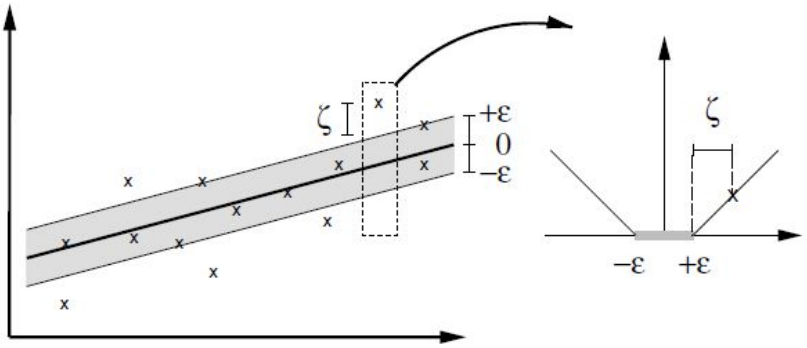
$$|\xi|_\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{se } |\xi| \le \varepsilon \\ |\xi| - \varepsilon & \text{caso contrário} \end{cases} \tag{2}$$

A inequação (3) apresenta a introdução das variáveis de folga (ξ_i) e as restrições são apresentadas em (4). A variável de folga ξ_i está associada com os dados localizados abaixo da margem inferior e ξ_i^* com os localizados acima da margem superior (SCHÖLKOPF; SMOLA, 2004).

$$\underset{w,b,\xi,\xi^*}{\text{Minimizar}} \ \frac{1}{2}\|w\|^2 + C\left(\sum_{i=1}^{n}\left(\xi_i + \xi_i^*\right)\right) \tag{3}$$

$$\text{com as restrições} \begin{cases} y_i - w.x_i - b \le \varepsilon_i + \xi \\ w.x_i + b - y_i \le \varepsilon_i + \xi^* \\ \xi_i, \xi^* \ge 0 \end{cases} \tag{4}$$

Figura 1 - Função de perda ε-insensível



Fonte: Schölkopf e Smola (2004)

Na inequação (3), a constante *C* é a constante de regularização e determina a quantidade de erros de treinamento que serão permitidos e o custo para obtenção da região delgada do ε-tubo (SCHÖLKOPF; SMOLA, 2004). Os pontos fora do ε-tubo da Figura 1 são chamados de vetores de suporte (SVs), porque estabelecem os fundamentos para a função de regressão estimada. Isso significa que todos os outros pontos não são incluídos no modelo e podem ser removidos após a construção do modelo SVR (KECMAN, 2001; ALVES, 2012).

Quando um modelo não linear é necessário para modelar adequadamente os dados é necessário estender o ε-SVR linear para a regressão não linear. A utilização de uma função kernel possibilita que os dados de entrada originais sejam mapeados no espaço de características de elevada dimensão, onde uma regressão linear pode ser utilizada.

Utilizando o método do multiplicador de Lagrange pode ser obtido o problema dual apresentado na inequação (5), descrito em termos de produtos internos entre os objetos, sendo as restrições apresentadas em (6). A função objetivo é apresentada na equação (7). As variáveis de Lagrange associadas a todos os exemplos que se encontram dentro da margem entre $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$ são nulas (SCHÖLKOPF; SMOLA, 2004).

$$\underset{\alpha,\bar{\alpha}}{\text{Maximizar}} \; -\frac{1}{2}\sum_{i,j=1}^{n}\left(\alpha_i-\alpha_i^*\right)\left(\alpha_j-\alpha_i^*\right)k\left(x_i,x_j\right)-\varepsilon\sum_{i=1}^{n}\left(\alpha_i+\alpha_i^*\right)+\sum_{i=1}^{n}y_i\left(\alpha_i-\alpha_i^*\right) \tag{5}$$

$$\text{com as restrições}\begin{cases}\sum_{i=1}^{n}\left(\alpha_i-\alpha_i^*\right)=0\\ \alpha_i,\alpha_i^*\in[0,C]\end{cases} \tag{6}$$

$$f(x)=\sum_{i=1}^{n}(\alpha_i-\alpha_i^*)k(x_i,x_j)+b \quad (7)$$

onde os termos α_i e α_i^* representam as variáveis de Lagrange, $k(x_i,x_j)$ é a função kernel e *b* o termo de limiar (*bias*).

As funções kernel mais utilizadas são a linear, polinomial, função de base radial (*Radial Basis Function*, RBF) e sigmoidal. Neste artigo foi utilizado o kernel RBF, apresentado na equação (8), onde $\gamma=1/2\nu^2$ e $\nu>0$ é o parâmetro que define a largura do kernel.

$$k(x_i,x_j)=exp\left(-\frac{1}{2\nu^2}\|x_i-x_j\|^2\right)=exp\left(-\gamma\|x_i-x_j\|^2\right) \quad (8)$$

A capacidade de generalização do modelo SVR depende, durante a etapa de treinamento, da correta seleção dos parâmetros *C* e *ε* e do tipo de função kernel e seus parâmetros. Das diversas propostas de seleção de parâmetros existentes na literatura, a busca em grade (*grid search*) e a validação cruzada (*cross validation*) são as mais utilizadas (FACELI et al., 2011).

2.3. PROCEDIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS

O procedimento utilizado neste artigo para o desenvolvimento dos modelos RNA e SVR segue os seguintes passos: obtenção dos dados, análise e preparação dos dados, seleção das variáveis, divisão dos dados, escolha da arquitetura para a RNA ou escolha da função kernel para a SVR, seleção dos melhores parâmetros, simulações de treinamento e de teste e análise do desempenho. A Figura 2 apresenta um fluxograma simplificado do procedimento para a obtenção dos modelos RNA e SVR.

Para a análise do desempenho e avaliação da capacidade de generalização dos modelos desenvolvidos podem ser utilizadas estratégias de minimização do erro de predição, também denominado de erro residual. O erro residual (e_t) é a diferença entre o valor real (y_i) e o valor estimado pelo modelo (y_t), conforme apresentado na equação (9). A equação (10) apresenta o erro médio absoluto (*Mean Absolute Error*, MAE), a equação (11) apresenta o erro médio quadrático (*Mean Squared Error*, MSE) e a equação (12) apresenta a raiz do erro médio quadrático (*Root Mean Squared Error*, RMSE), onde *n* representa o número de amostras.

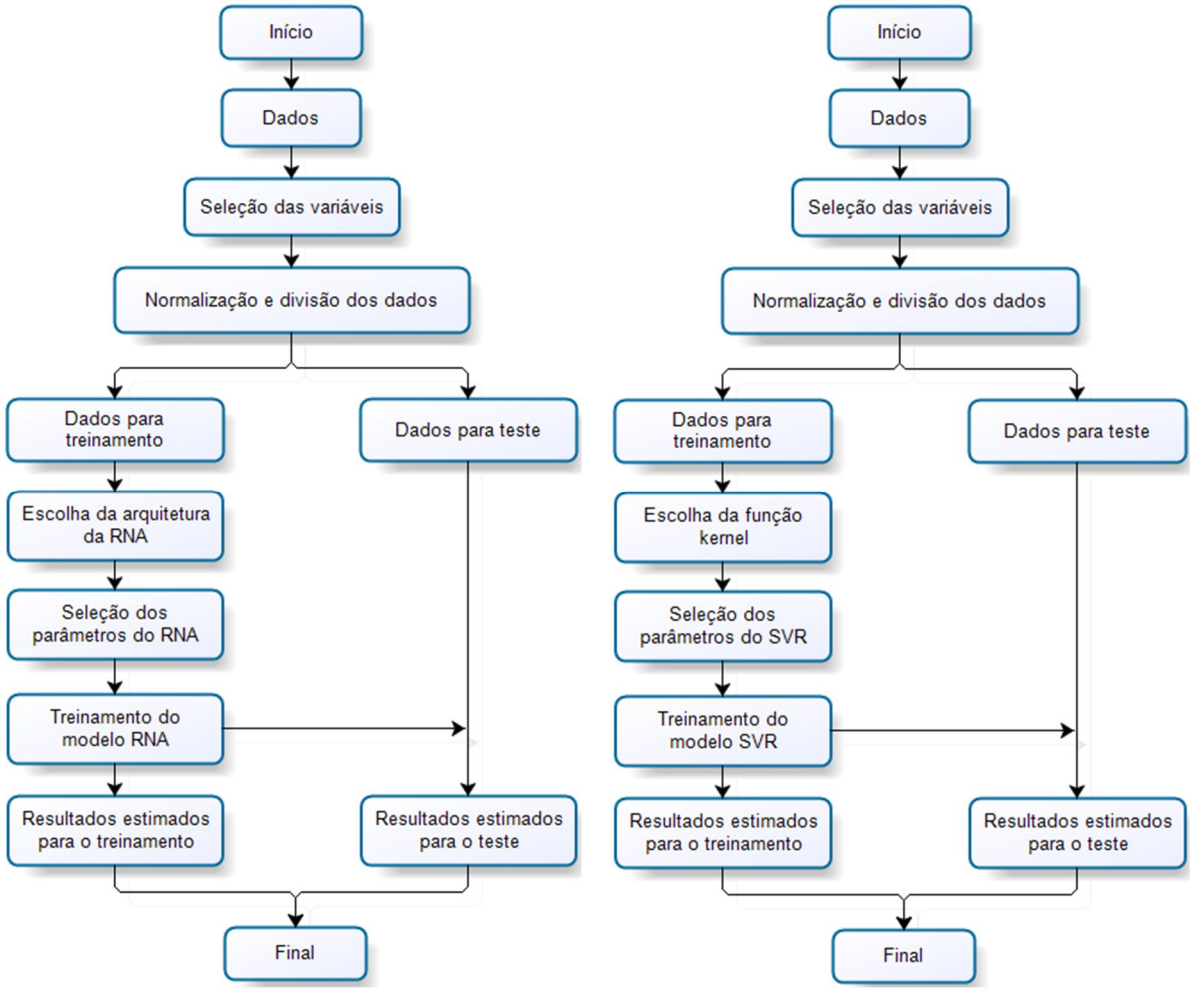
$$e_t=y_i-y_t \quad (9)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - y_t| = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|e_t| \quad (10)$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - y_t)^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(e_t)^2 \quad (11)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - y_t)^2} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(e_t)^2} \quad (12)$$

Figura 2 - Fluxograma para o desenvolvimento do: (a) modelo RNA e (b) modelo SVR



(a) (b)

Fonte: Autoria própria (2019)

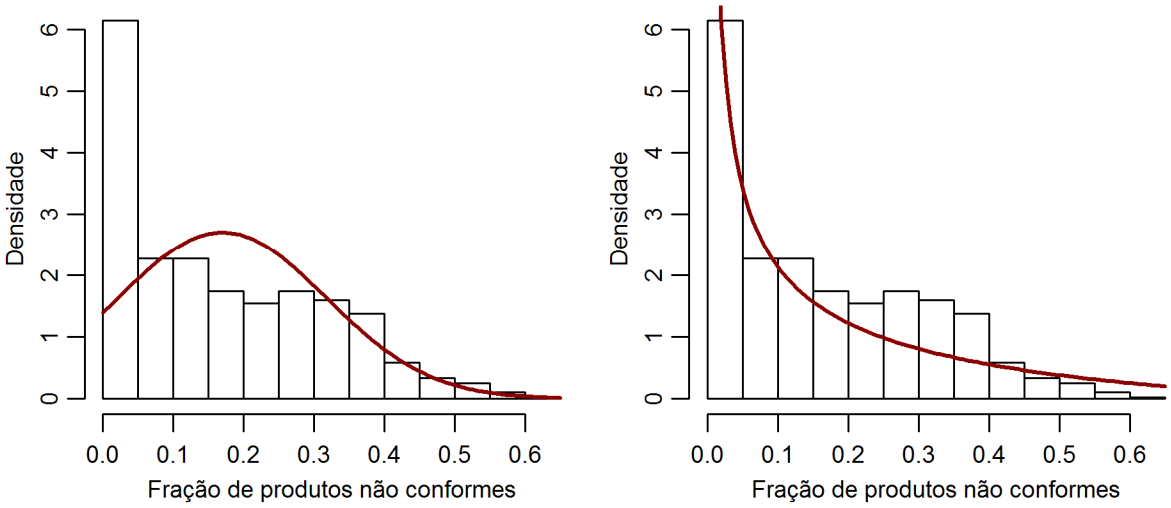
3. ESTUDO APLICADO

Neste artigo foi desenvolvida a modelagem da fração de produtos não conformes às especificações de uma empresa curtidora de couro, produtora de couro acabado e fornecedora para as indústrias de calçados e artefatos em couro.

A etapa wet blue do processo produtivo avaliado consiste em: o classificador recebe um lote de diferentes tamanhos contendo as matérias-primas e verifica se as características de qualidade satisfazem às especificações, por métodos cognitivos. As matérias-primas que não satisfazem às especificações são classificadas como produtos não conformes e a fração de produtos não conformes às especificações, por lote, é considerada a variável dependente (característica da qualidade). Os dados coletados contemplaram uma amostra de 713 lotes.

A fração de produtos não conformes do processo segue a distribuição Beta, conforme apresentado na Figura 3. A Figura 3 (a) apresenta o histograma da fração de produtos não conformes com a distribuição Normal sobreposta e a Figura 3 (b), com a distribuição Beta sobreposta.

Figura 3 - Histogramas da fração de produtos não conformes com distribuição sobreposta: (a) Normal, (b) Beta



(a) (b)

Fonte: Autoria própria (2019)

Os fatores controláveis definidos como variáveis independentes para a modelagem da fração de produtos não conformes foram: a seleção da matéria prima conforme qualidade e preço, com cinco níveis diferentes; a procedência da matéria-prima adquirida pela empresa, com cinco níveis; o

classificador que inspeciona as matérias-primas, com três níveis, e o estado de rebaixamento da matéria-prima, com dois níveis.

Para o desenvolvimento dos modelos de regressão as variáveis independentes qualitativas seleção, procedência, classificador e rebaixamento foram substituídas pelas variáveis *dummy*. As novas variáveis independentes foram definidas como: seleção tipo 2 (x_1), seleção tipo 3 (x_2), seleção tipo 4 (x_3), seleção tipo 5 (x_4), procedência 2 (x_5), procedência 3 (x_6), procedência 4 (x_7), procedência 5 (x_8), classificador 2 (x_9), classificador 3 (x_{10}) e rebaixamento (x_{11}).

Para a definição das variáveis independentes relevantes para o desenvolvimento do modelo de regressão foi realizado o teste de correlação de Pearson. Após o teste foram selecionadas as variáveis seleção (tipo 2, tipo 3, tipo 4 e tipo 5), classificador (2 e 3) e rebaixamento como estatisticamente significativas para explicar a variável dependente fração de produtos não conformes.

Para o desenvolvimento dos modelos baseados em RNAs e SVR foi utilizado o programa R®. Após a análise e preparação dos dados o conjunto total de dados foi dividido aleatoriamente em dois subconjuntos: 70% (499 observações) para o grupo de treinamento e 30% (214 observações) para o grupo de teste.

A arquitetura selecionada para a RNA foi a MLP com sete variáveis de entrada, uma camada oculta e uma variável de saída. Após diversas simulações, os parâmetros selecionados para as RNAs foram: algoritmo de treinamento Levenberg-Marquardt, função de ativação logística para a camada oculta e linear para a camada de saída e taxa de aprendizado de 0,01.

Para a obtenção do número de neurônios da camada oculta foi utilizado o teorema de Hecht-Nielsen e foram analisados MSE, RMSE e MAE para redes com diferentes números de neurônios na camada oculta. A Tabela 1 apresenta os resultados de algumas simulações com os dados de treinamento para a obtenção do número de neurônios da camada oculta da RNA. Em função dos resultados obtidos para os erros foi selecionada a RNA com 19 neurônios na camada oculta.

Para o desenvolvimento do modelo SVR foi utilizada a biblioteca para máquinas de vetores de suporte denominada LIBSVM. O método utilizado para a seleção dos parâmetros do modelo SVR foi a busca em grade em conjunto com a validação cruzada (10-*fold*) nos dados de treinamento. Para a seleção dos parâmetros do modelo SVR com o kernel RBF foi utilizado o espaço de busca: $C \in [1;50]$, $\varepsilon \in [0,001;1]$ e $\gamma \in [0,001;1]$. Os melhores valores obtidos para os parâmetros do modelo SVR foram: C = 10, ε = 0,03 e γ = 0,2.

Tabela 1 - Resultados das simulações para obtenção do número de neurônios da camada oculta da RNA

Neurônios	14	15	16	17	18	19	20	21
MSE	0,01407	0,01285	0,01288	0,01281	0,01852	0,01249	0,01269	0,01271
RMSE	0,1186	0,1134	0,11349	0,1132	0,1361	0,11173	0,11265	0,11275
MAE	0,09502	0,08939	0,08934	0,08763	0,1138	0,08796	0,08727	0,08878

Fonte: Autoria própria (2019)

Após a seleção da arquitetura e dos parâmetros da RNA e da seleção dos melhores parâmetros para o modelo SVR foi realizada a fase de treinamento e, após, os modelos obtidos foram utilizados para estimar os valores das características da qualidade utilizando os dados do grupo de teste. A Tabela 2 apresenta os valores dos erros calculados para os dados do grupo de treinamento e do grupo de teste para os modelos RNA e SVR, conforme equações (9) a (12). Os valores dos erros obtidos pelos modelos para os grupos de treinamento e de teste não diferem significativamente, indicando não haver sobreajuste dos modelos.

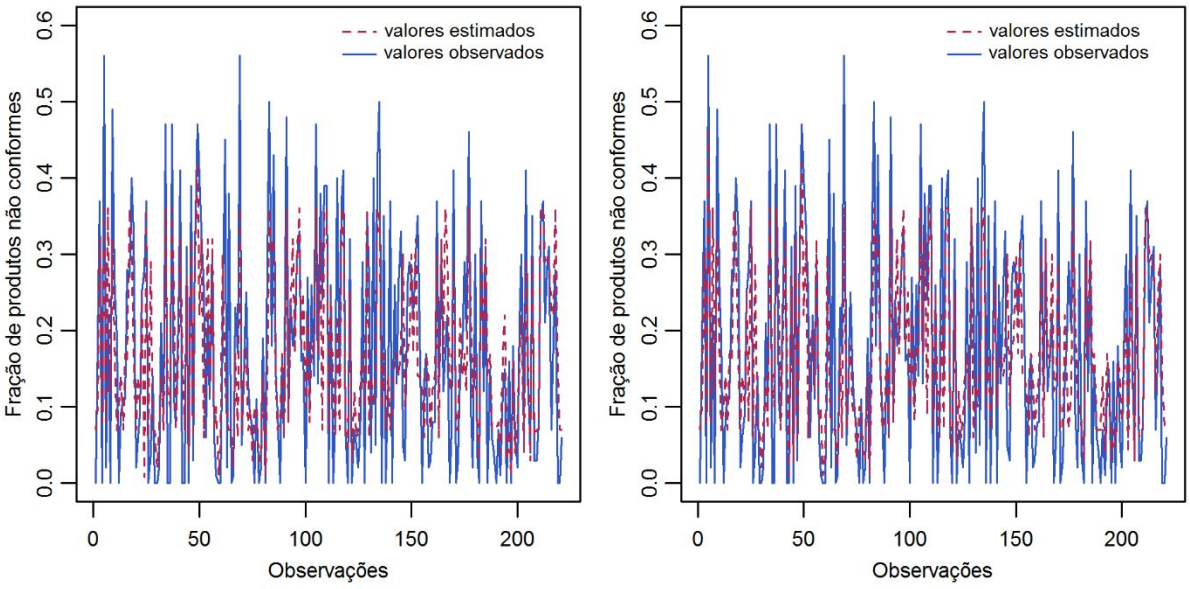
Tabela 2 - Valores dos erros calculados para os grupos de treinamento e de teste

Erro	RNA		SVR	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
MSE	0,01249	0,01391	0,01305	0,01355
RMSE	0,1117	0,1179	0,1142	0,1164
MAE	0,08796	0,09431	0,08462	0,08951

Fonte: Autoria própria (2019)

A Figura 4 apresenta os valores observados do processo e os valores estimados pelos modelos RNA e SVR para os dados do grupo de teste, onde verifica-se o bom desempenho preditivo dos modelos, pois os valores estimados se aproximam dos valores experimentais do processo. Analisando a Figura 4 e a Tabela 2 pode-se considerar que os modelos RNA e SVR representam adequadamente a fração de produtos não conforme do processo.

Figura 4 - Valores observados e valores estimados para o grupo de teste pelo modelo: (a) RNA e (b) SVR



(a) (b)

Fonte: Autoria própria (2019)

Na sequência foi realizada a comparação dos modelos RNA e SVR com os modelos de regressão linear, linear generalizado de distribuição Binomial, de Quase-verossimilhança e Beta. A equação (13) apresenta a forma de regressão para o modelo linear, a equação (14) apresenta o modelo de regressão linear generalizado (MLG) de distribuição Binomial com função de ligação *logit*, a equação (15) apresenta a forma de regressão para o modelo de Quase-verossimilhança (MQV) com função de ligação *logit* e variância do tipo $V(\mu) = \mu(1-\mu)$, e a equação (16) apresenta o modelo de regressão Beta com função de ligação *logit* e método de estimação por máxima verossimilhança.

$$\text{Linear} \Rightarrow NC = 0{,}2288 - 0{,}0178 * x_1 - 0{,}0563 * x_2 - 0{,}1326 * x_3 - 0.2006 * x_4 + 0{,}0300 * x_9 + 0{,}0946 * x_{10} - 0{,}1010 * x_{11} \quad (13)$$

$$\text{MLG Binomial} \Rightarrow NC = -1{,}2550 - 0{,}1041 * x_1 - 0{,}3767 * x_2 - 0{,}9376 * x_3 - 2{,}3871 * x_4 + 0{,}2625 * x_9 + 0{,}6222 * x_{10} - 0{,}7599 * x_{11} \quad (14)$$

$$\text{MQV} \Rightarrow NC = -1{,}3567 - 0{,}0051 * x_1 - 0{,}2566 * x_2 - 0{,}8531 * x_3 - 2{,}1960 * x_4 + 0{,}2766 * x_9 + 0{,}6500 * x_{10} - 0{,}7508 * x_{11} \quad (15)$$

$$\text{Beta} \Rightarrow NC = -1{,}2799 - 0{,}1888 * x_1 - 0{,}4243 * x_2 - 1{,}4856 * x_3 - 1{,}7678 * x_4 + 0{,}0325 * x_9 + 0{,}6201 * x_{10} - 0{,}6480 * x_{11} \quad (16)$$

Os dados do grupo de teste foram utilizados com os modelos linear, linear generalizado de distribuição Binomial, de Quase-verossimilhança e Beta. A Tabela 3 apresenta os valores dos erros calculados para todos os modelos, conforme equações (9) a (12).

Tabela 3 - Valores dos erros calculados para o grupo de teste com os modelos

Modelo	MSE	RMSE	MAE
RNA	0,01391	0,1179	0,09431
SVR	0,01355	0,1164	0,08951
Linear	0,01619	0,1272	0,10453
MLG Binomial	0,01580	0,1257	0,10017
Quase-verossimilhança	0,01578	0,1256	0,10208
Beta	0,01570	0,1253	0,10203

Fonte: Autoria própria (2019)

Analisando os resultados da Tabela 3 verifica-se que: (i) o modelo SVR apresenta os menores valores de erros entre os modelos; (ii) o modelo SVR apresenta desempenho um pouco melhor do que o modelo RNA; (iii) as duas técnicas de aprendizado de máquina apresentam desempenho melhor do que as quatro técnicas estatísticas; (iv) o modelo Beta apresenta desempenho um pouco melhor do que os modelos linear, linear generalizado de distribuição Binomial e de Quase-verossimilhança; (v) os modelos SVR e RNA apresentam desempenho melhor do que o modelo Beta, sem a necessidade de assumir uma distribuição de probabilidade específica para a implementação dos modelos.

4. CONCLUSÕES

Os efeitos das variáveis independentes sobre a característica da qualidade em processos industriais podem ser analisados através da modelagem dos dados destes processos usando modelos de regressão. Para esta modelagem podem ser utilizadas técnicas estatísticas, como os modelos lineares, modelos lineares generalizados e o modelo de regressão Beta, e técnicas de aprendizado de máquina, como as redes neurais artificiais e a regressão por vetores de suporte.

Neste artigo foram utilizadas as redes neurais artificiais e a regressão por vetores de suporte para a modelagem da fração de produtos não conformes às especificações de uma indústria curtidora de couro em que a característica da qualidade é mensurada no intervalo [0,1]. Os modelos RNA e SVR obtidos foram comparados com quatro modelos de regressão desenvolvidos com técnicas estatísticas para o mesmo processo produtivo.

Analisando os valores dos erros obtidos para os modelos verifica-se que o modelo SVR apresentou desempenho próximo ao do modelo RNA e melhor desempenho no ajuste do modelo aos dados do que os modelos de regressão linear, modelos de regressão lineares generalizados e modelo de regressão Beta.

Através dos resultados verifica-se que os modelos obtidos utilizando as duas técnicas de aprendizado de máquina (RNA e SVR) obtiveram um desempenho melhor do que os modelos utilizando as quatro técnicas estatísticas (modelo linear, modelos lineares generalizados e modelo Beta). Estes resultados estão de acordo com trabalhos disponíveis na literatura onde os autores concluem que as redes neurais artificiais e a regressão por vetores de suporte apresentam desempenho similar ou superior quando comparadas às técnicas estatísticas convencionais. Apesar destas técnicas de aprendizado de máquina apresentarem bons resultados no modelamento de processos, estas ainda são mais complexas do que as técnicas estatísticas convencionais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Julio Cesar Laurentino. Máquinas de vetores de suporte aplicada a dados de espectroscopia NIR de combustíveis e lubrificantes para o desenvolvimento de modelos de regressão e classificação. Campinas: Unicamp, 2012. 272 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

BRAGA, Antônio de P.; CARVALHO, André P. de L. F.; LUDERMIR, Teresa B. Redes neurais artificiais: teoria e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CORDEIRO, Gauss M.; DEMÉTRIO, Clarice G. B. Modelos lineares generalizados. São Paulo: Editora da USP, 2008.

CYBENKO, G. Approximations by superpositions of sigmoidal functions. Mathematics of Control, Signals, and Systems, v. 2, n. 4, p. 303-314, 1989.

FACELI, Katti; LORENA, Ana C.; GAMA, João; CARVALHO, André C. P. L. F. Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

FERRARI, S.; CRIBARI-NETO, F. Beta regression for modelling rates and proportions. Journal of Applied Statistics, v. 31, n. 7, p. 799-815, 2004.

HAYKIN, Simon. Neural networks and learning machines. 3rd ed. New York: Prentice Hall, 2009.

KECMAN, Vojislav. Learning and soft computing: support vector machines, neural networks and fuzzy logic models. London: MIT Press, 2001.

MITCHELL, Tom M. Machine learning. New York: McGraw-Hill, 1997.

MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

SANT'ANNA, Ângelo. M. O. Ferramentas para modelagem e monitoramento de características de qualidade do tipo fração. 2009. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCHÖLKOPF, Bernhard; SMOLA, Alex J. A tutorial on support vector regression. Statistics and Computing, Netherlands, vol. 14, nº 3, p. 199-222, august, 2004.

VAPNIK, Vladimir N. Statistical learning theory. New York: John Wiley & Sons, 1998.

VAPNIK, Vladimir N. An overview of statistical learning theory. IEEE Transactions On Neural Networks, vol. 10, nº 5, september, 1999.

Capítulo 37

TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: UMA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SETOR

Maurício Machado Corcetti (FHO-Uniararas)
Taís Latarini (FHO-Uniararas)
Everton R. A. dos Santos (FHO-Uniararas)
Murilo Dias Ramos (FHO-Uniararas)
Aline Damasceno Pellicani (FHO-Uniararas)

Resumo: O setor de telecomunicações desempenha papel essencial no mercado mundial. Com isso, sua atuação tem impacto em todos os demais setores da economia, o que o caracteriza como viabilizador das relações entre os mercados. Dado sua importância, o objetivo do presente estudo é analisar a dinâmica financeira desse setor ao longo do período de 1996 a 2017. Essa análise é feita com base nos demonstrativos financeiros das empresas que compõem o setor de telecomunicações. Dessa forma, construíram-se indicadores financeiros para analisar a rentabilidade, endividamento e crescimento das empresas e do setor nesse período. Os resultados apontam avanços e retrocessos no setor ao longo dos anos, possivelmente devido a fusões, aquisições e melhorias na qualidade dos serviços prestados e produtos ofertados. Além disso, identificou-se que o aumento do endividamento de curto prazo e alta necessidade de investimentos foram os grandes desafios do setor de telecomunicações no Brasil nesse período.

Palavras-chave: Endividamento; Rentabilidade; Investimento; Setor de Telecomunicações; Série de tempo

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico, o mercado mundial tem se tornado cada vez mais dependente do setor de telecomunicações e sistemas de informação. Teixeira e Toyoshima (2003) afirmam que o complexo eletroeletrônico agrega os principais segmentos do capitalismo e, dentre os setores que o compõem, o setor de telecomunicações pode ser considerado como um dos mais relevantes, tendo em vista o alto grau de encadeamento com outros setores.

De acordo com a Telebrasil (2018), as telecomunicações compreendem a transmissão, emissão ou recepção de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza, por fio, rádio, eletricidade, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético.

O presente trabalho concentra-se nas empresas que possuem autorização, permissão ou concessão para a prestação serviços de telefonia (Telebrasil, 2018). No Brasil, até 1998, o setor de telecomunicações era de total poder da União, e posteriormente, iniciou-se o processo de privatização, como estratégia de desenvolvimento brasileiro. Os anos que seguem a desestatização são marcados por sua evolução, havendo novas regulamentações, surgimento de novas empresas de telecomunicações, crescimento de infraestrutura, desenvolvimento tecnológico e ampliação do rol de empresas participantes da cadeia de valor do setor.

Neste sentido, é possível notar que setor de telecomunicações tem desenvolvido papéis essenciais para o desenvolvimento dos outros setores na economia, dos quais se destacam (i) a atuação no setor primário por meio da universalização das informações, rapidez na obtenção de dados e fomento de seu desenvolvimento tecnológico, (ii) a viabilização das atividades do setor secundário, reflexo da dependência pelas telecomunicações em todos os âmbitos produtivos atuais e (iii) a forte atuação no setor terciário, em que permite o fluxo das informações necessárias para seu bom funcionamento.

Diante da importância das telecomunicações para o mercado mundial, o presente estudo realiza a análise econômico-financeira do setor, utilizando-se da comparação das empresas que o compõem, a fim de entender sua robustez, rentabilidade, endividamento e o cenário do setor ao longo dos anos. Para isso, são utilizados os indicadores econômico-financeiros: ativo total, endividamento geral, dívidas de curto e longo prazo, taxa de investimento, rentabilidade (ROE e ROA), das empresas: Telefônica Brasil S.A., OI S.A., TELEC BRASILEIRAS S.A. TELEBRAS e TIM PARTICIPAÇÕES S.A., entre os anos 1996 a 2017.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

O atual cenário do mercado de telecomunicação é resultado de um longo processo de tentativas de otimização do sistema. De acordo com Galina (2003), o Brasil foi o primeiro país no mundo a utilizar o telefone, depois dos Estados Unidos, em 1877, sendo o primeiro grande esforço para integração nacional entre 1890 e 1916, com a interligação da Amazônia com linhas já existentes. Entretanto, apenas em 1961 foi criado o Código Brasileiro de Telecomunicações (lei n. 4.117) junto com o Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT), que coloca sob jurisdição da União os serviços de telégrafo, radiocomunicação e telefonia interestadual.

Em 1972, foi criada a Telecomunicações Brasileiras S/A – TELEBRAS, vinculada ao Ministério das Comunicações, com o objetivo de centralizar, padronizar e modernizar as diversas empresas de telecomunicações que prestavam serviços no Brasil. Ao longo dos anos a Telebras absorveu as empresas de serviços telefônicos no país, ampliando sua presença no país. Com isso, torna-se responsável por mais de 95% dos terminais telefônicos em serviço no Brasil (DE JESUS IRINEU, 2016).

Em 1998, o setor de telecomunicações foi privatizado, que segundo Neves (2002), constituiu-se um marco para a história das telecomunicações brasileiras, pois concretizou as diversas mudanças ocorridas desde 1995, que o governo brasileiro se preparava para aperfeiçoar o sistema.

De acordo com Guedes e Vasconcellos (2009), a privatização possibilitou um cenário de competição que elevou substancialmente a oferta, a disponibilidade e a qualidade dos serviços prestados à população. Entretanto, de acordo com Loural e Leal (2010), a década de 2000 passou por um processo de consolidação do setor, com fusões e aquisições, o que resultou em uma concentração de mercado em poucos grupos econômicos, dos quais se destacam a Tim (italiana), a Telefônica/Vivo (espanhola e portuguesa), a Oi/Brasil Telecom (brasileira) e a Claro/Embratel/Net (mexicana). É notável o predomínio de empresas estrangeiras no setor de telecomunicações brasileiro, sendo a Oi a única empresa nacional. Adicionalmente, os levantamentos de Loural e Leal (2010) apontam uma fase de expansão do uso e acesso à infraestrutura de telecomunicações em banda larga, a partir da utilização de instrumentos legais regulatórios dos serviços prestados e o investimento público por meio da desoneração fiscal de equipamentos e serviços.

De acordo com Leonel (2018), no segundo semestre de 2009 foi constituído um grupo de trabalho para a construção de um Plano Nacional de Banda Larga, para o incentivo de seu uso no país. Ao

mesmo tempo, países como Estados Unidos, Austrália, Canadá, Coréia do Sul, Japão e países da comunidade Europeia discutiam ações para a massificação da banda larga. No Brasil, o plano foi lançado em 2010 e destacou a instituição de metas e medidas regulatórias e a criação de um Comitê Gestor para a execução do plano. Um grande marco foi a reativação da Telebras para a construção de uma rede pública de transmissão de dados em alta velocidade (LEONEL, 2018).

2.2. ANÁLISE DE INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS

Em uma organização, a função financeira envolve o gerenciamento de recursos e como estes são geridos para obter lucros. Assaf Neto (2002) defende que a comparação dos dados de demonstrativos financeiros das empresas permite uma perspectiva mais dinâmica e esclarecedora que a posição estática das demonstrações contábeis. Braga (1989) indica que a situação financeira pode ser avaliada pela análise dos elementos patrimoniais que medem o grau de endividamento, a estrutura de capital da empresa e os ativos por elas financiados, bem como sua capacidade de liquidação dos compromissos. Nesse sentido, o uso de índices econômico-financeiros se torna relevante para a compreensão das condições das empresas do setor, abordadas neste estudo.

3. METODOLOGIA

O estudo baseou-se nos valores registrados nos demonstrativos financeiros das empresas do setor de telecomunicações, entre os anos de 1996 a 2017. Para a coleta de dados, utilizou-se a classificação setorial da base de dados Economática, a qual informa que o setor de interesse do estudo é composto por quatro empresas, sendo elas: Telefônica Brasil S.A. (TELEF BRASIL), OI S.A. (Oi), TELEC BRASILEIRAS S.A. TELEBRAS (Telebras) (que abriu capital em 2009 e, portanto, não existem dados e observações entre 1996 e 2009) e a TIM PARTICIPAÇÕES S.A. (TIM). Com os dados organizados, calculou-se os indicadores contábeis ano a ano, sendo que para tais cálculos, os dados foram deflacionados de acordo com o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo).

Os índices econômico-financeiros utilizados são: índices de endividamento (Dt, PnC/AT e PC/AT) e os índices de rentabilidade (ROE, ROA). Foram analisados também: (1) o tamanho da empresa, medido pelo ativo total das empresas ao longo dos anos e (2) a taxa de investimento em imobilizados, medido pela variação do ativo imobilizado em razão do total desse ativo no início do período. Estes indicadores são apresentados e descritos na Tabela 1. Para facilitar o entendimento dos dados, estes são apresentados em gráficos presentes na seção 4. Resultados e discussões.

Tabela 1 – Índices econômico-financeiros

Índice	Sigla	Cálculo
Ativo total	AT_n	Ativo total n
Dívida total	Dt / AT	(Passivo não circulante + Passivo Circulante / Ativo total) x 100
Dívida de longo prazo	PnC / AT	(Passivo não circulante / Ativo total) x 100
Dívida de curto prazo	PC / AT	(Passivo circulante / Ativo total) x 100
Taxa de investimento	I	(Imobilizado n - Imobilizado (n+1)) / Imobilizado (n+1)
Retorno sobre o patrimônio líquido	ROE	(Lucro líquido / Patrimônio líquido) x 100
Retorno sobre o ativo	ROA	(Lucro líquido / Ativo total) x 100

Fonte: Adaptado de Braga (1989). Notas: nessa tabela, o valor de "n" equivale o ano calculado pelo índice.

3.1. INDICADORES DE ENDIVIDAMENTO

O índice Dívida Total, determina o nível de endividamento geral da empresa. Os índices Dívida de longo prazo e Dívida de curto prazo indicam o volume de dívidas no longo e curto prazo sobre o ativo total, respectivamente. Nesses indicadores, resultados com valores baixos são melhores para a saúde financeira da empresa (Braga, 1989).

3.2. INDICADORES DE RENTABILIDADE

Segundo Braga (1989), os índices de rentabilidade são caracterizados em dois conjuntos: os que apresentam a taxa de retorno sobre os recursos próprios investidos (patrimônio líquido) e o que expressam a taxa de retorno sobre o ativo total da empresa. Estes índices, quanto maiores, são considerados mais atrativos para o mercado.

O ROE (do inglês, "*Return on Equity*", entendido como "retorno sobre o patrimônio líquido"), "mensura o retorno dos recursos aplicados na empresa por seus proprietários" (ASSAF, 2012). O ROA (do inglês, "*Return on Assets*", entendido como "retorno sobre o ativo"), resulta no retorno proveniente de aplicações feitas pela empresa nos seus próprios ativos, conforme descreve Assaf (2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS INDICADORES NO PERÍODO ANALISADO

Diante da metodologia apresentada foram construídos os indicadores financeiros para o setor de telecomunicações ao longo dos anos, composto pelas quatro empresas citadas anteriormente: Telefônica Brasil, Oi, Telebras e Tim.

A figura 1 apresenta as estatísticas descritivas dos indicadores financeiros no período analisado. Essa análise é feita em duas partes, sendo que na primeira considera-se a amostra total composta por todas as empresas listadas no setor, e na segunda, exclui-se a empresa Telebras. Essa exclusão é feita, pois se identifica que os resultados da empresa Telebras têm impacto significativo na análise dos indicadores, e por isso, poderia conduzir a análises distorcidas do comportamento destes. As variáveis que apresentam maior variabilidade (desvio padrão) são: taxa de investimento com 3,18 na amostra total e 0,62 na amostra sem Telebras. O ROA na amostra total apresenta desvio padrão de 7,51, enquanto na amostra sem a Telebras o valor é de 0,14.

As empresas desse setor têm tamanho, medido pelo ativo total, em torno 4,08E+07, em média. Já o endividamento ao longo do período analisado é, em média de 0,53 para a dívida total, e de 0,26 tanto para a dívida de curto quanto de longo prazo. A taxa de investimento do setor é em média de 71% para a amostra total, mas a mediana revela que em metade das observações não houve alteração na taxa de investimento das empresas. Isso se torna ainda mais evidente quando os indicadores são analisados desconsiderando-se a Telebras, em que se tem uma média de investimento 13% no período e uma mediana de -1%.

As rentabilidades sobre o ativo e sobre o patrimônio líquido, ROA e ROE, demonstram serem baixas no setor em ambas amostras, sendo de 0,05 e 0,08 respectivamente na amostra sem a Telebras. No caso da amostra com a Telebras, o ROE negativo, -0,79, ocorre por influência da Telebras, que apresenta patrimônio líquido negativo.

Figura 1 – Resultados dos indicadores setoriais de endividamento, liquidez e rentabilidade.

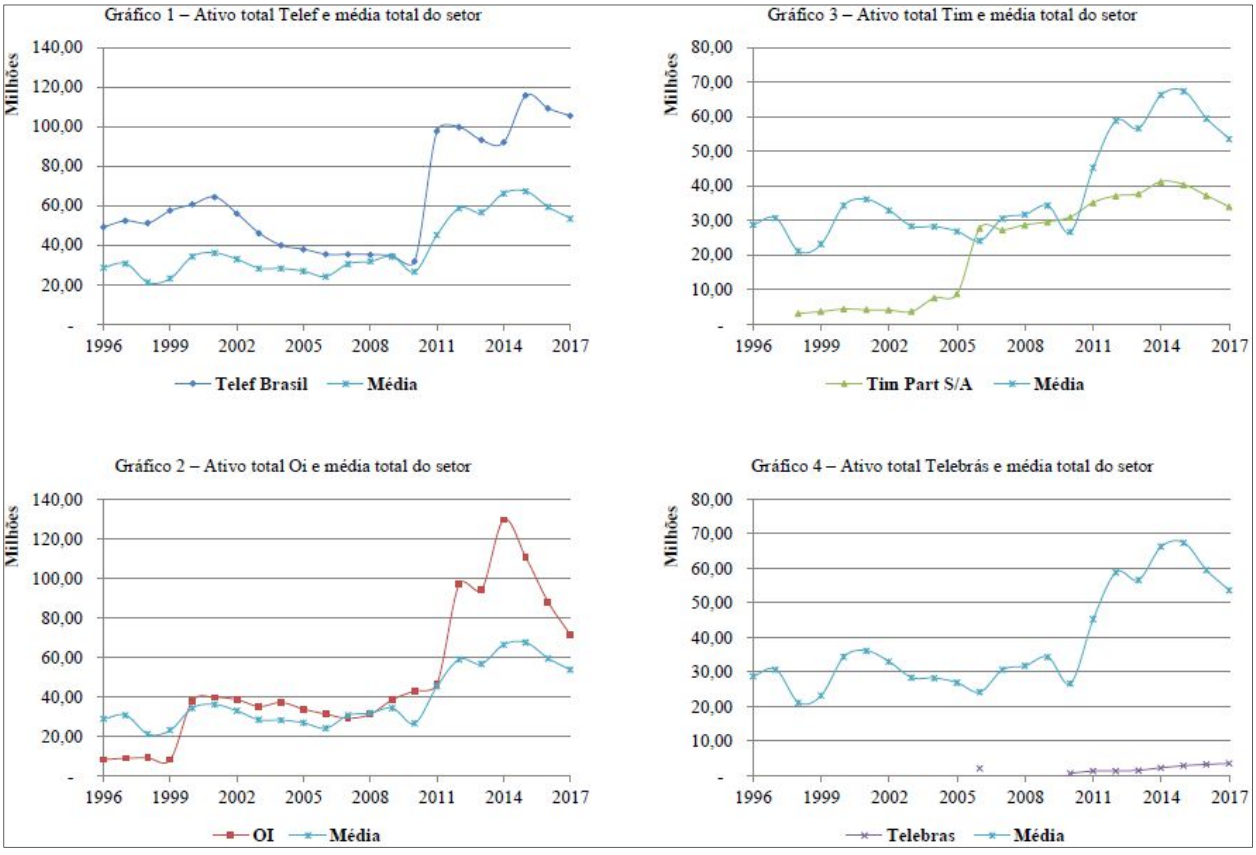
	Amostra total			Amostra sem Telebras		
Indicadores	**Média**	**Mediana**	**Desvio Padrão**	**Média**	**Mediana**	**Desvio Padrão**
Ativo total	4,08E+07	3,55E+07	3,32E+07	4,56E+07	3,74E+07	3,21E+07
Dívida total	0,53	0,47	0,24	0,47	0,44	0,19
Dívida de longo prazo	0,26	0,18	0,23	0,20	0,17	0,14
Dívida de curto prazo	0,26	0,25	0,14	0,27	0,26	0,13
Taxa de investimento	0,71	0,00	3,18	0,13	-0,01	0,62
ROE	-0,79	0,09	7,51	0,08	0,09	0,14
ROA	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL: ATIVO TOTAL

A figura 2 a seguir, apresenta os gráficos relativos ao comportamento do tamanho das empresas, medido pelo Ativo total ao longo do tempo. A média total do setor apresenta valores menores que 40 milhões até o ano de 2010 e a partir de 2011, há aumento expressivo, atingindo em 2015 60 milhões.

Figura 2 – Gráficos variação ativo total do setor telecomunicações



Fonte: Elaborado pelos autores

A empresa Telef, no gráfico 1 da figura 2, possui ativo total maior que a média do setor ao longo dos anos, sendo 2011 o ano com maior aumento de ativo no período, passando de menos de 30 milhões para mais de 80 milhões. Essa diferença pode ser caracterizada pelas aquisições, especificamente entre 2010 e 2015, que conforme publicado em documentos pela empresa, foram adquiridas as empresas: Lemontree, GTR-T Participações e Empreendimentos, Vivo Participações S.A. e a GVT; esta última permitindo a Telef poupar R$ 600 milhões em investimentos e despesas com equipamentos.

No gráfico 2 da figura 2, a empresa Oi S.A. tem comportamento de ativo semelhante à média do setor até o ano de 2011. Em 2012 o ativo total aumenta de maneira significativa, quando passa pela fusão com a Portugal Telecom, e cria outra empresa, a CorpCo. Conforme fato relevante publicado pela Oi, a fusão objetivou fortalecimento das empresas no mercado, como por exemplo, aumento de capital e listagem no Novo Mercado na B3. A partir de 2015, a empresa tem diminuição de ativo total, que pode ser justificado pela recuperação judicial iniciada em 2016.

A empresa Tim representada no gráfico 3 da figura 2, apresenta ativo relativamente constante até 2005, com menos de R$ 10 milhões. Entretanto, a partir de 2006, a empresa apresenta crescimento de ativo total, o que se justifica pela incorporação da TIM Cel. Em 2014, a Tim investe em tecnologia 4G, visando melhorias nos serviços prestados.

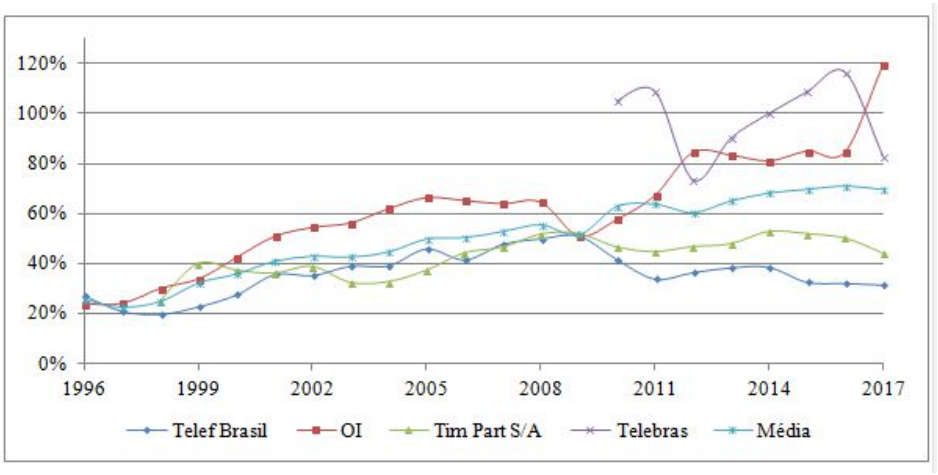
O gráfico 4 da figura 2 contêm os dados de ativo total da empresa estatal Telebras. Os dados desta iniciam-se em 2010, dessa forma, seu ativo total não é expressivo quando comparado às outras empresas do setor. Por ser uma empresa reativada pelo governo para a implantação do Plano Nacional de Banda Larga, essa não compete com as outras, portanto não há a necessidade de tamanho similar.

Nos gráficos, é possível identificar como as empresas podem ter sido afetadas pela crise, pois a partir de 2015 há diminuição do ativo total nas empresas Tim, Telef e Oi. Com a recessão em meados de 2014, apesar de inovações tecnológicas, a diminuição da produção industrial, comércio em geral e volume de consumo podem ter influenciado negativamente as receitas das empresas.

4.3 ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL: INDICADORES DE ENDIVIDAMENTO

A figura 3 apresenta os dados de endividamento e a média total destes dados. A média total apresenta três momentos de nível de dívida sobre ativo, sendo: entre 1996 e 2000 menor que 40%, entre os anos de 2001 e 2009 passa a ser em média 50%, em 2010 passa a ser maior que 60%. A média é alterada a partir de 2010 por influência dos dados das empresas Oi e Telebras, que apresentam níveis de dívida maiores que 80% de seu ativo total.

Figura 3 – Endividamento Geral

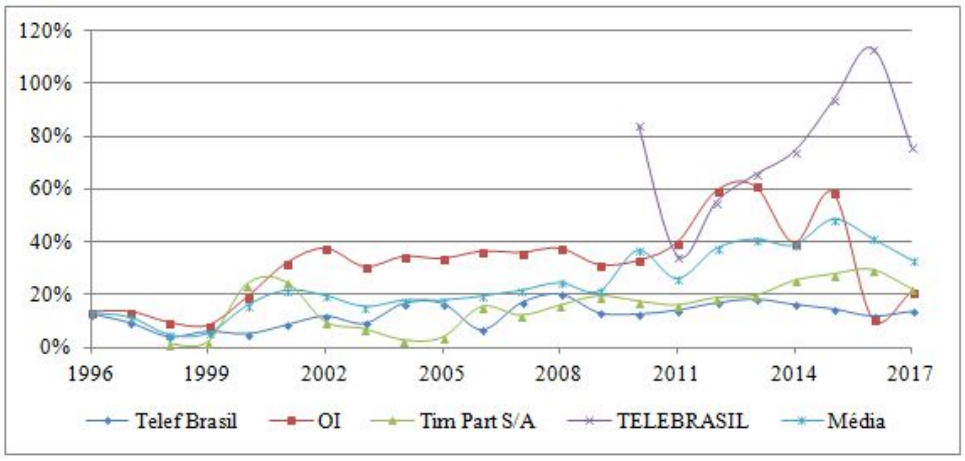


Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 4 apresenta dados referentes à dívida de longo prazo e a média total do setor. Até o ano de 2009, a média de passivo não circulante representa 20% do ativo total; este valor aumenta, atingindo aproximadamente 50% em 2015. Em 2016 e 2017 há diminuição do passivo não circulante, representando apenas 30% do ativo total do setor.

A média de endividamento é influenciada pelas empresas OI e Telebras, tendo o mesmo comportamento apresentado na figura 3, de endividamento geral. As empresas Telef e Tim apresentam dívidas de longo prazo menores que 30% no período analisado. O comportamento de diminuição de dívida de longo prazo a partir de 2015 demonstra menor captação de recursos para financiamento de ativos de longo prazo, portanto as empresas passaram por um período de não investimento, seja por escassez de recursos ou aumento de riscos para investimento.

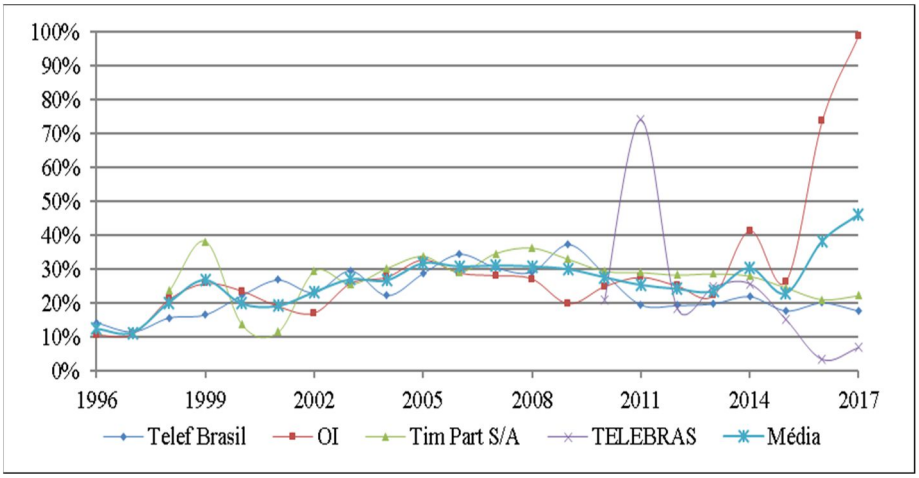
Figura 4 – Dívida de longo prazo do setor



Fonte: Elaborado pelos autores

A dívida de curto prazo do setor e a média total estão representadas na figura 5. Entre 1996 e 2003, as empresas têm proporção menor que 30% de passivo não circulante na composição do ativo total. Entre 2004 e 2008 o passivo circulante aumenta para em média 30%. Há aumento em 2016 por influência da empresa Oi, que conta com 75% de ativo circulante. Isso mostra que a empresa financiou atividades com recursos de curto prazo, o que compromete seu desempenho financeiro. As empresas Tim e Telef têm menor representação de passivo circulante em sua estrutura, sendo este entre 20% e 30% de seu ativo total.

Figura 5 – Dívida de curto prazo



Fonte: Elaborado pelos autores

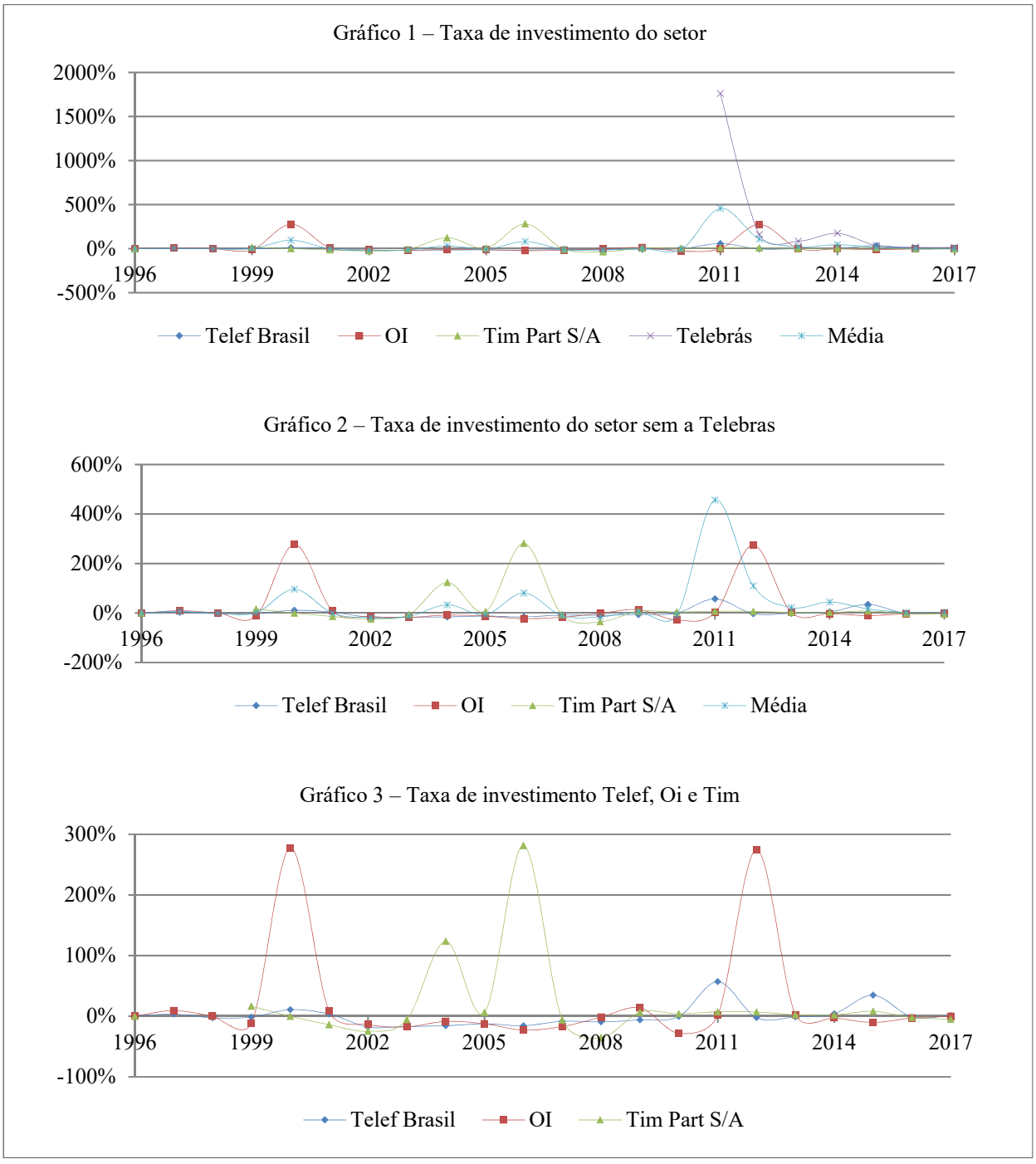
4.4 ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL: TAXA DE INVESTIMENTO

Os gráficos a seguir, na figura 6, apresentam as variações nas taxas de investimentos das empresas em estudo. Estes foram divididos para facilitar a observação dos dados, em que: no gráfico 1 é apresentado os dados de todas as empresas do setor e a média; no gráfico 2, é retirado os dados da empresa Telebras, que apresenta proporção maior que as demais, sendo evidenciada a média do setor, que varia conforme a amplitude dos dados da Telebras; no gráfico 3, as taxas de investimento das demais empresas, Telef, Tim e Oi.

A Telebras por se tratar de uma empresa que foi criada para criar infraestrutura de banda larga, tem uma grande variação de imobilizado entre 2010 e 2011, reduzindo nos anos seguintes, de acordo com o gráfico 1. A média até 2010 tem mesma proporção para todas as empresas sendo afetada pela Telebras neste ano conforme observado no gráfico 2. É interessante observar no gráfico 3, que os pontos com aumento superior a 100% são os anos em que houveram compras e reestruturação das companhias Telef, Tim e Oi. Na aquisição de outra empresa, há a incorporação de imobilizado

justificando a variação. O gráfico 3 mostra que houveram anos em que as empresas do setor não investiram em imobilizado, representado por variação negativa entre 2002 e 2011, a média descrita na figura 1 para a variação do imobilizado na amostra sem Telebras é de 0,13, demonstrando que apesar de haver aumento, este não é expressivo, pois essa média leva em conta anos em que houveram aumentos maiores que 100%, chegando a 270% em dois casos.

Figura 6 – Taxa de investimento do setor em geral



Fonte: Elaborado pelos autores

4.5 ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL: INDICADORES DE RENTABILIDADE

O retorno sobre o patrimônio líquido representado na figura 7, é dividido em três gráficos: no gráfico 1, as informações de todo setor, evidenciando a Telebras com retorno menor que 6000%, esse valor pode ser explicado pelo fato de que o objetivo da empresa não é gerar lucro e sim criar estrutura de banda larga no país, por este motivo não será descrito o seu comportamento; o gráfico 2 apresenta a média do setor influenciada pela Telebras; e no gráfico 3 são apresentadas as empresas Telef, Tim e Oi.

O retorno sobre ativo das empresas Telef e Tim variam entre 10% e 20%, mas no caso da empresa Oi, em sua maioria o ROE se apresenta negativo, este fator pode ter impulsionado sua dificuldade financeira em 2016. Novamente, em 2015 as três empresas apresentam diminuição no ROE, que pode ser explicado pela diminuição do lucro líquido neste período de crise financeira do país.

Figura 7 – Retorno sobre patrimônio líquido (ROE) do setor telecomunicações

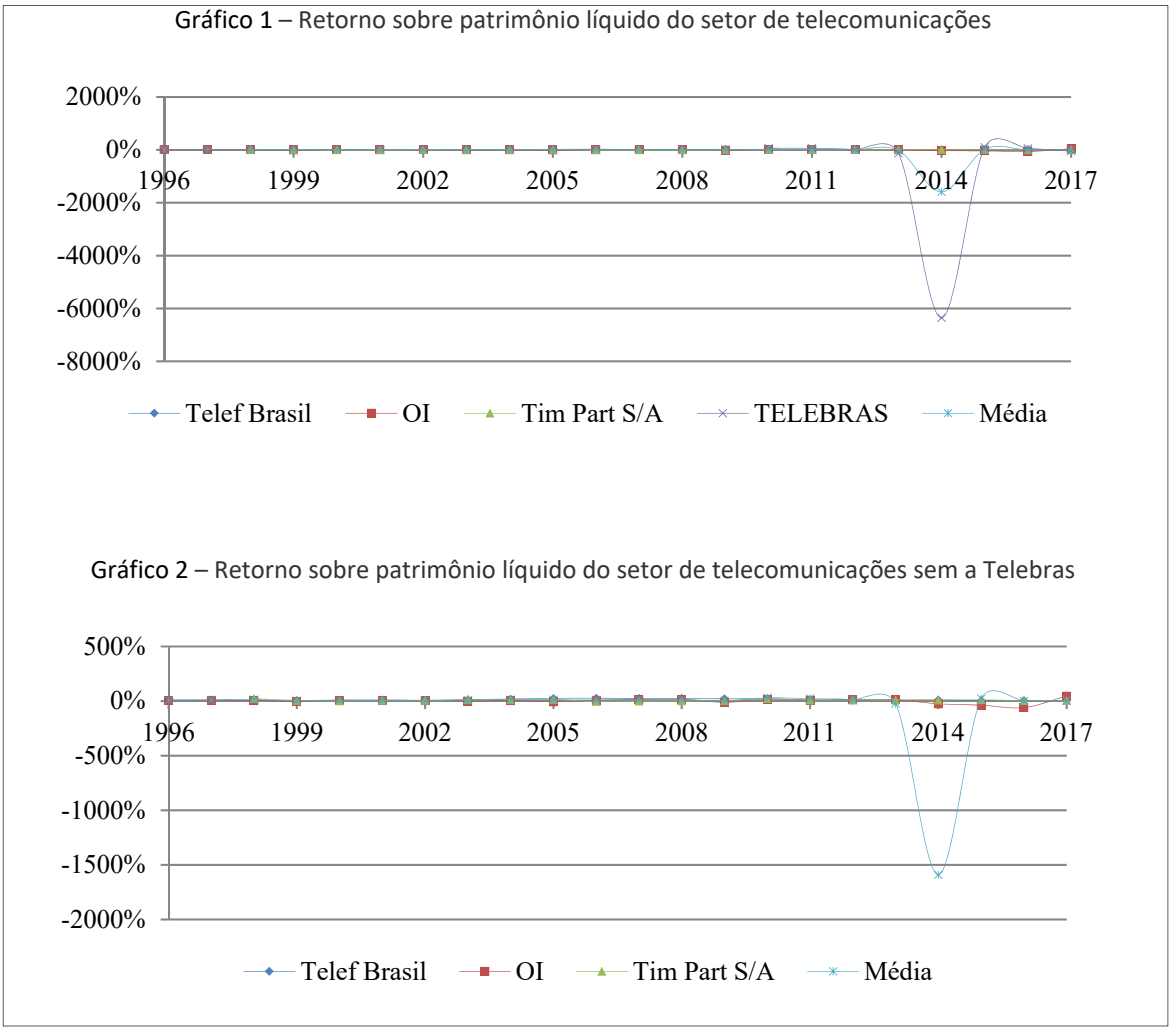
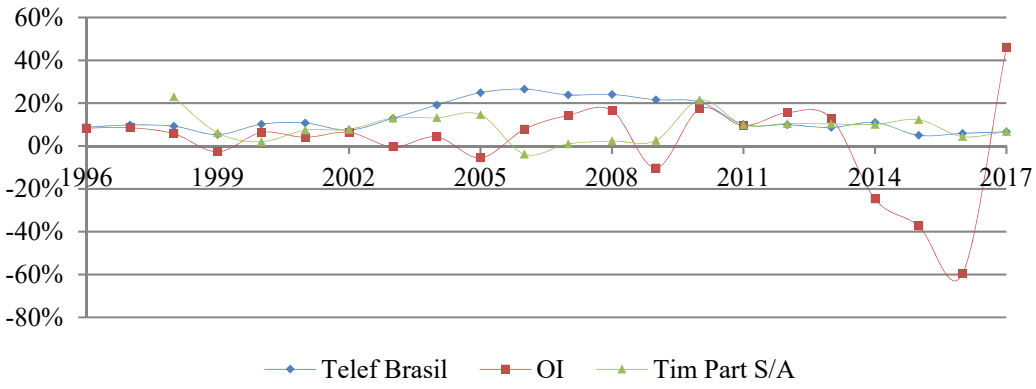


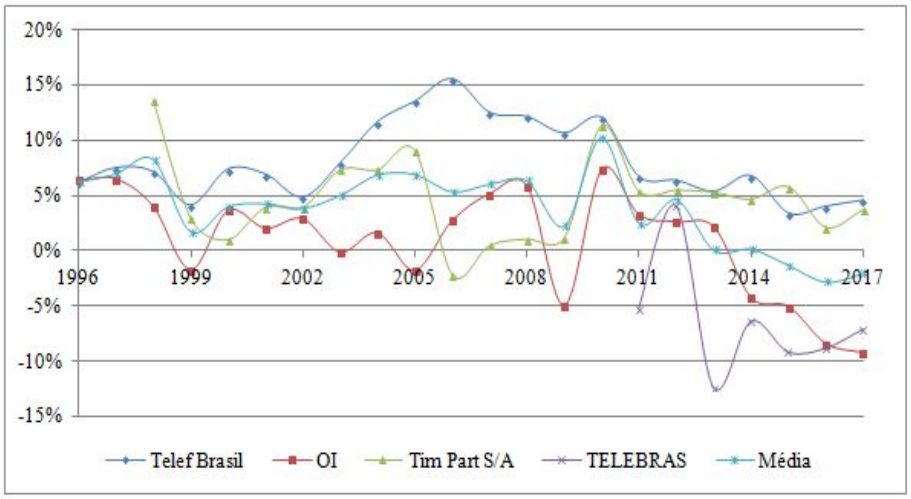
Gráfico 3 – Retorno sobre patrimônio líquido das empresas: Telef, Oi e Tim



Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 8 apresenta o Retorno sobre o Ativo Total das empresas do setor e média total. A empresa Oi no período estudado atinge valores menores que zero em alguns anos, mantendo-se abaixo disto a partir de 2013. As empresas Telef e Tim a partir de 2015 passam ter ROA menores que 5%. Como ocorrido no ROE, a Telebrasil apresenta rentabilidade menor que zero por motivos explicitados anteriormente, mas no caso do ROA a média do setor é influenciada negativamente a partir de 2014 devido a diminuição do indicador da empresa Oi.

Figura 8 – Retorno sobre Ativo (ROA)



Fonte: Elaborado pelos autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido buscou compreender as dinâmicas do setor de telecomunicações brasileiro. O setor tem enfrentado mudanças significativas, como inovações tecnológicas e reestruturação das empresas que o formam. Análises econômico-financeiras visam mostrar, de diversas formas, como uma empresa está no mercado. Este trabalho evidenciou o comportamento das empresas em relação ao seu nível de endividamento, investimento e rentabilidade, que, no período em questão, apresentou cenários críticos e otimistas.

O setor de telecomunicações, contribui de forma direta e indireta no funcionamento básico dos demais setores. As cadeias de suprimentos, que são compostas por grupos de empresas, relações de clientes e fornecedores, em variados segmentos da indústria dependem do fluxo de informação para a criação de valor, o que evidencia a importância das telecomunicações neste processo.

O período estudado mostra avanços e regressos no setor. Baseado neste estudo, o setor ao longo dos anos tem buscado desenvolvimento, como fusões, aquisições e reestruturação. Estas são medidas para melhorar os produtos e serviços prestados, para então, garantir que toda a acesso universal e com qualidade. A crise financeira no Brasil pode ter influenciado negativamente os resultados do setor de telecomunicações. No caso da rentabilidade e tamanho, a partir de 2015 há diminuições destes indicadores em todas as empresas o que pode indicar influências do mercado como diminuição do consumo e aumento de custo de capital.

O endividamento do setor se mostrou crescente nas análises, podendo ser justificado por fatores internos e externos, desde reestruturação administrativa a causas macroeconômicas. No que se refere a investimento e rentabilidade, o setor em geral passou por diversas modificações estruturais, como fusões e aquisições de grandes efeitos no setor ao longo dos anos.

As quatro empresas deste estudo apresentam expansão de suas estruturas, com isso, a necessidade de investir é evidente, incentivado pelas dimensões continentais do país. Aumento de dívidas e períodos de baixa rentabilidade, como o ROA abaixo de 5%, mostra que o setor ainda detém desafios para seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico financeiro. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ASSAF NETO, A. Finanças corporativas e valor. São Paulo: Atlas, 2012.

BRAGA, R. Fundamentos e técnicas de administração financeira. São Paulo: Atlas, 1989.

DE JESUS IRINEU, Tiago. A Desestatização do Setor de Telecomunicações no Brasil. Revista Economia & Gestão, v. 16, n. 42, p. 178-194, 2016.

GALINA, S. V. R. Desenvolvimento global de produtos: o papel das subsidiárias brasileiras de fornecedores de equipamentos do setor de telecomunicações. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUEDES, L. F. A.; VASCONCELLOS, L. A proposal for aforecastingmodel for mobile phonemarketgrowth in Brazil. Future StudiesResearchJournal: TrendsandStrategy. São Paulo, v. 1, n. 1, jan/jun. 2009.

LEONEL, E. V. Universalização da banda larga no Brasil: formação da agenda do Programa Nacional de Banda Larga. Revista Eptic, v. 20, n. 1, jan-abr 2018.

LOURAL, C. A.; LEAL, R. L. V. TD CEPAL/IPEA027 – Desafios e oportunidades do setor de telecomunicações no Brasil. Brasília, 2010.

NEVES, M. S. O setor de telecomunicações. BNDES 50 anos: histórias setoriais.

TELEBRASIL. O setor de telecomunicações no Brasil: uma visão estruturada. 2018.

TEIXEIRA, R. A; TOYOSHIMA, S.H. Evolução das Telecomunicações no Brasil, 1950–2001: o caso da telefonia. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 34, n. 1, jan-mar. 2003.

Capítulo 38

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LOGÍSTICO NO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR TÊXTIL BASEADO EM SEUS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Francielly Hedler Staudt (Centro Tecnológico / Engenharia de Produção e Sistemas - franhedler@gmail.com)

Ana Karolina Cassiano Legal (Universidade Federal deSanta Catarina - aanakcl@gmail.com)

Milena Mueller Pereira Benevides (Centro Tecnológico / Engenharia de Produção e Sistemas - milenabenevides@gmail.com)

Resumo: Avaliação de desempenho logístico é uma ferramenta que auxilia a monitorar as atividades internas e os serviços prestados de forma quantitativa. Para cumprir seu papel na gestão dos processos, esta tarefa deve ser continuamente realizada deentro das organizações. Este trabalho analisa o modelo de avaliação de desempenho utilizado pelo CD de uma empresa do setor têxtil e propõe novos indicadores para ampliar a visão do gestor sobre a sua performance. Visto a importância não só dos processos operacionais da empresa, mas também o relacionamento com o cliente, sugere-se utilizar indicadores para avaliação interna e externa, que atendam um ou mais objetivos estratégicos de forma direta ou indireta. Por fim, sugerem-se outros cinco indicadores de desempenho a serem incluídos no sistema de avaliação de desempenho, após uma validação dos mesmos com a literatura e os objetivos estratégicos da empresa, possibilitando à empresa identificar mais assertivamente seus problemas operacionais para realizar medidas corretivas nas operações.

Palavras-chave: Indicadores de desempenho; Centro de distribuição; Desempenho logístico

1. INTRODUÇÃO

Avaliação de desempenho é uma atividade fundamental para a logística empresarial e segundo Neelyet al. (1994), é um elemento essencial para o gerenciamento, monitoramento e controle estratégico de uma empresa. Os indicadores fornecem informações que ajudam no monitoramento de metas, no controle de processos gerenciais e estratégias de planejamento.

Para Rummler(1994, p.168), “medidas sozinhas não mostram absolutamente nada, elas precisam estar agrupadas estrategicamente em um sistema de indicadores de desempenho organizacional para que os gestores da alta administração possam agir de maneira eficiente, e assim, conseguir atingir os objetivos traçados.”.

Segundo Caixeta-Filho, Martins e Lima Junior (2013, p.108), a logística com o passar dos anos vem se integrando com as diversas atividades desenvolvidas dentro das empresas, onde as decisões hoje são tomadas com base no desempenho da instituição como um todo. Assim, a avaliação do desempenho da instituição e seus processos de maneira adequada podem ser peça chave para o sucesso. De forma resumida, Drucker (2001) afirma que “se você não pode medir, não pode gerenciar.”.

Os centros de distribuição (CDs) representam um elo fundamental dentro da cadeia de suprimentos, justamente por concentrarem grande parte dos estoques e, portanto, dos custos de armazenagem, movimentação, recebimento, expedição (CÔRTES, 2006). Dada a sua relevância dentro da cadeia de suprimentos, torna-se imprescindível avaliar o desempenho deste elemento da cadeia visto que é uma forma de ganhar competitividade.

Dentro desse contexto, o trabalho propõe um sistema de indicadores de desempenho para um centro de distribuição de uma empresa têxtila partir dasmetas estratégicas estabelecidas pela empresa. O objetivo do sistema de avaliação é ampliar o monitoramento do desempenho do CD em relação aos objetivos da empresa de crescimento econômico-financeiro, processos, mercadoesua imagem no mercado.

Este trabalho apresenta, na seção 2, um referencial teórico com conceitos relacionados aavaliação de desempenho logístico e suas dimensões, além de análise dos centros de distribuição (suas principais atividades e formas de avaliação de desempenho). Na seção 3 apresenta-se o estudo de caso e o procedimento realizado para definição dos indicadores de desempenho para um Centro de Distribuição do ramo têxtil. Finalmente, a seção 4 descreve as considerações finais deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LOGÍSTICO

Avaliação de desempenho tem se tornado uma questão importante devido à pressão das empresas pelo alcance de resultados (KENNERLEY; NEELY, 2002).

Os indicadores de desempenho, os quais formam o sistema de avaliação de desempenho, fornecem informações para comparar os resultados obtidos com os objetivos estabelecidos, gerando um conjunto de ações a serem executadas a fim de alcançá-los (BERRAH et al., 2000).

Figueiredo (2005) define sistemas de indicadores de desempenho como:

> "O conjunto de pessoas, processos, métodos, ferramentas e indicadores estruturados para coletar, descrever e representar dados com a finalidade de gerar informações sobre múltiplas dimensões de desempenho, para usuários dos diferentes níveis hierárquicos. Com base nas informações geradas, os usuários podem avaliar o desempenho de equipes, atividades, processos e da própria organização, para tomar decisões e executar ações para a melhoria do desempenho."

Para Yuen (2006) o uso de indicadores de desempenho retorna ao gestor um entendimento sobre como está o gerenciamento, um diagnóstico para guiar as ações no processo de tomada de decisão. Assim, o objetivo fundamental desse controle na logística é observar as oportunidades para aumentar a eficiência e a eficácia da organização.

De acordo com Bowersox e Closs (2001), os três objetivos principais do desenvolvimento e da implementação de sistemas de avaliação de desempenho incluem monitorar, controlar e direcionar as operações logísticas.Os mesmos autores afirmam que a perspectiva apropriada para a mensuração deve ser avaliada e determinada, sendo que as possibilidades variam, desde medidas baseadas em atividades que concentram-se em tarefas individuais necessárias para processar e expedir pedidos, até medidas inteiramente baseadas em processos que consideram a satisfação do cliente.

Bowersox e Closs (2001) classificam os indicadores como medidas internas e externas, conforme apresentado na Tabela 1. As medidas de desempenho internas servem de comparação de atividades e processos com metas, e são frequentemente utilizadas, pois possibilitam à gerência informações sobre a eficiência dos seus processos. Em contrapartida as medidas de desempenho externas avaliam a eficácia dos processos e são necessárias para monitorar, entender e manter uma perspectiva orientada ao cliente.

Segundo Viegas(2009) os indicadores devem ter como característica principal, simplicidade, coerência, regularidade, objetividade, independência, relação com outros indicadores e ser ainda cumulativo. Os mesmos devem ser entendidos de forma imediata, alinhado com os objetivos da empresa para que forneçam informações relevantes e resultados compatíveis com o propósito de se obter uma análise quantitativa para definir os problemas existentes.

Tabela 1 - Classificação dos indicadores de desempenho internos e externos

Indicadores de desempenho internos		
Categorias	**Objetivo**	**Como é medido?**
Custo	Desempenho dos custos logísticos	Valores totais, percentagem das vendas ou custo por unidade de volume
Serviço ao Cliente	Capacidade relativa da empresa em satisfazer seus clientes	Índice de disponibilidade do produto, tempo de ciclo, pedidos pendentes, *feedback* do cliente e erros de expedição
Medidas de produtividade	Obter uma relação entre o resultado de (produtos/serviços)	Unidades expedidas por funcionários, programas de metas e índice de produtividade
Mensuração de ativos	Investimentos realizados, assim como aplicação do capital de giro em estoques para atingir metas logísticas	Rotação de estoque, custo de manutenção de estoque, obsolência do estoque e retorno do investimento
Qualidade	Projetada a fim de determinar a eficácia de um conjunto de atividades logísticas	Índice de avarias, valor de avarias, número de devoluções e custo das mercadorias devolvidas
Indicadores de desempenho externos		
Categorias	**Objetivo**	**Como é medido?**
Mensuração da percepção dos clientes	Avaliar a percepção do cliente perante a empresa	Através de pesquisas quanto a disponibilidade de informações, resolução de problemas, tempo de ciclo e ao apoio aos produtos
Benchmarking das melhores práticas	Comparação com outras empresas do ramo	Por meio de comparações com o desempenho atual e histórico

Fonte: Bowersox e Closs (2001)

França (2010) certifica que os KPI's devem medir o que tem alto grau de importância para a corporação, pois através deles pode se avaliar se as estratégias estão sendo colocadas em práticas ou não, pois para o sucesso de um sistema de gestão baseado em KPI's é necessário interesse e envolvimento por parte dos executivos nesse processo, para então agirem de forma que envolvam e motivem todos os colaboradores.

A partir do exposto na literatura conclui-se queos indicadores devem ser definidos a partir dasestratégias da empresa, com uma linguagem de fácil compreensão paraassim serem usados como ferramenta de gestão eficaz que direciona as ações de melhorias com base nos

resultados obtidos.

2.2 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO E SUAS PRINCIPAIS ATIVIDADES

Os CDs podem ser diferenciados dos armazéns tradicionais pela sua ênfase na rápida movimentação dos produtos (MANIKAS; TERRY, 2010).

Contudo, não apenas o número de CD's está aumentando substancialmente dentro da cadeia de distribuição, mas também sua funcionalidade está mudando. Enquanto no passado muitos CD's serviam principalmente como depósito na função de distribuição, alguns atuais podem ter call centers, centros de serviço ou instalações de fabricação (DE KOSTER; WARFFEMIUS, 2005).

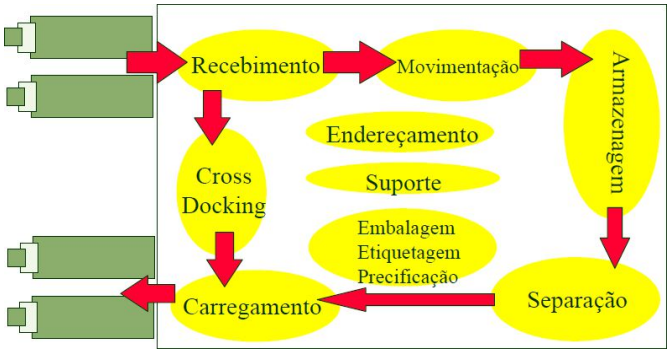
Para Farah Jr. (2002), os CDs precisam estar atentos às novas demandas empresariais: pedidos mais frequentes e em quantidades menores resulta em um ciclo mais curto de pedidos; constantes mudanças no mix de produtos geram um aumento do número de SKU's em estoque (Stock Keeping Unit são unidades ou itens de manutenção de estoque); maior competição baseada no ciclo do pedido e na qualidade são características do mercado contemporâneo complexo.

Os CD's podem ter diferentes atividades de acordo com a especificação do produto, requisitos do cliente e níveis de serviço oferecidos. Para De Koster e Warffemius (2005), a complexidade das atividades dependem principalmente: (i) do número e variedade de itens a serem manuseados; (ii) a quantidade de carga de trabalho diária a ser feita; e (iii) o número, a natureza e a variedade de processos necessários para atender às necessidades e demandas dos clientes e fornecedores.

Embora existam diferenças entre as atividades do armazém, elas podem ser definidas basicamente por recebimento, armazenamento, separação de pedidos e expedição (VAN DEN BERG; ZIJM, 1999).

Já Côrtes (2006) expande as atividades de um centro de distribuição para (ver Figura 1): (i) recebimento (consiste na atividade de receber as mercadorias vindas dos fornecedores), (ii) movimentação (consiste na atividade de movimentar ou transportar as mercadorias dentro do CD), (iii) armazenagem (consiste na atividade de receber as mercadorias vindas dos fornecedores e transportá-las ao local determinado), (iv) separação (consiste na atividade de separar os pedidos com as mercadorias, para serem expedidos), (v) expedição (consiste na atividade de colocar os pedidos com as mercadorias separadas nos veículos de transporte, para enviá-los ao destino), e (vi) as atividades de apoio (consiste nas atividades que dão o apoio para todas as outras, e que são de fundamental importância para a operação do CD).

Figura 1 - Principais atividades de um centro de distribuição



Fonte: Côrtes (2006)

A conexão dessas diversas atividades em um único local torna a medição de desempenho no CD um fator-chave para o desempenho geral das operações logísticas, visto que os serviços oferecidos a partir destas atividades requerem sistemas de controle com alto grau de precisão, capazes de processar e dar agilidade à movimentação de materiais, principal característica dos CD's.

3.3 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LOGÍSTICO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

As atividades logísticas industriais geralmente envolvemsuprimentos, administração de materiais, serviços ao cliente, transporte e distribuição. Como adistribuição física visa atender as expectativas de ser eficiente e eficaz, avaliareste sistema continuamentetorna-se determinante para obter resultados satisfatórios visando um custo cada vez menor, com qualidade e dentro de um tempo que atenda todas as necessidades geradas no processo e para os clientes (PEREIRA, 2004).

Segundo Côrtes (2006), os gestores geralmente dos centros de distribuição têm desafios de fazer várias movimentações com poucos recursos, para isso, tem-se a necessidade de conhecer indicadores de desempenho adequados para saber como a operação do CD está com relação ao desempenho dos CDs concorrentes e de classe mundial.

IMAM (2006) define que, a respeito de armazenagem de classe mundial, existem alguns aspectos importantes que devem ser considerados na definição do sistema de avaliação de desempenho de um centro de distribuição:

- Produtividade: as avaliações normais devem incluir separação por *pallet,* caixas e linhas por hora. É preciso apurar todas as atividades da expedição, em caixas, *pallets* por linhas, e dividir pelo número de horas envolvidas. Incluir toda a mão-de-obra do CD, inclusive os operadores, supervisores e gerentes;

- Utilização do espaço e das locações: avaliar o metro quadrado por SKU para determinar como se está controlando o espaço e avaliar a porcentagem de endereços do CD que não apresentam divergências;
- Tempo de ciclo de abastecimento (da doca ao estoque): avaliar o tempo de duração necessário para processar um recebimento, ou o tempo decorrido desde quando um produto é recebido até quando estiver disponível para embarque;
- Tempo de ciclo dos pedidos no CD: acompanhar o tempo decorrido desde quando um pedido é liberado ao chão do CD até ele estar pronto para embarque.

Sinay*et al.* (2011) definiram indicadores de desempenho para o CD estudado baseando-se nas quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC): financeira, dos clientes, dos processos internos da empresa e dos funcionários.Como resultado do estudo, os principais indicadores sugeridos foram: (i) associados a processos internos (percentual de carga unitizada, percentual de ocupação dos veículos e número de itens por pedidos), (ii) associados aos clientes (percentual de entregas especiais, percentual de entregas em atraso, tempo médio do ciclo do pedido, percentual de entrega com problemas), (iii) associados aos funcionários (índice de rotatividade, índice de investimento para capacitação), (iv) perspectiva financeira (lucratividade individual por produto ou por cliente e índice de receita por funcionário).

O sistema proposto por Côrtes(2006) foi elaborado com base nas necessidades de um centro de distribuição supermercadista, onde definiram-se indicadores de desempenho para todas as atividades realizadas no CD (recebimento, armazenagem, movimentação, expedição, gestão de estoques e transporte). Esta primeira proposta apresentou 111 indicadores, mas somente 25 foram escolhidos pelos gestores como relevantes para serem aplicados.

A fundamentação teórica apresentada servirá como base para a elaboração da proposta de avaliação de desempenho das atividades logísticas do centro de distribuição da empresa estudada, com o intuito de auxiliar a gestão, monitorar seu desempenho e atingir as metas estratégicas da empresa.

3. ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DO SETOR TÊXTIL

A empresa foco deste estudo atua no ramo têxtil e situa-se na cidade de Joinville - Santa Catarina, a qual produz produtos de cama, mesa e banho há mais de 100 anos. Seu propósito é ser uma empresa de cama, mesa, banho e decoração reconhecida como fornecedora de produtos de excelência,

entregando conforto e beleza para as pessoas, de maneira sustentável. Sua fábrica está situada na região central da cidade e seu Centro de Distribuição (CD) está localizado às margens da BR-101.

O CD da empresa opera com oito transportadoras para realizar as entregas dos seus produtos em diferentes estados, assim como atender as cidades na região. Neste CD ocorrem as atividades de: (i) recebimento dos produtos diretamente da fábrica e dos produtos importados,

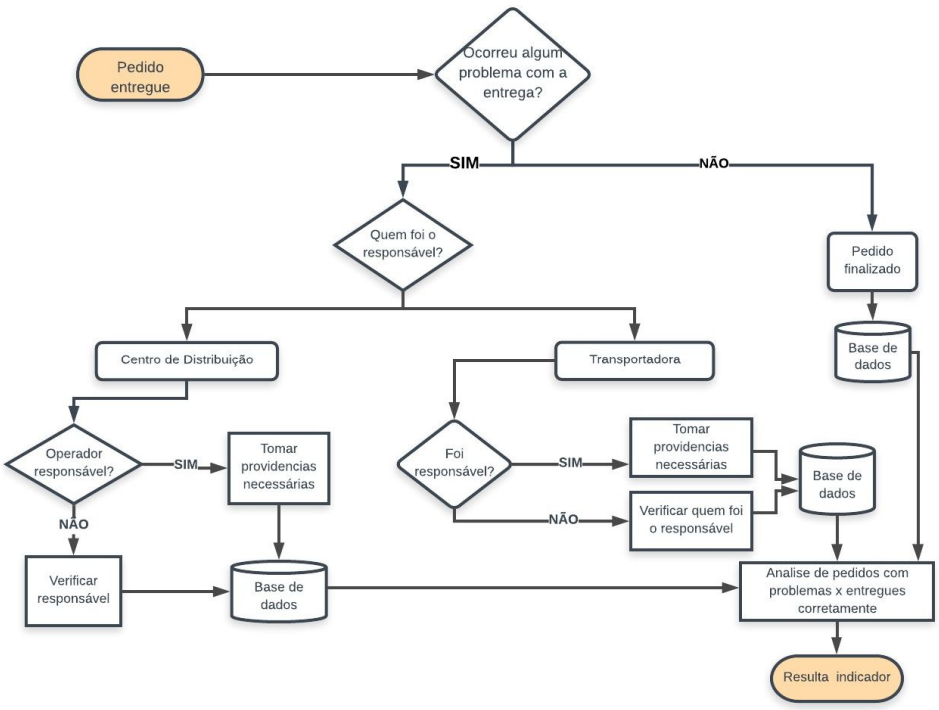
(ii) estocagem dos mesmos, (iii) personalização de alguns produtos, (iv) picking (separação e preparação de pedidos), (v) packing (embalagem, organização e proteção da mercadoria) e

(vi) shipping(carregamento dos pedidos nos caminhões ao cliente final).

3.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO UTILIZADA PELO CD

O Centro de Distribuição utiliza para avaliar o desempenho dos seus processos internos e de seus parceiros (transportadoras) o indicador “reclamações ocorridas”. Este indicador é calculado pela razão do número de pedidos com reclamações e o número total de pedidos entregues no mês. Para todas as reclamações recebidas realiza-se uma investigação com o propósito de tomar as medidas necessárias com as devidas ocorrências. O procedimento de análise e tomada de ações a partir dos resultados do indicador é apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas da análise do indicador de desempenho “reclamações ocorridas”



Fonte: Autores (2018)

Ao utilizar este indicador o gestor não somente mensura o percentual de entregas realizadas corretamente, ou seja, atendendo os prazos e a qualidade dos seus produtos durante todo o processo, desde a preparação do pedido até a entrega ao cliente, mas também identifica a origem dos problemas e o respectivo responsável, para que ações corretivas possam ser tomadas.

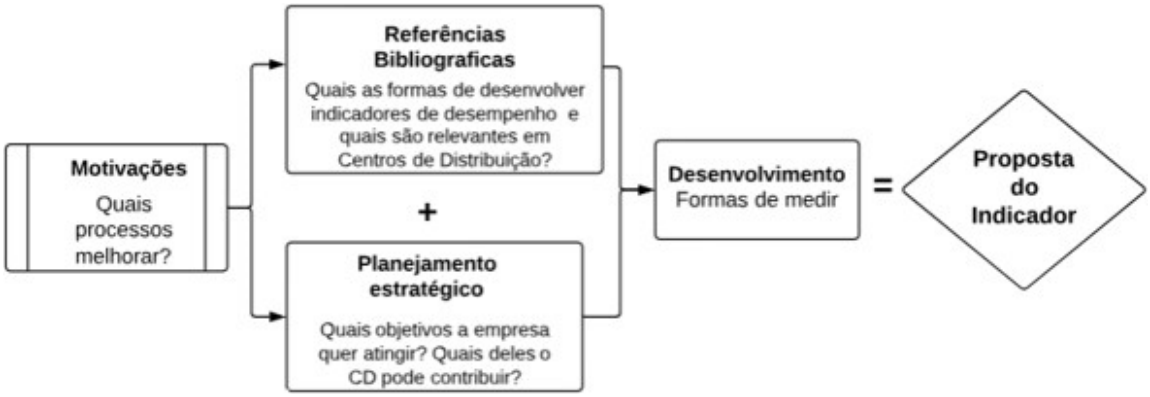
Entretanto, considera-se que a utilização somente deste indicador de desempenho, visto a diversidade de atividades realizadas no armazém, não possibilita ao gestor um diagnóstico completo do processo para que uma visão global do desempenho possa ser realizada. Ainda, a identificação de problemas no processo depende do cliente realizar a reclamação para a central da empresa, o que pode não transparecer a real quantidade de falhas ocorridas nas atividades internas do armazém. Desta forma, na próxima seção propõe-se um novo conjunto de indicadores-chave de desempenho para realizar a gestão do CD.

3.2 PROPOSTA DE UM NOVO SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Existem diversas metodologias na literatura que permitem definir um conjunto de indicadores de desempenho com base em objetivos estratégicos (FERNANDES, 2006). Mesmo os CDs apresentando diferentes objetivos e processos, os sistemas de medição de desempenho devem satisfazer algumas condições segundo Manikas e Terry (2010): inclusão (medição de todos os aspectos relacionados), universalidade (permitir a comparação em várias condições operacionais), mensurabilidade (os dados necessários são mensuráveis) e consistência (medidas consistentes com os objetivos da organização).

Uma vez que a literatura sobre este assunto é vasta e a quantidade de indicadores utilizados no processo deve ser cuidadosamente determinada, a proposta do novo sistema de indicadores de desempenho foi baseada em princípios apresentados pela literatura assim como pelos objetivos estratégicos da própria empresa. Os objetivos norteadores foram: aumentar a visibilidade do desempenho individual das atividades do CD sem deixar de avaliar a perspectiva dos clientes em relação à empresa. Adicionalmente, utilizou-se a classificação apresentada por Bowersox e Closs (2001) para categorizar os indicadores propostos. Este processo de definição dos indicadores de desempenho pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Processo de desenvolvimento dos indicadores de desempenho



Fonte: Autores (2018)

Para realização do processo apresentado na Figura 3, coletou-secom o gestor os objetivos estratégicos da empresa, para que os indicadores pudessem estar alinhados com o seu planejamento estratégico. Os objetivos estratégicos repassados pela empresa para 2018 foram:

1. Gerar fluxo de caixa operacional;
2. Melhorar a margem de contribuição;
3. Reduzir custos de operação;
4. Aumentar giro;
5. Aumentar a produtividade e a eficiência operacional;
6. Entregar produtos na flexibilidade desejada do cliente;
7. Crescer em clientes especiais.

Baseando-seem Bowersox e Closs (2001), foi constatada a importância de desenvolver tanto indicadores voltados à avaliação interna do CD, medindo os processos operacionais, quanto indicadores externos, voltados ao atendimento do cliente eà satisfação do mesmo, elementos fundamentais para que qualquer negócio tenha sucesso.Definidas estas categorias, alinharam- se os objetivos estratégicos às necessidades do CD, com a proposta do novo sistema de indicadores de desempenhoconforme representado na Tabela 2.

Verifica-se na última coluna da Tabela 2 que somente o objetivo estratégico 2 (melhorar a margem de contribuição) não está associado a nenhum indicador.Contudo, salienta-se que este objetivo pode ser atendido de maneira indireta por outros indicadores. Por exemplo, diminuindo o número de

reclamações e atendendo os pedidos no prazo, a empresa melhora a imagem com o cliente como consequência impactada nas vendas, gerando aumento da margem de contribuição.

Tabela 2 - Proposta de indicadores de desempenho

Classificação segundo Bowersox e Closs		Nome do indicador	Forma de mensuração	Unidade	Periodicidade	Motivação	Objetivo Estratégico
Tipo do Indicador	Categoria						
Interno	Medidas de produtividade	Eficiência de expedição de pedidos	(nº pedidos processados/nº pedidos) * 100	%	Mês	Atender o máximo de pedidos que chegam no CD	5) Aumentar a produtividade e a eficiência operacional
Externo	Mensuração de percepção dos clientes	Entregas especiais (urgências, alteração de horários)	(nº pedidos especiais atendidos / nº de pedidos especiais) * 100	%	Mês	Respostas para imprevisto	6) Entregar produtos na flexibilidade desejada do cliente 7) Crescer em clientes especiais
Interno	Serviço ao cliente	OTIF - Pedidos entregues no tempo e na quantidade correta	(nº de pedidos entregues no prazo e na quantidade correta / nº de pedidos) *100	%	Mês	Atender os clientes nos prazos e quantidades	4) Aumentar giro 6) Entregar produtos na flexibilidade desejada do cliente
Interno	Qualidade	Percentual de erros de separação de cargas	(nº de cargas com erros / nº de cargas enviadas) * 100	%	Mês	Monitorar erros de separação de pedidos	3) Reduzir custos de operação 5) Aumentar a produtividade e a eficiência operacional
Interno	Qualidade	Percentual de reclamações ocorridas	(nº de pedidos com reclamações / total de pedidos entregues) * 100	%	Mês	Avaliar erros e a qualidade do atendimento ao cliente	5) Aumentar a produtividade e a eficiência operacional 7) Crescer em clientes especiais
Interno	Mensuração de ativos	Giro de estoque	total de vendas (R$)/ estoque médio (R$)	número de giros	Mês	Monitorar o giro de estoque	1) Gerar fluxo de caixa operacional

Fonte: Autores (2018)

Por fim, de forma a elucidar melhor os indicadores propostos, segue uma explicação da utilidade e aplicação de cada um deles:

- Eficiência de expedição de pedidos: este indicador verifica o quão eficiente está a operação de expedição dos pedidos.Retorna um percentual de atendimento de todos os pedidos que foram enviados ao armazém, visando sua eficiência e melhoria da produtividade;
- Entregas especiais atendidas: avalia se a empresa possui uma resposta rápida de atendimento, processamento e entrega para pedidos especiais, ou seja, pedidos urgentes e/ou com

alteração de horários, fazendo com que a empresa consiga ter renome e visibilidade no mercado, consolidando seu nome para clientes novos e atuais, satisfazendo suas necessidades. Esta relação de métrica faz com que possa ser possível ver o nível de eficácia dessa operação;

- OTIF: este indicador apresenta o percentual de pedidos entregues no tempo (prazo) e na quantidade acordada com o cliente. Este tempo englobadesde o picking, o packing, e o carregamentodo pedido, até o momento em que o pedido chega ao cliente;
- Percentual de erros de separação de cargas: auxilia na mensuração do percentual de erros dos funcionários responsáveis pela separação dos pedidos(picking). Métrica que contribui na avaliação da qualidade operacional de seus funcionários, e diminuição de custos operacionais que se tem a mais com a separação de um pedido de forma errônea;
- Percentual de reclamações ocorridas: este indicador permanece igual ao já utilizado pela empresa. Seu foco está em verificar o quão satisfeito o cliente está com a empresa, visando um atendimento de qualidade e isento de erros;
- Giro de estoque: indicador que auxilia o gestor no monitoramento da movimentação do estoque dos produtos no período. O resultado mostra o quão é eficiente o CD na gestão do estoque e o quanto impacta no fluxo de caixa operacional.

Esses indicadores foram propostos conforme a metodologia apresentada, e para obter melhores resultados uma definição das metas a serem atendidas em cada um devem ser ainda definidas pela empresa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de desempenho em Centros de Distribuição tende a ser um objeto de estudo complexo visto que diversas atividades logísticas ocorrem em um mesmo lugar, como transportes, armazenagem e gestão de estoques. Com isso, a definição de indicadores de desempenho que promovam ao gestor a análise da produtividade e dos custos são muito bem vistas dentro das instituições.

O artigo avaliou os indicadores de desempenho utilizados pelo CD de uma empresa do setor têxtil, onde atualmente utiliza apenas um indicador, nomeado reclamações de clientes, para identificar possíveis problemas operacionais do armazém e realizar medidas corretivas nas operações. Contudo, este indicador limita o gestor a resolver os problemas após o produto ser entregue, assim um grupo maior de indicadores podem auxiliar de maneira mais eficiente o gestor a atender os objetivos da organização.

Dentro deste contexto, o trabalho propôs outros cinco indicadores de desempenho a serem incluídos no sistema de avaliação de desempenho do CD, após uma validação dos mesmos com os objetivos estratégicos da empresa. Visto a importância não só dos processos operacionais da empresa, mas também o relacionamento com o cliente, foi sugerido utilizar indicadores para avaliação interna e externa, que atendam um ou mais objetivos estratégicos de uma forma direta ou indireta.

Por fim, fica como proposta para trabalhos futuros a determinação de metas para cada um dos indicadores de desempenho sugeridos juntamente com a sua implantação dentro do centro de distribuição.

REFERÊNCIAS

BERRAH, L., Mauris, G., Haurat, A., and Foulloy, L. (2000).Global vision and performance indicators for an industrial improvement approach. Computers in Industry, 43(3):211_225.2000.

BOWERSOX, Donald; CLOSS, David. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

CAIXETA-FILHO, João Vicente; MARTINS, Ricardo Silveira; LIMA JUNIOR, Orlando Fontes. Gestão Logística do Transportes de Cargas. São Paulo: Atlas, 2013. 296 p.

CÔRTES, Alexandre de F. Sistema de indicadores de desempenho logístico de um centro de distribuição do setor supermercadista. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

DRUCKER, Peter. O melhor de Peter Drucker – A administração. São Paulo: Nobel, 2001.

FARAH JR., Moisés. Os desafios da logística e os centros os de distribuição física. Revista FAE BUSINESS, Curitiba, n. 2, jun. 2002.

FERNANDES, B. H. R. Competências e desempenho organizacional: o que há além do Balanced Scorecard. Saraiva, São Paulo, 2006.

FRANÇA, Vilciane de Oliveira.IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO LOGÍSTICO (KPIs) DE SUPERMERCADOS: UM ESTUDO MULTICASO.2010. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico – CTC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Cap. 4.

IMAM. Armazenagem de classe mundial. Revista LOGÍSTICA, São Paulo, n. 189, jun. 2006.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. A Estratégia em Ação: balancedscorecard. Tradução de Luiz Euclides Frazão Filho. 15 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KENNERLEY, M.; Neely, A.A framework of the factors affecting the evolution of performance measurement systems. International Journal of Operations &ProductionManagement, 22(11):1222-1245, 2002.

MANIKAS, I.;Terry, L. A. A case study assessment of the operational performanceof a multiple fresh produce distribution centre in the UK. British Food Journal,112(6):653-667, 2010.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design - a literature review andresearch agenda. InternationalJournalofOperations&Production Management, v.15, n.4, p.80-116, 1995.

PEREIRA, Carlos Francisco Morais. MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LOGÍSITICO PARA AS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS E ATACADISTAS. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-

graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. Melhores Desempenhos das Empresas São Paulo: Makron Books,1994.

SINAY, Maria. C. F.; LIMA. Rachel. F.C; CRUZ, Isolina. BALANCED SCORECARD PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO. Rio de Janeiro, 2011.

VIEGAS, Paulo Roberto. PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NOS CONTRATOS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO LOGÍSTICO: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Cap. 4.

YUEN; S. M. Performance measurement and management of third party logistics: anorganizational theory approach. 2006. 225 f. Thesis (DoctoralofPhilosophy) - Hong KongBaptistUniversity, 2006.

Capítulo 39

GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM UMA EMPRESA DE TINTAS E SINALIZAÇÃO PARA O VAREJO: UM ESTUDO DE CASO

Thaís Pedrozo da Silva (UTFPR - thaispedrozodasilva1@hotmail.com)
Miriam de Oliveira Sawczuk (UTFPR - miriamsawczuk@hotmail.com.br)
Stefanni Coimbra Junqueira (UTFPR - stefanni_12@hotmail.com)
Murilo Souza Valente (UTFPR - murilo.valente20@hotmail.com)
Lidiana Zocche (UTFPR - lidianazocche@gmail.com)

Resumo: O varejo de tintas no Brasil é uma grande oportunidade para os fabricantes e revendedores, e o uso de estratégias na cadeia de suprimentos é essencial para conseguir vantagem competitiva frente aos concorrentes, uma vez que os consumidores buscam cada vez mais a comodidade, adquirindo tudo o que precisam em um só lugar, dentro dos prazos estabelecidos e com qualidade assegurada. A empresa X, do setor de tintas e sinalização de varejo, atende grandes redes do varejo e possui um mix de 55 produtos. O objetivo deste estudo é compreender a importância do gerenciamento da cadeia de suprimentos, além de analisar os dados históricos da demanda por meio técnicas de previsões quantitativas para verificar o comportamento da demanda futura, assim como a análise de sazonalidade, correlação entre a demanda e seu período, cálculo do custo unitário do produto e cálculo da capacidade produtiva do produto por diária, e também verificar como esta empresa faz a gestão dos estoques, compras e os canais de destruição dos produtos. O estudo verificou que a informatização dos dados por meio do uso de software de gestão é essencial para o bom funcionamento de todos os setores da organização, além de permitir o alcance das necessidades dos clientes nos prazos acordados.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos; Gestão de demanda e estoques; Canais de distribuição.

1. INTRODUÇÃO

Nenhuma empresa sobrevive sozinha, além de precisar se relacionar com clientes, investidores e parceiros, todo negócio deve cuidar ainda do relacionamento com fornecedores de suprimentos. Só assim é possível se manter funcionando e otimizar todos esses processos, a fim de caminhar rumo ao sucesso. Para esse fim, a empresa necessita integrar toda sua organização por meio da cadeia de suprimentos, também conhecida como Supply Chain Management.

É importante ter em mente que a relação presente na cadeia de suprimentos não é resumida apenas ao processo de compra, transporte, estocagem e venda, ela vai além da troca de materiais em si, envolvendo o compartilhamento de informações estratégicas, a adoção de políticas conjuntas de conformidade e o esforço constante de integração de processos.

Assim, a gestão da cadeia de suprimentos leva em conta todas as instalações que têm impacto no custo, além de desempenhar papel fundamental na fabricação do produto de acordo com as exigências do cliente, incluindo instalações do fornecedor e do fabricante, de depósitos e centros de distribuição, incluindo também os varejistas e pontos de comércio de vendas unitárias dos produtos (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Diante das diversas alternativas que o consumidor está exposto atualmente, torna-se vital para uma organização a compreensão e gerenciamento de sua cadeia de suprimentos para a obtenção de vantagens competitivas. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar como a empresa X, que atua no setor de tintas e sinalização para o varejo, faz a administração de sua cadeia de suprimentos, bem como os modelos, ferramentas e estratégias utilizadas pela gestão.

2. CADEIA DE SUPRIMENTOS

Uma empresa que não possui capacidade de se diferenciar, não será sustentável e perecerá ao longo do tempo. A Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM), apoia-se na criação de vínculos e coordenação entre os processos de outras organizações existentes no canal, isto é, fornecedores e clientes, e a própria organização (CHRISTOPHER, 2008).

Para Pires (2010), a cadeia de suprimentos se trata de uma rede de companhias independentes, ou semi independentes, que são efetivamente responsáveis pela obtenção, produção e liberação de um determinado produto e/ou serviço ao cliente final".

Um componente importante na elaboração de uma estratégia eficiente para a cadeia de suprimentos são as alianças estratégicas entre fornecedores e compradores, parcerias estas capazes de auxiliar ambas as partes a reduzir seus custos. Ao mesmo tempo, o compartilhamento de informações entre parceiros comerciais e fornecedores permite a previsão mais eficiente da demanda e redução dos *lead times* (SIMCHI-LEVI D.; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI E., 2010).

Cada vez mais os clientes buscam valores que que consideram importantes nos produtos consumidos, sem deixar de buscar por melhores custos. Marcas e fornecedores que antes podiam exigir preço especial em função de sua superioridade percebida não conseguem mais fazê-lo, pois o mercado reconhece a disponibilidade de ofertas igualmente atraentes a preços menores. Se a maior parte dos custos de uma organização encontra-se fora dela, então as maiores oportunidades para melhorar essa situação de custos também se encontram na cadeia de suprimentos (CHRISTOPHER, 2008).

Outra questão importante na gestão da cadeia de suprimentos é a gestão de estoques. Encontrar o equilíbrio entre o excesso e a falta é um desafio para muitas empresas e que gera impacto no seu resultado. A falta de um certo produto no estoque ou loja, afasta permanentemente os consumidores da marca, sendo que essa perda de clientes é significativa tanto para os varejistas quanto para os fabricantes.

O estoque pode aparecer em muitos pontos da cadeia e de diversas formas podendo ser estoques de matéria-prima, estoques de produtos em processamento e estoques de produtos acabados. Cada um desses estoques tem de estar de acordo com seu mecanismo de controle, porém a definição desses mecanismos é difícil, pois as estratégias de produção, distribuição e controle de estoques que reduzem os custos globais do sistema e melhoram o nível de serviço precisam considerar as interações entre os diversos níveis da cadeia de suprimentos. Contudo, as vantagens de determinar estes mecanismos de controle de estoque são muitas (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Mais do que nunca, os critérios que ganham um pedido são aqueles que apresentam um impacto positivo, claramente identificável, nos processos de criação de valor para os clientes (CHRISTOPHER, 2008).

2.1. GESTÃO DE DEMANDA

Para Tubino (2009), as empresas direcionam suas atividades para a direção em que elas acham que o seu negócio andara. A direção é normalmente traçada em cima de previsões, sendo a previsão da demanda a principal delas. A previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da

produção, vendas e finanças de qualquer empresa. Partindo deste ponto, as empresas podem desenvolver os planos de capacidade, de fluxo de caixa, de vendas, de produção e estoques, de mão de obra, de compras, etc. Desta forma, representam uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção.

Um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas básicas, inicialmente, define-se o objetivo do modelo, com base no qual coletam-se e analisam-se os dados, seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, calcula-se a previsão da demanda como forma de feedback, por fim, monitoram e atualizam-se os parâmetros empregados (TUBINO, 2009).

As técnicas de previsão, como mostra Tubino (2009), podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas qualitativas e as quantitativas. As técnicas qualitativas privilegiam principalmente dados subjetivos. Já as técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados de forma objetiva, empregando modelos matemáticos para a projeção da demanda futura. Elas apresentam dois grandes grupos: a técnicas baseadas em séries temporais, e as técnicas baseadas em correlações. As técnicas baseadas em séries temporais modelam matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo, são elas: a média móvel, a média exponencial móvel, os modelos de suavização exponencial de tendência e os modelos se suavização de tendência e sazonalidade, enquanto que as técnicas baseadas em correlações procuram associar dados históricos do produto com uma, ou mais, variáveis que tenham relação com a demanda do produto.

É necessário acompanhar o desempenho das previsões para confirmar sua validade, mantendo os dados sempre atualizados, visando sempre resultados que representem o cenário, o mais próximo possível, da demanda real do mercado.

2.2. GESTÃO DE ESTOQUES

Administrar estoques, planejar e controla-lo é essencial a qualquer organização que deseja satisfazer às suas vantagens competitivas, como aponta Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), sendo este um assunto deveras importante aos gestores da mesma, pois uma gestão de estoques eficaz é de suma importância para alcançar a plenitude potencial da cadeia de valor (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009).

Mas o que são os estoques? Os estoques são definidos como “a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação” (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p.356), mas

também podem se referir aos recursos transformados, resultados do sistema de transformação (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009).

Praticamente todas as organizações possuem estoques, e eles são essências para o desenvolvimento rotineiro de todas as operações, e seu gerenciamento é extremamente necessário, uma vez que ele representa capital parado e que não pode ser investido em outros setores, como, por exemplo, a compra de novos equipamentos, o que leva a redução do fluxo de caixa disponível da organização (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009).

Além de preocupar os gestores de operações e os gestores financeiros, como aborda Corrêa e Corrêa (2009), com o capital estagnando em estoques e os custos adicionais de manutenção de estoques, movimentações, seguro, dentre outros, os estoques não podem ser eliminados, nem mantidos em níveis muito baixos, pois podem prejudicar o atendimento aos clientes, uma vez que não há disponibilidade de produtos acabados, e nem matérias disponíveis para manufatura.

Deste modo, o estoque deve ser capaz de conciliar as diferenças entre as taxas de produção e de demanda do mercado (CORRÊA, CORRÊA, 2009). E para alcançar os benefícios de pronto atendimento, ganho em escala, proteção, antecipação e especulação de estoques, como aponta Lutosa et al (2008), alguns custos estão associados, que se mal administrados, trazem grandes prejuízos a organização, estes custos são: custo de pedido, custo de armazenagem e custo de faltas.

Para a definição do planejamento e controle de estoques Tubino (2009) diz que três variáveis devem ser consideradas, as quais são: o tamanho dos lotes de reposição, o tamanho dos estoques de segurança e o modelo de controle de estoque.

Uma ferramenta usada no controle de estoques é a curva ABC, a qual classifica todos os itens do estoque em 3 grupos, levando em consideração seu valor econômico e sua demanda em estoque, assim, têm-se um controle mais rigoroso com itens mais importantes, e mais brando aos itens menos importantes e de menores custos totais (CORRÊA, CORRÊA, 2009; KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009; TUBINO, 2009).

2.3. GESTÃO DE COMPRAS

Todas as atividades e operações dentro de uma organização necessitam de matérias-primas para serem desenvolvidas, e esses materiais devem ser comprados pelo setor de compras, por esse motivo, a gestão das compras são essenciais, uma que “tem por finalidade suprir as necessidades de materiais ou serviços, planejá-las quantitativamente e satisfazê-las no momento certo com as quantidades

corretas, verificar se recebeu efetivamente o que foi comprado e providenciar armazenamento" (DIAS, 2012, p.228).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), os gestores de compras são fundamentais para ligar as operações aos fornecedores, pois eles necessitam compreender a potencialidade de atendimento dos fornecedores, bem como as necessidades das operações. Slack, Chambers e Johnston (2009) apontam que a gestão de materiais formou-se a partir da função compras, integrada ao fluxo de materiais, e as suas funções de suporte, tanto dentro da própria organização, como no atendimento ao cliente.

Para Vivaldini e Pires (2010), com a ascensão do comércio eletrônico, novos modelos de produção e logísticos, parcerias e outras inovações, fizeram com os gestores de compras expandissem seus processos de atuação, passando a trabalhar de maneira mais global e conectado, buscando cada vez mais vantagens competitivas nos negócios.

Além da escolha de fornecedores ser um fator chave no processo de compras, Dias (2012) ressalta que os objetivos básicos do departamento de compras são: obtenção de fluxo continuo de suprimentos aliado aos programas de produção; coordenar o fluxo aplicando um mínimo de investimento que afete a operacionalidade; comprar a menores custos, de forma a atender as especificações; procurar por melhores condições para a empresa. Para que gestão de compras seja de fato eficiente é necessário que haja uma eficiente previsão das necessidades de suprimentos.

2.4. CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

A logística de distribuição responsabiliza-se pela relação empresa-cliente-consumidor, em que os responsáveis pela distribuição física devem assegurar-se de que os pedidos estarão em conformidade ao requerido pelo cliente.

Para Ching (2006), a ideia de qualidade de serviço ao cliente cada vez mais exigente, inclui entregas com maior frequência, no tempo certo, transações sem erro, e disponibilidade de estoque, para que os serviços apresentem valor agregado.

A redução dos custos e do tempo para o processo de pedido do cliente é um dos requisitos essências para a excelência no atendimento ao cliente. Isto significa melhorar o tempo total entre a obtenção do pedido junto ao cliente e a entrega completa do pedido (CHING, 2006)

Há um desejo crescente de completar a logística de distribuição, por meio da redução dos ativos, custos e lead times, garantia de produtos com qualidade, rápida resposta a demanda, e assim obter vantagem competitiva por meio do uso de inovação tecnológica e melhoria constante.

3. METODOLOGIA

Com objetivo de observar a gestão da cadeia de suprimentos como um todo, realizou-se um estudo exploratório na empresa X do setor de tintas e materiais de sinalização para o varejo, verificando a gestão de demanda, gestão de estoques, o funcionamento do departamento de compras e dos canais de distribuição. Os dados obtidos para análise, fornecidos pela própria empresa, compreendem o período do ano de 2017.

A empresa conta com um grande mix de 55 produtos, como tintas, marcadores, removedores e outros, dentre os quais foi escolhido o produto "Inkmark Refil p/ Kit de Escrita Profissional Preto Lata 500 ml", produto que representou maior saída no ano de 2017, e sobre o qual realizaram-se análises de média móvel exponencial, sazonalidade, além da análise do funcionamento das técnicas de gestão de estoques, do funcionamento do setor de compras e dos canais de distribuição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. PREVISÃO DE DEMANDA

Para análise da previsão de demanda do ano de 2018, utilizaram-se dados de demanda de 2017. A técnica empregada foi do tipo quantitativa devido a disponibilidade dos dados históricos. Primeiramente, foi realizado o cálculo da Média Móvel Exponencial (MME) para identificar a tendência dos dados analisados, por meio da equação seguinte:

$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1})$

Onde:

M_t : previsão para o período t

$M_{t-1:}$ previsão para o período t-1

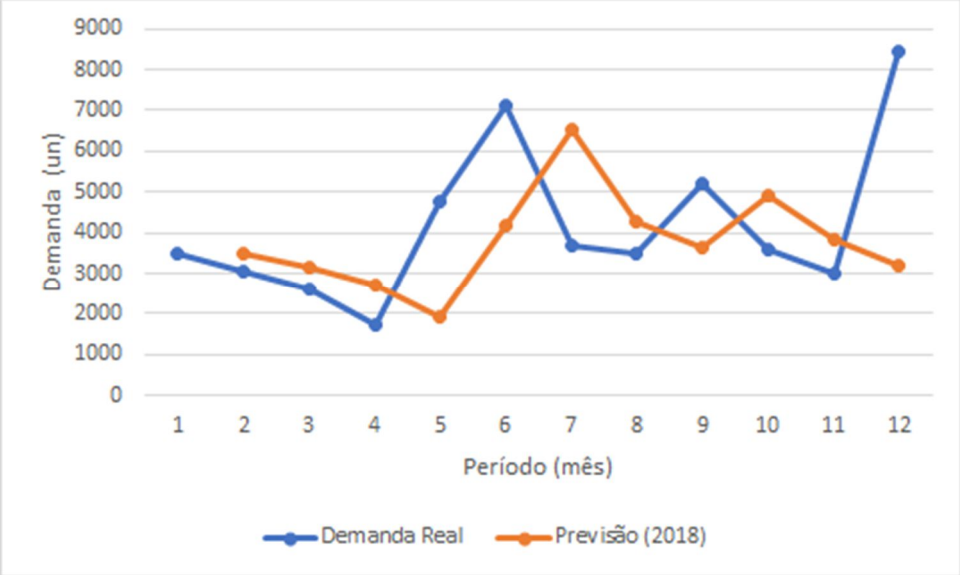
α : coeficiente de ponderação

D_{t-1} : demanda do período t-1

O cálculo da MME utiliza-se um coeficiente de ponderação α, que varia de 0 a 1, quanto maior seu valor mais rapidamente o modelo reagirá a uma variação real da demanda, para o estudo de caso, utilizou-se de um α=0,8.

Podemos verificar no Gráfico 1, o comportamento da demanda futura através da MME.

Gráfico 1- Previsão de demanda de 2018



Fonte: Os autores (2018)

Uma forma de acompanhar o desempenho do modelo é comparar o erro acumulado com o múltiplo do desvio médio absoluto (MAD). Para essa verificação, o seguinte critério deve ser atendido:

$$|\sum erro| \leq 4 \times MAD$$

Seguindo essa restrição temos:

Tabela 1- MAD da previsão

MAD	1841,72
∑erro	4842,58
∑|erro|	20258,95

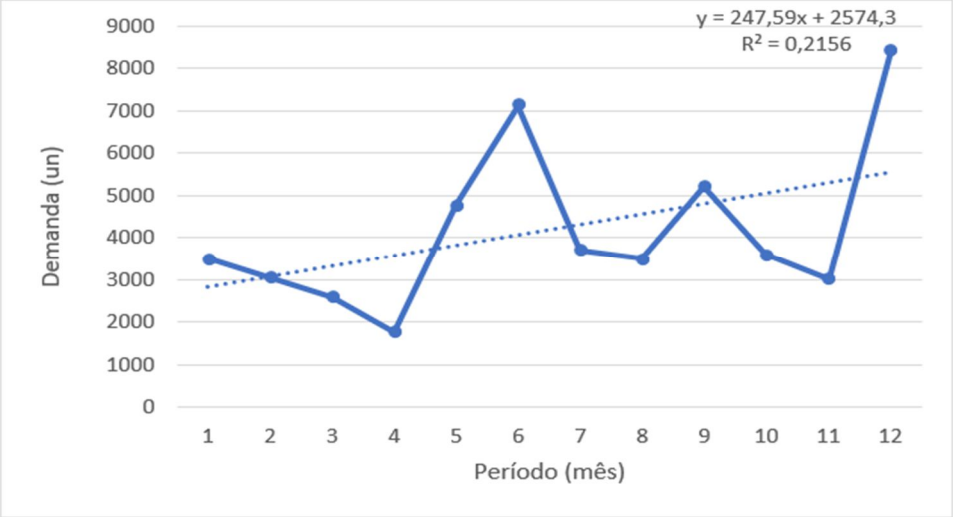
Fonte: Os autores (2018)

Observando os resultados da Tabela 1, percebemos que a restrição foi atendida, portanto o modelo gera erros aceitáveis.

Para estudar o movimento gradual ao longo prazo da demanda, fez-se o cálculo da estimativa de tendência, realizando a identificação de uma equação. A análise de regressão estuda a relação entre a variável dependente (demanda) e a variável independente (previsão).

A partir da demanda real, foi projetada uma reta que representa o movimento da demanda ao longo dos períodos, esta reta é dada por uma equação linear de tendência. Podemos observar esses pontos no Gráfico 2.

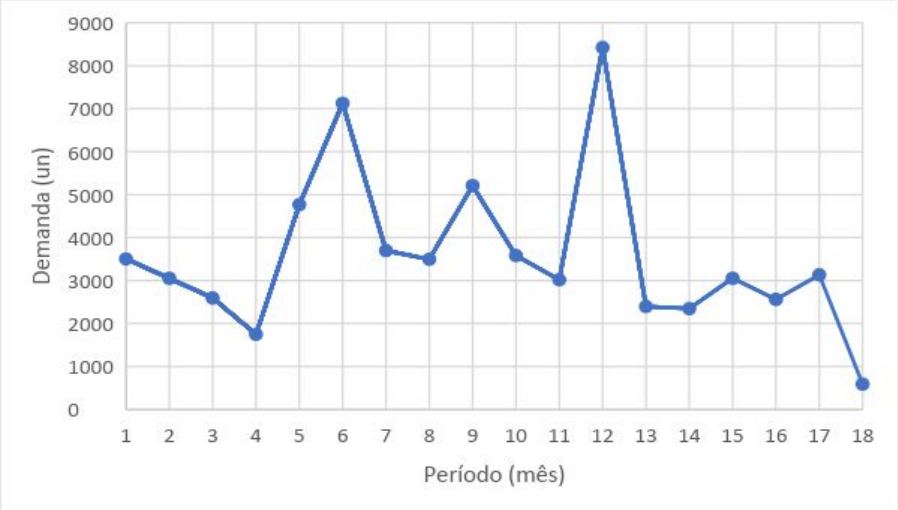
Gráfico 2- Previsão de demanda de 2018



Fonte: Autoria própria (2018)

Para identificar a existência de sazonalidade do produto, foi estudada a correlação entre o período e a respectiva demanda. Projetando esses valores em um gráfico de dispersão com seus pontos conectados, percebemos que não há uma correlação forte entre o período e a demanda do produto, portanto não há a existência de ciclo de sazonalidade, este fato pode ser justificado devido ao produto possuir demandas aleatórias. Para verificar a dispersão dos dados foram usados os dados da demanda do ano de 2017 e o primeiro semestre de 2018, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3- Previsão de demanda de 2018



Fonte: Os autores (2018)

O produto, de modo geral, é tintas, as quais são utilizadas na fabricação de outros produtos, portanto apresentam demanda dependente.

4.2. GESTÃO DE ESTOQUES

Os gestores fazem uso da curva ABC no controle dos produtos que produziu para ter controle de quais são os principais itens que produz. Toda sua produção é puxada, portanto, nada fica em estoque, logo, a classificação que emprega não leva conta o valor dos produtos vezes a quantidade, considera apenas a quantidade, assim como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Curva ABC dos produtos entregues em 2017

Item	Média do consumo anual	Custo	Valor em estoque	Porcentagem	Porcentagem acumulada	Classificação
5010020002	6819	R$ 18,73	R$ 127.697,10	67,89%	67,89%	A
5010020001	1146	R$ 15,82	R$ 18.134,39	11,41%	79,30%	A
5010030001	544	R$ 3,55	R$ 1.928,77	5,41%	84,71%	B
5010030002	383	R$ 19,71	R$ 7.549,36	3,81%	88,52%	B
5010020003	216	R$ 15,47	R$ 3.340,22	2,15%	90,67%	B
5010010002	208	R$ 60,08	R$ 12.508,17	2,07%	92,74%	B
5010040020	125	R$ 17,54	R$ 2.201,10	1,25%	93,99%	B
5010010004	100	R$ 23,33	R$ 2.324,49	0,99%	94,99%	B
5010040008	69	R$ 4,96	R$ 340,81	0,68%	95,67%	C
5010040011	46	R$ 4,39	R$ 204,16	0,46%	96,13%	C
5010040022	43	R$ 15,71	R$ 671,43	0,43%	96,56%	C
...	...	...	...	...	...	...
5010040051	1	R$ 12,80	R$ 16,29	0,01%	99,97%	C
5010040053	1	R$ 12,80	R$ 12,80	0,01%	99,98%	C
5010040052	1	R$ 9,78	R$ 6,22	0,01%	99,99%	C
Total	**10045**					

Fonte: Os autores (2018)

Os itens produzidos pela empresa somam um total de 55 produtos, devido a este fato apenas alguns itens são apresentados na tabela de classificação ABC. Além disso, a tabela mostra uma média de consumo mensal de cada um dos produtos, e não o valor produzido no ano todo.

Do total de itens apenas 2, o Inkmark Refil p/ Kit de Escrita Profissional Preto Lata 500 mL e o Inkmark Refil p/ Kit de Escrita Profissional Vermelho Lata 500 mL, os quais são os carros chefes, representam quase 80% da produção da empresa, levando classificação A. São 6 itens que levam a classificação B e representam 15% da produção, os demais itens enquadram-se na classificação C.

De todos os itens que a empresa produz, alguns tiveram a saída de apenas 1 unidade ou quantidades muito pequenas durante todo o ano, valores quase insignificantes diante do montante produzido de outros itens.

A empresa, com base nos dados de consumo de anos anteriores, faz uma previsão de demanda e estipula uma quantidade mínima dos itens para manter em estoque, dos 55 produtos que ela fabrica, 46 tem apresentam um estoque mínimo mensal. Todos os produtos têm anotados em planilhas a quantia vendida no ano anterior e no ano corrente, bem como, estoque planejado, o qual não varia mensalmente, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Histórico de consumo

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL	MÉDIA	META	PONDERADO
5010010001	Markit Kit Escrita Profissional Vermelho A/B/C/D/E 5 pinceis	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	55	27	1	15	98	20		
		2017	27	18	60	15	100	36	37	3	1	8	63	7	375	31		
		2018	80	37	19	25	11	2	25	10	9	13	0	0	231	23		
	MÉDIA MENSAL:		54	28	40	20	56	19	31	4	22	16	32	11	331	28	35	30
	ESTOQUE MÍNIMO MENSAL:		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	30		
	PREVISÃO DE VENDAS 2019:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	META DE VENDA MENSAL 2019:		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	420	35		

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL	MÉDIA	META	PONDERADO
5010010002	Markit Kit Escrita Profissional Preto A/B/C/D/E 5 pinceis	2016	0	0	0	0	0	0	0	3	93	392	298	137	923	185		
		2017	140	397	195	111	335	156	238	170	304	238	285	118	2.687	224		
		2018	52	126	155	132	193	9	173	33	12	16	0	0	901	90		
	MÉDIA MENSAL:		96	262	175	122	264	83	206	69	136	215	292	128	2.045	170	200	160
	ESTOQUE MÍNIMO MENSAL:		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	1.920	160		
	PREVISÃO DE VENDAS 2019:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	META DE VENDA MENSAL:		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2.400	200		

Fonte: Os autores (2018)

Os lotes de compras são sempre determinados pela quantidade de pedidos e pela programação de produção. A quantidade e quais são itens são repassados para o software ERP, o qual calcula todas as quantidades necessárias de matérias-primas e programa a produção com base no MRP. Portanto, as compras são feitas somente nas quantidades necessárias, não havendo efeito chicote, é comprado somente o que é necessário para a produção, a quantidade em estoque é bem pequena.

4.3. DEPARTAMENTO DE COMPRAS

A empresa X determina o setor de compras, da seguinte forma, existem duas linhas de produção, a personalizada (sinalização de seções, campanhas promocionais em supermercados), e a padrão (cartazes de oferta, sistema de escrita e suporte de oferta), conforme os pedidos são recebidos, é feito um levantamento de estoques para verificar se há matéria-prima, caso não haja, é gerado uma ordem de compra, somente depois que a matéria-prima é recebida, a ordem de produção é gerada e as matérias são encaminhadas aos setores de produção.

4.4. CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

O transporte padrão é de envio direto por correio, ou dependendo do prazo acordado com as clientes, pode ser feito por uma ou duas transportadoras. O lead time ocorre no prazo de 7 dias para linha padrão e para linha personalizada 15 dias. Primeiramente, o pedido entra no sistema, o setor de planejamento e controle da produção analisa qual é o prazo e o produto do cliente para, assim verificar o transporte. A gestão empresarial é feita pelo software ERP, o qual tem por finalidade de organizar de todas essas informações, melhorando o gerenciamento, além de diminuir tempo, custo, gasto nos processos e tronar todas as etapas do processo produtivo mais ágeis.

5. CONCLUSÃO

A empresa X é uma empresa que possui grande controle de toda sua organização, desde a parte de recebimento de pedidos, englobando seus diversos setores como compras, estoques, planejamento e controle da produção, dentre outros, até a entrega dos produtos aos clientes. Isso deve-se principalmente ao uso do software ERP, por meio do qual consegue manter todos os dados de todos as áreas atualizados e interligados, e também do trabalho de uma equipe completa com engenheiros, gestores e demais profissionais capacitados em suas áreas de atuação, assim, a empresa consegue atender a todos os pedidos feitos, bem como às necessidades dos clientes, dentro dos prazos acordados, empregando qualidade aos consumidores e vantagem competitiva sobre seus concorrentes.

É notório o grande controle da gestão, uma vez que a organização trabalha com uma vasta gama de produtos, é difícil manter controle rigoroso, mas com o uso de ferramentas de controle de estoques, como a curva ABC, permitem o controle eficiente do que é produzido, além de auxiliarem junto à gestão da demanda, permitindo previsões, e assim, planejar os estoques da organização. O uso de softwares é fundamental dentro da organização, uma vez que permite realizar compras, sem nada a mais ou a menos que o necessário para a produção, e permitir informar prazos precisos na entrega dos produtos ao seu consumidor.

A gestão da cadeia de suprimentos dentro de uma organização é fundamental para que se tenha controle de todos custos, prazos, materiais necessários e previsões, e deste modo, planejar estratégias de atuação que levem a satisfação de seus clientes, e consequente consolidação no mercado.

REFERÊNCIAS

CHING, H. Y. Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: Supply chain. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e de serviços: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, M. A. P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 6. ed. São Paulo? Atlas, 2012.

KRAJEWSKI, L; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. Administração da produção e operações. 8. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

LUTOSA, L. et al. Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PIRES, Silvio R. I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SIMCHI-LEVI D.; KAMINSKY P.; SIMCHI-LEVI E. Cadeia de Suprimentos: projeto e gestão. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SLACK, N. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIVALDINI, M.; PIRES, S. R. I. Operadores logísticos: integrando operações em cadeias de suprimento. São Paulo: Atlas, 2010.

Capítulo 40

UM ESTUDO DE PROCESSOS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO E COGERAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA NACIONAL

José Francisco de Camargo Barros Júnior
Cintia Reis de Souza Lacerda Guedes
André Castro Fernandes
Bruno Santos Pereira
Carolina Fialdini

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade no setor industrial passa por duas importantes questões: a preservação dos recursos naturais que são finitos e a responsabilidade sobre o meio ambiente. Produzir com menos recursos e ao mesmo tempo criar programas para tratamento de resíduos são atividades recorrentes nas indústrias. A sustentabilidade, mais que uma expressão, é um conceito que, relacionando aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, busca suprir as necessidades do presente sem afetar as gerações futuras. (SANTOS, CANDIDO, 2015).

Nesse contexto, onde a produção de resíduos é um problema que se potencializa e o dilema é o seu reaproveitamento ou a destinação ideal, a Logística Reversa (LR) vem se destacando como alternativa à sociedade, com vantagens que vão desde a contribuição para preservação do meio ambiente, economia de energia e geração de empregos até ganhos financeiros e diferencial competitivo entre as empresas.

Pensando nisso, ocorreu uma importante decisão de Diretoria (DD) na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) nº 076/2018/C, que delineia que todas as empresas que desejarem obter ou renovar sua licença ambiental e atuam com fabricação, importação, distribuição ou comercialização de produtos nos setores alimentícios, bebidas, higiene pessoal, perfumaria e cosméticos deverão adotar e implementar requisitos legais nos processos de estrutura, implementação e operação de LR, no que tange a destinação das embalagens desses produtos. O cumprimento dessa regra da Cetesb não visa somente garantir o bom funcionamento das operações de uma empresa, mas também a torna isenta de penalidades e possível interrupção das atividades.

Com esse regulamento em pauta, o foco específico deste estudo encontra-se na cadeia de LR pós-consumo na indústria farmacêutica nacional. O estudo propôs uma análise comparativa entre as regulamentações existentes no Brasil e as políticas aplicadas em Portugal, França, Suécia, Espanha, Canadá, Estados Unidos, Itália e Austrália, sugerindo a implantação de um sistema térmico que transforme os resíduos em energia, aplicando o conceito de cogeração e tornando o setor farmacêutico adaptado à regulamentação da Cetesb.

2. REVISÃO TEÓRICA

Nesse capítulo foram abordados os quatro conceitos principais que norteiam essa pesquisa: a Logística, a LR, a LR Pós-Consumo e a Sustentabilidade.

2.1 LOGÍSTICA

A importância da Logística, enquanto diferencial estratégico, cresceu exponencialmente ao longo dos anos: empresas com melhores canais de distribuição e programas logísticos largam na frente rumo ao sucesso. Segundo Christopher (1997, p.2 *apud* Faria e Costa, 2013, p. 5), a Logística pode ser considerada o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através da organização.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

Stock (1998, p. 20) define a LR da seguinte forma: "LR: em perspectiva de logística de negócios, o termo refere-se ao papel de logística no retorno de produtos, redução de fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos (...)".

Produtos que se tornam inválidos, quebrados e sem uso devem retornar ao seu ponto de início para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados como matéria-prima e para novos investimentos.

2.3 LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO

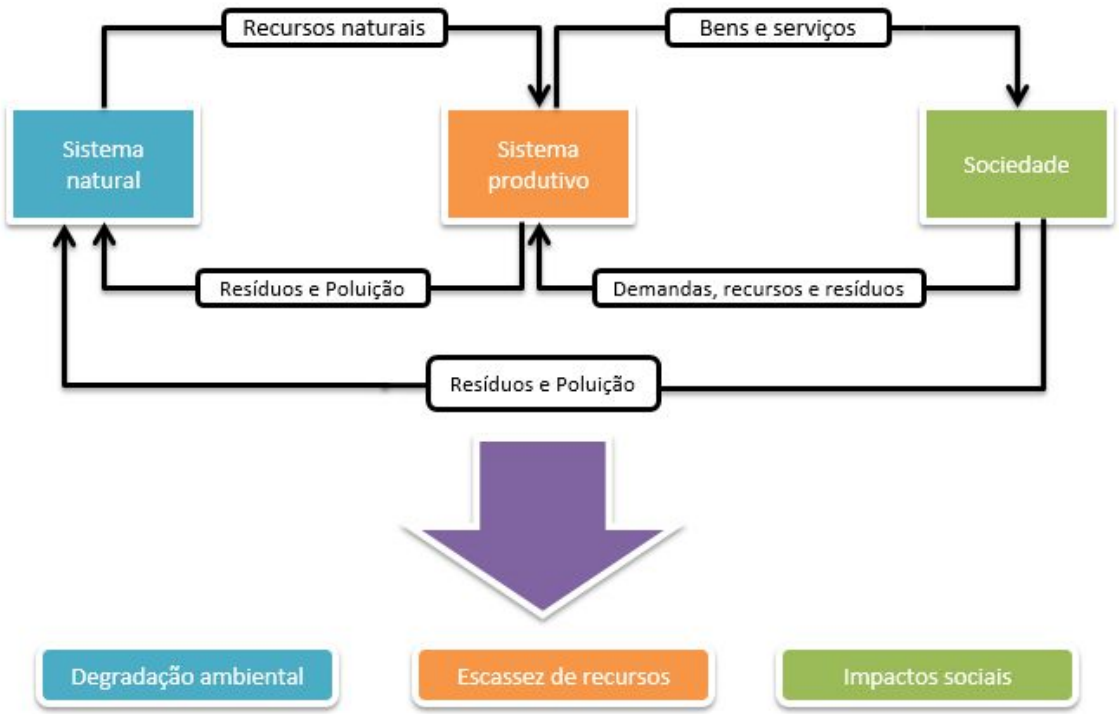
Conforme Leite (2003), a LR de pós-consumo é caracterizada pelo planejamento, controle e disposição final dos bens de pós-consumo, os quais, no fim de sua vida útil, são meios de recuperação de valor econômico e ambiental devido ao reuso, reciclagem e incineração, transformando por esta última, bens de pós-consumo em energia elétrica.

2.4 LOGÍSTICA REVERSA E SUSTENTABILIDADE

Logística verde, ou logística ecológica, refere-se a compreender e minimizar o impacto ecológico da logística, incluindo a medição do impacto ambiental de determinados modos de transporte, a certificação ISO 14.000, redução do consumo de energia (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Estudos foram desenvolvidos com o intuito de tratar esta problemática do descarte inadequado dos produtos. As estratégias formuladas que queiram ser traduzidas em desenvolvimento sustentável frequentemente empregam métodos como a reciclagem, reuso, recuperação e gerenciamento de resíduos – estes mesmos constituindo-se como sistemas produtivos, conforme pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxos de Produtos e Recursos entre diversos Sistemas



Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Logística Reversa – Processo a Processo, 2014.

A figura 1 demonstra a cadeia cíclica dos sistemas naturais, produtivos e sociedade. Dessa forma, seguindo essa cronologia, serão gerados resíduos e poluição.

3. METODOLOGIA

Metodologia pode ser entendida como um direcionamento que aborda e esquematiza a compreensão, estudo e análise dos procedimentos para a confecção de uma pesquisa e responde às seguintes questões: Como? Com quê? Onde? Quanto? Permitindo encontrar o método mais adequado para a pesquisa, logo, a coleta de dados e seu respectivo processamento, possibilitam estruturar um conhecimento, comprovar sua legitimidade e utilidade. (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 221; PRODANOV; FREITAS, 2013, p.20).

De caráter aplicado, qualitativo, exploratório, empregando o estudo de caso como procedimento executado através da divisão em duas etapas: (i) aborda-se a definição do tema, dos objetivos a serem atingidos e o referencial teórico com todos os conceitos principais e (ii) realiza-se a parte prática, por meio da abordagem por fluxogramas, modelos de processos, estudos de caso ligado ao setor farmacêutico brasileiro através de entrevistas com profissionais ligados ao tema.

4. ESTUDO DE CASO

O mercado farmacêutico é um dos mais competitivos, complexos, rentáveis e inovadores da atualidade. Grandes corporações mundiais investem bilhões de dólares no desenvolvimento e comercialização de seus produtos (DAS, 2011). Um mercado em que o consumidor do produto o adquire através da prescrição do medicamento pelo médico, avaliando o mais adequado (KREMER et al., 2008).

As práticas da indústria farmacêutica associam gestão ao conceito de sustentabilidade, transformando e aumentando a preocupação da sociedade com o desenvolvimento consciente (ILOS, 2011). Com seu crescimento expressivo, no Brasil, a geração de resíduos aumentou drasticamente. Assim, atitudes ambientais corretas apresentam um papel relevante na sociedade atual.

4.1 LOGÍSTICA REVERSA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Os ciclos produtivos da indústria farmacêutica iniciam desde o processo de embalagem até a composição de produtos, que estão alinhados às indústrias globais farmoquímicas. São distribuídos por centrais públicas e privadas como drogarias, unidades de saúde e hospitais, finalizando-o no consumidor final, sempre prescritas por profissionais habilitados. Porém, há resíduos que devem retornar ao ciclo produtivo, e há uma importante questão não respondida: o que acontece com as quantidades de medicamentos distribuídos que sofrem o efeito do limite da validade? É possível que seja aumentada a quantidade de resíduos devido a não existência de portarias ou normativas que regulamentem a correta destinação desses itens.

Para Rocha (2009), um medicamento deve estar dentro do prazo de validade e em condições adequadas de utilização para obter o efeito desejado, se vencido pode causar sérios problemas ao meio ambiente, ao ser descartado incorretamente. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012), o descarte de medicamentos em desuso/vencidos, é feito por muitas pessoas no lixo comum ou na rede de esgoto, gerando sérios problemas ao meio ambiente como a contaminação do solo e água.

Entre os resíduos de medicamentos, destacam-se as embalagens utilizadas para acondicioná-los, as quais se dividem em primária (contato direto com o medicamento, figura 2), secundária (figura 3) e seus acessórios (BRASIL, 2011). A embalagem primária vítrea geralmente acondiciona medicamentos líquidos e tem bico dosador (figura 2a). No blister (figura 2b) acondicionam-se cápsulas e comprimidos revestidos e é impressa a validade dos medicamentos.

Figura 2 - Embalagens primárias vítrea (a) e blister (b)

Fonte: BRASIL, 2011.

A embalagem secundária é destinada para se agrupar uma ou mais embalagens primárias, conforme figura 3.

Figura 3 - Embalagem secundária papelão

Fonte: BRASIL, 2011.

A caixa de papelão (embalagem secundária) é acompanhada pelo medicamento, bula, possui data de fabricação, validade e número do lote impressos na caixa. Não havendo nenhum tipo de contato com os medicamentos, estas poderão ser recicladas. Já as contaminadas, devem ser destinados a um tratamento eficaz de descontaminação (ANVISA, 2004).

No Quadro 1 constam os aspectos, impactos e as possíveis soluções para o tratamento dos medicamentos descartados (FINKLER, 2012). Evidencia a importância da LR no que tange ao impacto ao meio ambiente e o risco aos seres humanos devendo haver categorias de manejo com relação aos descartes. Principalmente para embalagens primárias, além de uma destinação correta, como o

tratamento “lixo-hospitalar” que é dado pelo potencial de contaminação ao ser humano em contato com o material possivelmente infectado, dificulta a aplicação da LR, eleva o custo do processo, sendo mais rentável e segura a incineração.

Quadro 1 - Tratamento dos medicamentos descartados

Aspectos	Impactos	Soluções
*Descarte de Embalagens primárias vítreas: Ampola, frasco, frasco-ampola, frasco gotejador, frasco spray.	*Contaminação do solo e recursos hídricos; *Causar ferimentos provocados por corte; *Poluição visual; *Passivo ambiental.	*Orientar a população quanto ao descarte correto das embalagens; *Oferecer coleta das embalagens; *Segregar as embalagens vítreas; *Verificar quais podem ser recicladas após prévio tratamento de descontaminação e limpeza da embalagem; *Em caso de não reciclar, destinar para local ambientalmente adequado.
*Descarte de Embalagens secundárias: caixas, caixas térmicas.	*Contaminação do solo e recursos hídricos caso esteja contaminado com residuo de medicamentos; *Poluição visual; *Desperdício de recurso natural.	*Segregar as embalagens secundárias das primárias; *Evitar contaminação da embalagem secundária com o medicamento; *Evitar à reciclagem para o reprocessamento; *Verificar o tratamento das caixas térmicas ou destinação adequada.
*Descarte de acessórios dos medicamentos: agulha, colher, conta-gotas, copo dosador, seringa, válvula indicadora de dose.	*Caso contenha medicamentos, pode causar contaminação do solo e recurso hídrico; *Transmissão de doenças; *Poluição visual; *Passivo ambiental.	*As agulhas devem ser segregadas separadamente dos outros acessórios tendo um tratamento especial; *Acessórios que contenham medicamentos dever ser limpos para encaminhar para a reciclagem ou destinar para local ambientalmente adequado.
*Descarte de resíduos de medicamentos líquidos.	*Contaminção do solo e recurso hídrico; *Causar doenças; *Passivo ambiental.	*Verificar possíveis tratamentos para a inibição do fármaco; *Destinar para local ambientalmente adequado;

Fonte: Adaptado pelos autores de FINKLER, 2012.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS

Segundo Ricardo Capotosto (Analista de Meio Ambiente), LR pode ser definida como a forma mais racional de fazer com que as empresas se responsabilizem por seus resíduos de forma sustentável, evitando a degradação do meio ambiente. Já na indústria farmacêutica, seria a retirada do mercado de seus produtos fora de especificação com o devido retorno à indústria para destinação e tratamento. Entretanto existem dificuldades de implantação da LR na indústria farmacêutica, o alto custo da destinação/reuso em relação ao retorno proveniente da imagem no mercado quanto à responsabilidade sócio ambiental, proteção da marca e a segurança de que seus produtos vencidos não serão revendidos no mercado paralelo não causam favorecimento.

5.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE REGULAMENTAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO

A NR-25 de Resíduos Industriais, Lei 12.305/2010 que define a Política Nacional de Resíduos Sólidos classifica os resíduos industriais e orienta as empresas a implantarem o descarte consciente. Para tanto, deve-se estabelecer um fornecedor homologado com documentação pertinente ao processo, ter licença da Companhia Ambiental do Estado, planejar logística para a retirada dos produtos/resíduos do mercado. As multas e a forma de aplicação da LR na indústria farmacêutica estão em análise. Contudo, de acordo com debates técnicos, há quem diga que a melhor alternativa é a parceria com prefeitura, farmácias e parceiros. Não há registro de empresas que sigam todas as orientações da NR 25 e de legislações específicas para este caso. Entretanto o tema tem um alto nível de significância para sociedade e empresas, do ponto de vista ambientalista, contribuem para desenvolvimento sustentável e econômico da região.

Realizou-se uma análise comparativa de políticas de LR em oito países, Portugal, França, Suécia, Espanha, Canadá, Estados Unidos, Itália, Austrália e Brasil (detalhados nos anexo I á VII e analisados no quadro 2), sendo que dois norte-americanos com dimensões continentais tal como o Brasil, com o intuito de dividir as políticas aplicadas em quatro grandes áreas: (1) programa (que informa desde a coleta da embalagem através de programas locais de adesão do público, sistema integrado de coleta de lixo, parcerias entre governo e indústrias, diretrizes para o descarte seguro e até a incineração); (2) financiamento (através do governos federal, indústria farmacêutica, associação de farmácias e distribuidores); (3) modelo técnico (análise desde a triagem de embalagens, incineração sem e com a recuperação de energia e reciclagem das embalagens); (4) pontos positivos que foram obtidos e como

encontram-se até o presente momento (se ocorreu adesão da população; adesão de farmácias, clínicas, consultórios odontológicos e hospitais; adesão e financiamento voluntário pela indústria).

Quadro 02 - Tabela- Resumo das práticas de LR em outros países.

		PORTUGAL	ESPANHA	FRANÇA	SUÉCIA	CANADÁ	EUA	ITÁLIA	AUSTRÁLIA
PROGRAMA	COLETA DE EMBALAGENS ATRAVÉS DA ADESÃO DE FARMÁCIAS	X		X					X
	SISTEMA INTEGRADO DE COLETA DE LIXO		X						
	INCINERAÇÃO				X				
	PROGRAMAS LOCAIS, ADESÃO DO PÚBLICO					X			
	PARCERIA ENTRE O GOVERNO E AS INDÚSTRIAS						X		
	DIRETRIZES PARA O DESCARTE SEGURO							X	
FINANCIAMENTO	ASSOCIAÇÃO DE FARMÁCIAS, INDÚSTRIAS e DISTRIBUIDORES	X						X	
	INDÚSTRIA FARMACÊUTICA		X	X			X		
	GOVERNO FEDERAL				X				
	PEQUENA PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO; INDÚSTRIA FARMACÊUTICA					X			X
MODELO TÉCNICO	TRIAGEM DE EMBALAGENS, INCINERAÇÃO SEM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA	X						X	
	RECICLAGEM DAS EMBALAGENS E INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA		X						
	INCINERAÇÃO COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA			X					
	INCINERAÇÃO DOS MEDICAMENTOS E EMBALAGENS				X	X	X		X
PONTOS POSITIVOS	GRANDE ADESÃO DA POPULAÇÃO	X							
	INCINERAÇÃO COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA; UNIDADES DE TRATAMENTO COM ALTO NÍVEL DE AUTOMAÇÃO; 100% DE ADESÃO DAS FARMÁCIAS; AUMENTO ANUAL DO VOLUME COLETADO		X						
	A INDÚSTRIA COBRE AS DESPESAS; BENEFÍCIO AMBIENTAL E ECONÔMICO POR RECUPERAÇÃO DA ENERGIA COM INCINERAÇÃO; REDUÇÃO DE GASTOS DO CONTRIBUINTE COM ENERGIA			X					
	ADESÃO DE 100% DAS FARMÁCIAS, CLÍNICAS, CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICAS e HOSPITAIS				X				
	ADESÃO DE 100% DAS FARMÁCIAS; FINANCIAMENTO VOLUNTÁRIO PELA INDÚSTRIA					X			
	PERMITE A ENTREGA DE SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS; REGULA A DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS						X		
	GRANDE QUANTIDADE DE INFORMAÇÕES								X

Fonte: Autores (2019).

O quadro 3 descreve as regulamentações em vigor antes da portaria da Cetesb, que assim como a própria diretriz, limitavam-se a pequenas implantações e programas de conscientização, coleta, reciclagem e destinação, sendo em aterros ou incineradas.

Quadro 3 - Tabela-Resumo das práticas de LR no Brasil

Tabela- Resumo das práticas de LR no Brasil	
Drogamais	Pelas redes é divulgado o programa de incineração
Eurofarma	A iniciativa é feita por pontos de coleta nas drogarias extra e pão de açúcar
SESI	Medicamentos enviados para aterros e incineração
Cooperfarma	Ação juntamente com a indústria
Farma	Ação juntamente com a indústria
BHS	Possui espação de patrocínios nos pontos de coleta, separando embalagens, com destinação de incineração e reciclagem
UBS jardim Herculano Medicamento descarte no lugar certo	Com iniciativa recém implantada em 2019, a UBS acabou de inaugurar o seu coletor de medicamentos personalizado. Campanha realizada em 15/08/2018 a 15/10/2018, para descarte de medicamentos vencidos

FONTE: Autores (2019)

Espera-se que o regimento solicitado pela Cetesb seja implantado em todo o território brasileiro, utilizando-se como exemplo políticas aplicadas em outros países. O que o estudo se dispôs a demonstrar é que boas iniciativas são realizadas em diversos países europeus e também no continente norte-americano, Canadá e Estados Unidos.

5.3 BOAS PRÁTICAS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO

A figura 4 transmite a informação da aplicação do processo de LR em embalagens secundárias e cartuchos (sem risco de contaminação) enviados para reciclagem de acordo com as normativas ambientais por um laboratório farmacêutico, cujo foco é conscientizar a população, promover a preservação ambiental, gerar empregos, reutilizando embalagens na fabricação de outros produtos.

Figura 4 - Aplicação sucinta de LR em um laboratório farmacêutico

Fonte: Autores (2019)

A figura 5 transmite uma iniciativa própria da Unidade Básica de Saúde Jardim Herculano-SP, que implantou um coletor personalizado para descarte adequado de medicamentos. Sendo instalado ao lado da farmácia, para facilitar o incentivo a campanha de descarte de medicamentos vencidos e sem uso de forma correta e segura para a saúde e o meio ambiente.

Figura 5 - Aplicação da logística reversa UBS jardim herculano

Fonte: Autores (2019).

5.4 ESTUDO SINDUSFARMA

Realizou-se um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Sistema de Logística Reversa de Medicamentos pela KPMG, a pedido do Sindicado das Indústrias Farmacêuticas – Sindusfarma, contemplando 80 mil participantes, 5800 toneladas de medicamentos recolhidos em 2226 munícipios com três cenários para implantação do programa: ponto fixo, campanhas (farmácias e locais públicos) e adoção de farmácias. Os gastos da implantação de um ponto fixo de coleta como a de adoção de farmácias foram estimados em R$ 334,3 milhões/ano. Já as campanhas teriam um custo potencial de R$ 215 milhões. Nesse interim, identificou-se uma série de desafios para a implementação de um sistema de destinação ambientalmente adequado de medicamentos, como:

- Custos vs. Retorno: Para aplicar a LR fazendo campanhas e colhendo resíduos em farmácias há um custo elevado, mesmo reciclando embalagens primárias e amortizar os gastos da aplicação;

- Dificuldade da logística reversa no setor farmacêutico: Cada medicamento tem um destino correto e uma classificação, conforme a ameaça que possui para o ambiente;

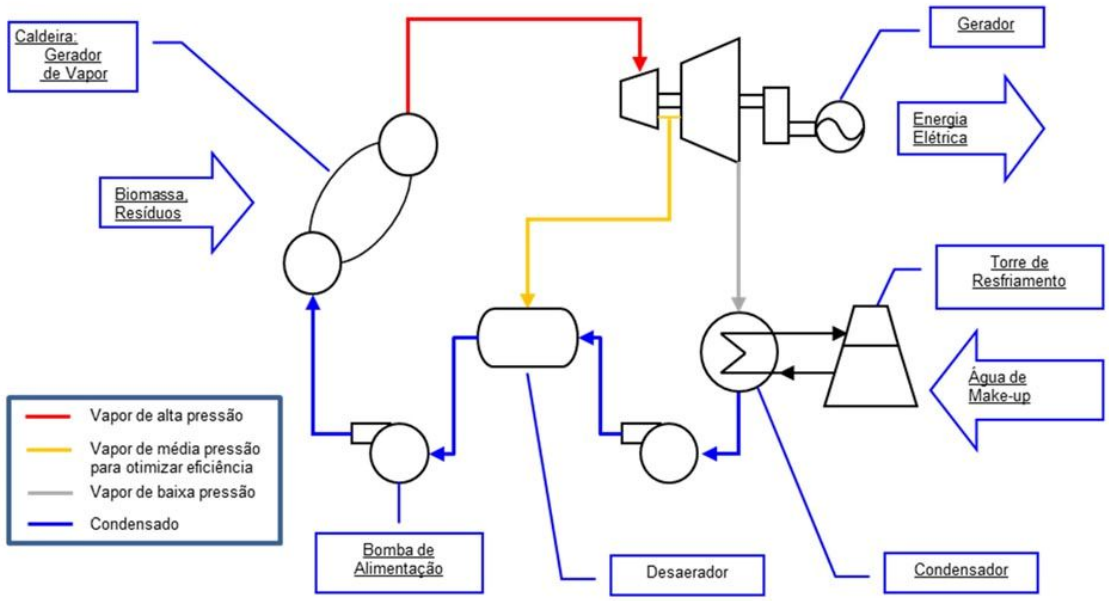
– Impactos ambientais: Existem poucas empresas especializadas na destinação final dos medicamentos colhidos, aumentando assim os riscos sanitários na cadeia da LR;

– Tributos: Questão a ser analisada, fundamental participação do governo na aplicação da LR.

5.5 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA TÉRMICO PARA ENERGIA

Um programa de gestão de resíduos pode aplicar o conceito de LR para os medicamentos prevendo a utilização destes como combustível em um processo de incineração. Como resultado tem-se gases de combustão (que podem ser tratados), cinzas (que podem ser empregadas na fabricação de cerâmicas) e calor. Sendo este último de grande importância para geração de energia, podendo ser aplicado em um ciclo termodinâmico de Rankine, que transforma energia térmica em trabalho mecânico (figura 6).

Figura 6 – Sistemas para Geração Termoelétrica e Cogeração - Ciclo de Rankine



Fonte: Solidda (2019)

Lucke (2012), declara que a "usina é a melhor maneira de aproveitar o lixo hoje" cita como exemplo Campinas produtora de 1050 toneladas/dia de lixo, onde 15% a mais de energia elétrica poderiam ser acrescentados à rede através da incineração do lixo, utilizado como combustível para aquecer a água na caldeira, produzir vapor, passar por uma turbina e movimentar um gerador. Lucke (2012) ainda fez um levantamento para "Uma usina média, com capacidade para 260 toneladas/dia, custaria ao redor de 290 milhões de reais, que poderia gerar 120 megawatts/dias, atendendo de 40 a 50 mil habitantes e oferecendo 120 empregos diretos, além dos indiretos e do estímulo à economia regional. " Machado (2015), declara que 264 toneladas/dia de resíduos seria o suficiente para gerar energia elétrica para 39000 residências/mês.

Como o atual cenário brasileiro é a destinação em aterros, locais isolados para a destinação somente de lixo hospitalar e alguns centros de incineração destinados aos resíduos que não são utilizados no processo químico das indústrias farmacêuticas e estão vencidos. Propõe-se um modelo baseado no quadro 2, utilizando como referência Espanha e França que tratam a LR desde a reciclagem até o uso da queima desses. Utilizados como fonte de calor para o processo térmico de cogeração de energia (figura 6), através do ciclo de Rankine nas centrais de incineração consolidando uma correta aplicação desde o posto fixo de recebimento de medicamento pós-consumo ultrapassada a validade até a transformação do resíduo em energia elétrica, sendo esta a sugestão do estudo.

6. CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, além da conscientização da sociedade para levar os medicamentos não consumidos e com sua validade vencida em pontos de coletas, sendo como o exemplo apresentado e modelo a ser seguido o que é aplicado em uma UBS, considerando uma triagem das embalagens secundárias (caixas de papelão) que podem ser recicladas, já para outros itens descritos não há outra forma de destinação, com menor custo de processo, a não ser a incineração como demostrado, que é a única e correta destinação, onde não haverá risco de contaminação do homem e do meio ambiente, além de que se for implantado com a participação de iniciativas das indústrias, organizações sem fins lucrativos e uma parte de subsídio do governo a portaria da Cetesb, que será obrigatória para novas licenças e a sua renovação, poderá ser atendida, como já implantadas no estado do Paraná através de campanhas de conscientização e pontos fixos de coletadas (Estudo realizado pela SINDUSFARMA). Este estudo foi fundamental para o traçado de uma rede de logística reversa para o segmento pós-consumo de medicamentos, onde a atual restrição no cenário e a implantação de mais centros de incineração de médio e grande porte, que utilizem a energia da queima como fonte de cogeração energética.

Dessa forma, segundo os dados levantados no parágrafo anterior e servindo-se do exemplo de países como Espanha e França, uma solução para a aplicação da logística reversa com o aproveitamento dos resíduos do descarte de medicamentos para a cogeração de energia no Brasil seria a coleta de embalagens e medicamentos vencidos ou em desuso nas farmácias e em um sistema integrado de coletas de lixo, com triagem para reutilização e incineração como recuperação da energia, sendo um benefício para o meio ambiente e uma forma de reduzir os custos de energia elétrica do contribuinte, podendo ainda vender o excedente para municípios ou indústrias locais e parte aplicar na ampliação do sistema em todo o Brasil, mesmo havendo um efeito de dimensões continentais que dificulta a capilaridade de qualquer projeto, do planejamento à aplicação destas iniciativas expostas bem como a restrição atual da malha e rede logística e pôr fim a própria conscientização que é difícil de ser difundida, como mostrado em países norte-americanos, onde não há o atendimento de 100 % de aplicação da LR pós consumo.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Dermi. Sarney Convida Igrejas Cristãs para Diálogo sobre o Pacto. Folha de São Paulo, São Paulo, 22 out. 1985. Caderno econômico, p. 13.

OTT, Margot Bertolucci. Tendências Ideológicas no Ensino de Primeiro Grau. Porto Alegre: UFRGS, 1983. 214 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.

MELLO, Luiz Antonio. A Onda Maldita: como nasceu a Fluminense FM. Niterói: Arte & Ofício, 1992. Disponível em: <http://www.actech.com.br/aondamaldita/ creditos.html> Acesso em: 13 out. 1997.

SCHWARTZMAN, Simon. Como a Universidade Está se Pensando? In: PEREIRA, Antonio Gomes (Org.). Para Onde Vai a Universidade Brasileira? Fortaleza: UFC, 1983. p. 29-45.

SAVIANI, Demerval. A Universidade e a Problemática da Educação e Cultura. Educação Brasileira, Brasília, v. 1, n. 3, p. 35-58, maio/ago. 1979.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 306. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde a ser observado em todo o território nacional, seja na área pública, seja na privada. Diário Oficial da União 2004; 7 dez.

AYRES, Manuel; AYRES JR., Manuel; AYRES, Daniel L.; SANTOS, Alex A.S. Aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Bio-Médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Conservation International, 2007.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BRASIL. Resolução nº 210 de 14 de agosto de 2003. Determinar a todos os estabelecimentos fabricantes de medicamentos, o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Regulamento Técnico das Boas Práticas para a Fabricação de Medicamentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DOU de 14/08/03. Seção 1. Disponível em: <http://dre.pt/sug/digesto/index.html >. Acesso em: 10 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Vocabulário Controlado de formas farmacêuticas, vias de administração e embalagens de medicamentos. 1. ed. Brasília 2011 <http://portal.anvisa.gov.br/ps/wcm/connect/497d908047458b5f952bd53fbc4c6735/vocabulario_ controlado_ medicamentos_Anvisa.pdf?MOD=AJPERES >. Acesso em: 05 nov. 2018.

BOECHAT, C.; PARO, R. Comunicação de resultados de pesquisa: desafios brasileiros da sustentabilidade e o planejamento estratégico das empresas. Nova Lima: FDC, 2009.

BOSSEL, H. Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a reporter to the Balaton Group, International Institute for Sustainable Development. Winnipeg: IISD, 1999.

DIAS, Marco Aurélio. Introdução à logística: fundamentos, práticas e integração. São Paulo: Atlas, 2017.

FALQUETO, Elda; KLIGERMAN, Débora Cynamon. Diretrizes para um Programa de Recolhimento de Medicamentos Vencidos no BrasiL. Ciência & Saúde Coletiva, 18(3):883-892, 2013. Disponível em: <https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1413-81232013000800034&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 14 set. 2018.

FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fátima Gameiro da. Gestão de Custos Logísticos. São Paulo: Atlas, 2013. 428.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. Métodos de pesquisa. 2009. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação Tecnológica, Universidade Aberta do Brasil – Uab/ufrgs, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 18 set. 2018.

LACERDA, Leonardo. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa: Meio ambiente e Competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LEITE, Paulo Roberto Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LUCKE, Sergio Augusto. O resíduo sólido urbano como fonte renovável para geração de energia elétrica: Aspectos econômicos e Sócio-Ambientais, 2012, Campinas – SP.

MACHADO, Camila Frankenfeld. Incineração: Uma análise do tratamento térmico dos resíduos sólidos urbanos de Bauru/SP, 2015, Rio de Janeiro – RJ.

MENDONÇA, Fabrício Molica de; PONTES, André Teixeira; SOUZA, Ricardo Gabbay de. Logística Reversa: Processo a Processo. São Paulo: Atlas, 2014, P. 272.

OLIVEIRA, Betania M. A de. Logística Reversa de Medicamentos Domésticos. Monografia (Especialização) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/ T207882.pdf >. Acesso em: 07 ago. 2018.

PEREIRA, André Luiz; BOECHAT, Cláudio Bruzzi; TADEU, Hugo Ferreira Braga. Logística reversa e sustentabilidade. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=zUDsAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=ARTIGOS+SOBRE+PESQUISA+ACADEMICA&ots=dbZ39kz9FK&sig=2sVXjuib-rwT4mPuSKT7JjTk5U#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 21 out. 2018.

REDAÇÃO PANORAMA FARMACêUTICO (São Paulo). Sindusfarma lança estudo sobre logística reversa. 2019.

<https://panoramafarmaceutico.com.br/2019/04/09/sindusfarma-apresenta-estudo-sobre-logistica-reversa/>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ROCHA, Bruno S. Caracterização dos Medicamentos Descartados por Usuários da Farmácia Popular do Brasil/Farmácia Escola da UFRGS. In: 9º Salão de Extensão da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2009. <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/premio_medica/pdfs/trabalhos/mencoes/bruno_simas_trabalho_completo.pdf > Acesso em: 10 nov. 2018.

ROGERS, Dale S.; Tibben-Lembke, Ronald S. Going Backwards: Reverse Logistics Practice; IL: Reverse Logistics Exectuve Council, 1999.

SANTOS, Daniel Bertolino Bastos; SILVEIRA, Renata Simoes; SPIEGEL, Thais. LOGÍSTICA REVERSA DE MEDICAMENTOS: UMA REVISÃO DOS MODELOS INTERNACIONAIS. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, p.1-19, 14 out. 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_203_150_24754.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019

SANTOS, J. G., & Cândido, G. A. Geração e manejo dos resíduos sólidos resultantes das atividades turísticas de Porto de Galinhas – PE. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo. 9(1), 40-48, 2015.

SERAFIM, Eliana O. P. et al. Qualidade dos medicamentos contendo dipirona encontrados nas residências de Araraquara e sua relação com a atenção farmacêutica. Rev. Bras. Cienc. Farm. São Paulo, v. 43, n. 1, p. 127-135, Mar. 2007.

SOLIDDA. Disponível em http://www.solidda.com.br/sistemas-para-geracao-termoeletrica-e-cogeracao. Acesso em 02/05/2019.

SOTORIVA, Patricia. Descarte Incorreto de Medicamentos Ameaça o meio Ambiente, 2009. Disponível em: <http://www.medicsupply.com.br/pacientes/blog/descarteincorreto-de medicamentos ameaca-meio-ambiente/>. Acesso em: 20 out. 2018.

Anexo I

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos - Portugal

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
PORTUGAL	VALORMED – Licenciado pelos Ministérios da Economia e Meio Ambiente, para a gestão do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens de Medicamentos, com adesão de 2800 farmácias.	Associação de Farmácias, Indústrias, Distribuidores, importadores e outros envolvidos nos negócios	Triagem – reciclagem de todo o material de embalagem (quando possível) e incineração dos medicamentos, sem recuperação de energia.	838 ton. (2010)	- Grande adesão da população - Não há recuperação de energia com a incineração	*Spots* TV, *Spots* Rádio, *Outdoors* e ações de sensibilização

Fonte: Adaptado pelos autores de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo II

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos - Espanha

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
E S P A N H A	SIGRE – Sistema Integrado de Gerenciamento de Lixo – Organização sem fins lucrativos que também dá nome ao programa	Indústria Farmacêutica, tendo como base seu volume de vendas	Processo abrangente de controle e rastreabilidade de resíduos. Após a etapa de separação e classificação, com o intuito de reciclar os materiais de embalagens, os medicamentos são incinerados, com recuperação de energia.	12 ton./ano (média)	- Incineração com recuperação de energia - Unidades de tratamento com alto nível de automação - 100% de farmácias aderidas - Aumento anual de volume coletado - 99% das farmácias estão inscritas por uma diretiva européia	Boletins *Online* que informam aos *Stakeholders* sobre os resultados alcançados Ações de divulgação feitas pelo Depto. de Saúde e Meio Ambiente para divulgação do programa. O programa possui logotipo identificando os contêineres e medicamentos que devem ser retornados

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo III

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos – França e Suécia

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
FRANÇA	CYCLAMED – coleta e reciclagem de medicamentos, que devem ser levados às drogarias pelos consumidores	Indústrias Farmacêuticas – Custo estimado: € 5,5 milhões/ano	Eliminação por incineração, com recuperação de energia	14.271 ton (2012)	- A indústria cobre os custos do programa - Benefícios ambientais e econômicos com a recuperação de energia via incineração - Redução de gastos do contribuinte com energia	Ações internas – Boletins informativos e encontros regionais Ações externas – Televisão, *Websites* e Decalques
SUÉCIA	Incineração dos medicamentos junto com as embalagens	Governo Federal – através da cadeia de medicamentos estatal (*Apoteket AB*) - € 1,5 milhões/ano	Incineração de medicamentos e embalagens	1,2 ton./ ano (média)	- Adesão de 100% das farmácias, além de clínicas, consultórios dentários e hospitais	Campanhas pontuais na mídia, farmácias e clínicas e em parceria com outras organizações interessadas no assunto. Folders são distribuídos ao público ressaltando a importância de destinar adequadamente os seus medicamentos vencidos.

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo IV

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos – Canadá

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
CANADÁ	Não há legislação federal específica, somente programas locais, com destaque para Alberta e Colúmbia Britânica (100% de adesão das farmácias) e Nova Escócia (custo do programa de US$ 0,001 por pílula)	Alberta – pequena participação de financiamento governamental, com contribuições locais dos produtores Colúmbia Britânica – financiamento do programa a cargo dos laboratórios farmacêuticos, com base nos números coletados do ano anterior. Nova Escócia – financiamento pela Indústria Farmacêutica	Alberta – Incineração Colúmbia Britânica – após coletados em contêineres de 20 litros, atingida a marca de 10 ton., os resíduos são levados para destruição. Nova Escócia – após coleta em caixas de papelão ensacadas, os medicamentos são levados para incineração	Alberta – 42 ton./ano (média) Colúmbia Britânica – 25 ton. (2007) Nova Escócia – 26 ton. (2007)	Alberta – 100% de adesão das farmácias. Aceitação do financiamento, de forma voluntária, pela Indústria Colúmbia Britânica – os volumes coletados aumentam anualmente - Apenas 20% dos consumidores utilizam o programa - Apenas 31% dos consumidores sabem da existência do programa Nova Escócia – 100% de adesão das farmácias; indústria assume todos os custos.	A divulgação dos programas canadenses é feita através de website (informações gerais). Pôsteres e informativos (*folders*) são distribuídos aos consumidores.

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo V

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos – Estados Unidos

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
ESTADOS UNIDOS	Não há uma legislação federal específica sobre descarte de resíduos, apenas diretrizes divulgadas por agências nacionais e 61 iniciativas não padronizadas espalhadas pelo país. Além destas diretrizes federais, 6 estados possuem iniciativas seguras de destinação de medicamentos: Flórida, *Washington, Ohio, Illinois, Wisconsin* e Califórnia. O estado do *Maine* possui o *Maine Safe Medicine Disposal Program*	Maine – *Enviroment Protection Agency* *Washington* – Programas financiados pela Indústria Farmacêutica, sem a dependência de financiamentos governamentais.	*Maine* – A *Maine Drug Enforcement Agency* utiliza os serviços dos correios. Envelopes são distribuídos em farmácias para que os consumidores coloquem nos mesmos os seus medicamentos vencidos e os depositem em caixas de correios, posteriormente, os correios encaminham os envelopes ao FDA (*Food and Drugs Administration*) para a disposição final segura *Washington* – Contêineres seguros armazenam os resíduos para transporte com objetivo de incineração do que for coletado	Volume não divulgado pelo Governo.	- *Secure and Responsible Disposal Act* (2010 – Permite ao consumidor de substâncias controladas entrega-las para disposição final. - Existência de dispositivos legais que podem ser associados aos programas, como: - *Resource Conservation and Recovery Act* – regula a destinação de resíduos sólidos - *Controlled Substances Act* – implementa um controle rigoroso de resíduos sólidos - *Secure and Responsible Disposal Act* (2010 – Permite ao consumidor de substâncias controladas entrega-las para disposição final.	

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo VI

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos – Itália e Austrália

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	**FINANCIAMENTO**	**MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**	**VOLUME COLETADO**	**PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**	**DIVULGAÇÃO**
ITÁLIA	*Assinde Servizi* – Acordo de Programa firmado entre os vendedores de produtos químicos farmacêuticos e outros relacionados e os Ministérios do Ambiente e da Tutela do Território e da Atividade Produtiva	Associação de Indústrias Farmacêuticas e Distribuidores	Transporte dos medicamentos vencidos para depósitos onde, onde ocorre a separação de embalagens e os medicamentos são incinerados.	Informação não divulgada pelo Governo	- Não contempla o recolhimento de medicamentos vencidos dos consumidores finais	- Não há forma efetiva de divulgação
AUSTRÁLIA	*Australia Return Unwanted Medicines* – 100% de adesão das farmácias.	Ministério da Saúde Australiano, com limitado suporte da Indústria Farmacêutica. $1 a $1,5 milhão por ano.	Incineração em usinas licenciadas	377 ton./ano (média)	- Grande quantidade de informações e dados qualitativos - Baixa participação da população	Diante da baixa participação da população, foram confeccionados panfletos para os consumidores, contatos com planos de saúde e divulgação do programa com participação do governo.

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Anexo VII

Políticas públicas de Logística Reversa de Medicamentos – Brasil

POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARTE CRITERIOSO DE MEDICAMENTOS NO ÂMBITO INTERNACIONAL						
	PROGRAMA	FINANCIAMENTO	MODELO TÉCNICO-TECNOLÓGICO	VOLUME COLETADO	PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS	DIVULGAÇÃO
B R A S I L	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fonte: Adaptado pelos autores (2019) de Santos, Silveira e Spiegel (2014)

Capítulo 41

PARA ALÉM DA ESTRUTURA: ABRINDO A PORTA DA "GAIOLA DE FERRO"

Ana Carolina Andrade
Fabiana Florio Domingues

Resumo: O objetivo deste artigo é discutir como os esforços teóricos contemporâneos em torno do conceito de trabalho institucional aproximam a análise neo-institucional da perspectiva da prática e do quadro de referência construcionista. O trabalho institucional é a ação intencional de indivíduos e organizações destinada a criar, manter e descontinuar as instituições. Os atores detêm poder de agência, podendo influenciar as instituições que os constrangem. Reconhece-se que os fenômenos agente e estrutura e estabilidade e mudança não são duais, mas mutuamente constituídos, havendo uma relação reflexiva entre eles. Assim, ao incorporar a perspectiva da prática, o trabalho institucional aproxima a análise neo-institucional do construcionismo. É importante ressaltar que a ideia de que a estrutura institucional – a "gaiola de ferro" da metáfora de Weber - constrange a ação dos atores sociais não é negada. Todavia, é possível abrir "a porta da gaiola de ferro". É possível ir além da estrutura.

Palavras-Chave: Teoria neo-institucional; Trabalho institucional; Teorias da prática; Construcionismo.

1. INTRODUÇÃO

O interesse em relação às instituições remonta a antiga tradição política e econômica, podendo ser evidenciado no empenho em compreender as interconexões duráveis e estáveis existentes entre política, economia e sociedade. (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Nos estudos organizacionais, a corrente neo-institucional mais presente tem suas ideias fundamentais associadas à sociologia; explorando temas como mudança, conflito e competição. (DIMAGGIO; POWELL, 1991; SCOTT, 2001; TOLBERT; ZUCKER, 2004; DIMAGGIO; POWELL, 2005).

É interessante notar que o desenvolvimento teórico e metodológico da teoria neo-institucional não se apresenta simplesmente como um retorno às raízes funcionalistas. Apesar da ênfase dada ao isomorfismo institucional (processo de homogeneização entre organizações que enfrentam as mesmas condições de incertezas e restrições ambientais), um dos interesses da pesquisa neo-institucional é procurar compreender os processos de transformação e manutenção dos campos organizacionais (DIMAGGIO; POWELL, 1991; SCOTT, 2001; TOLBERT; ZUCKER, 2004; DIMAGGIO; POWELL, 2005).

Apesar de a capacidade de resposta dos atores sociais em relação às pressões impostas pelos processos institucionais ser reconhecida pela teoria institucional tradicional; autores como Lawrence e Suddaby (2006) argumentam que faltava a literatura institucional a atenção explícita em relação aos comportamentos estratégicos que as organizações empregam em resposta direta aos processos institucionais que as afetam; sendo importante ressaltar que essas respostas podem ser mais ou menos passivas.

Diante disso, a reprodução e a manutenção das instituições passaram a não ser mais tidas como certas, uma vez que mesmo as mais institucionalizadas tecnologias, estruturas, práticas e normas requerem a participação ativa de indivíduos e organizações para mantê-las ao longo do tempo (LAWRENCE; WINN; JENNINGS, 2001; LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Assim, nota-se que os teóricos neo-institucionalistas alteraram seu foco de atenção analítica, considerando também os efeitos das micro práticas nas estruturas macro institucionais; buscando compreender qual seria o papel dos atores sociais na transformação, manutenção e até mesmo ruptura das instituições, da ordem macro social. Os efeitos dos atores, assim como seu poder de agência, sobre as instituições passam, então, a chamar a atenção dos pesquisadores neo-institucionais.

Dessa forma, percebe-se nas pesquisas neo-institucionais uma tentativa de reconciliação entre os níveis micro e macro de análise, assim como em relação aos fenômenos agente e estrutura e estabilidade e mudança. Nesse âmbito, o conceito emergente de trabalho institucional é relevante por analisar as práticas dos atores individuais e coletivos que visam a criação, manutenção e interrupção das instituições. O trabalho institucional coloca em evidência a ideia de que os indivíduos se engajam ativamente em processos de criação institucional, manutenção, interrupção e mudança (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011); balanceando o dualismo entre estrutura e poder de agência apresentado pela teoria neo-institucional tradicional.

Diante disso, o objetivo deste artigo é discutir como os esforços teóricos contemporâneos em torno do conceito de trabalho institucional aproximam a análise neo-institucional da perspectiva da prática e do quadro de referência construcionista.

Quanto à justificativa teórica, este trabalho apresenta uma abordagem conceitual que pode contribuir para os estudos organizacionais como uma opção em relação ao enfoque tradicional da teoria neo-institucional, que, até então, atribuía explicações macro institucionais para as mudanças do campo organizacional, negligenciando o nível micro, as micro práticas, o que evidencia uma lacuna de estudo (SEIDL; WHITTINGTON, 2014; SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013; VAARA; WHITTINGTON, 2012).

Os referenciais teóricos adotados neste artigo são a Teoria neo-institucional e o Trabalho institucional. Para a teoria neo-institucional, a burocratização e outras formas de mudança organizacional são resultados de processos isomórficos, que são afetados pelo Estado e pelas categorias profissionais - os racionalizadores do século XX, substitutos da ordem racionalista burocrática. Por meio do isomorfismo as organizações se tornam mais similares, sem, necessariamente, se tornarem mais eficientes (DIMAGGIO; POWELL, 2005). Ao buscar legitimidade institucional, as organizações não sofrem apenas pressões econômicas e políticas, uma vez que há a influência do contexto social e simbólico (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011; SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013). Dessa forma, Dimaggio e Powel (2005) afirmam que a “gaiola de ferro” da metáfora de Weber - segundo a qual a ordem burocrática aprisionaria a humanidade – é revisitada.

Com o desenvolvimento teórico e metodológico contemporâneo da teoria neo-institucional, passa-se a questionar a definição tradicional de instituições. Até então esse conceito parecia inclinado a enfatizar uma natureza estável e duradoura, como se as instituições estivessem naturalmente associadas a mecanismos de controle social automáticos, que as levariam a se auto-reproduzir. Diante disse, os teóricos neo-institucionais passaram a também examinar o papel dos atores sociais na

manutenção das instituições, questionando sua reprodução automática e natural (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Para autores como Berger e Luckrnann (1985) e Lawrence e Suddaby (2006), por exemplos, a manutenção e a reprodução das instituições ao longo do tempo requer a ação de indivíduos e organizações; para Lawrence e Suddaby (2006) essa ação se manifesta sob a forma de significativo trabalho institucional; que suporta, repara e (re)cria os mecanismos sociais necessários para a manutenção das instituições.

O conceito de trabalho institucional está alinhado com a perspectiva da prática, sendo definido como a ação intencional de indivíduos e organizações destinada a criar, manter e descontinuar as instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011). De acordo com esse conceito, os atores sociais detêm poder de agência, podendo influenciar as instituições que os constrangem. Assim, rejeita-se o dualismo entre agente e estrutura, reconhecendo-se a reflexividade entre eles (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011). Todavia, a "gaiola de ferro", a ideia de que a macro estrutura institucional constrange a ação dos atores sociais, continua presente.

Para realizar a discussão proposta, este trabalho está dividido nas seguintes sessões: Teoria neo-institucional e "a gaiola de ferro revisitada"; Para além da estrutura: abrindo "a porta da gaiola de ferro"; Trabalho institucional e prática social; Trabalho institucional e construcionismo e Considerações finais?.

2. TEORIA NEOINSTITUCIONAL

O interesse em relação às instituições remonta a antiga tradição política e econômica, podendo ser evidenciado no empenho em compreender as interconexões duráveis e estáveis existentes entre política, economia e sociedade. (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Nos estudos organizacionais, a corrente neoinstitucional mais presente tem suas ideias fundamentais associadas à sociologia; explorando temas como mudança, conflito e competição. (DIMAGGIO; POWELL, 1991; DIMAGGIO; POWELL, 2005).

É interessante notar que o desenvolvimento teórico e metodológico da teoria neoinstitucional não se apresenta simplesmente como um retorno às raízes funcionalistas. Apesar da ênfase dada ao isomorfismo institucional (processo de homogeneização entre organizações que enfrentam as mesmas condições de incertezas e restrições ambientais), um dos interesses da pesquisa

neoinstitucional é procurar compreender os processos de criação, manutenção e ruptura dos campos organizacionais (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Apesar de a capacidade de resposta dos atores sociais em relação às pressões impostas pelos processos institucionais ser reconhecida pela teoria neoinstitucional; faltava à literatura neoinstitucional a atenção explícita em relação aos comportamentos estratégicos que as organizações empregam em resposta direta aos processos institucionais que as afetam; sendo importante ressaltar que essas respostas podem ser mais ou menos passivas (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Diante disso, a reprodução e a manutenção das instituições passam a não ser tidas como certas, uma vez que mesmo as mais institucionalizadas tecnologias, estruturas, práticas e normas requerem a participação ativa de indivíduos e organizações para mantê-las ao longo do tempo (LAWRENCE; WINN; JENNINGS, 2001; LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Assim, nota-se que os teóricos neoinstitucionalistas alteraram seu foco de atenção analítica, considerando também os efeitos das micropráticas nas estruturas macroinstitucionais; buscando compreender qual seria o papel dos atores sociais na criação, manutenção e até mesmo ruptura das instituições, da ordem macrossocial. Dessa forma, os efeitos dos atores, assim como seu poder de agência, sobre as instituições passam a chamar a atenção dos pesquisadores neoinstitucionais.

O papel dos atores na criação de novas instituições foi primeiramente analisado a partir da ideia de empreendedorismo institucional (LAWRENCE; SUDDABY, 2006), o que pode ser tido como um contraponto à abordagem tradicional da teoria neoinstitucional, que até então atribuía grande ênfase em relação às estruturas e instituições que constrangem os indivíduos e as organizações.

Empreendedores institucionais seriam atores sociais com características idiossincráticas – detentores de recursos estratégicos-chave ou outras formas de poder, por exemplo –, com a capacidade de exercer impacto significativo sobre a evolução de instituições e campos (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; BATTILANA, 2006; HARGRAVE; VAN DE VEN, 2006).

Pode-se afirmar que ao enfatizar o papel de agência dos atores sociais e ao retratar a figura do empreendedor institucional como hiper-muscular e altamente poderosa (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; BATTILANA, 2006; HARGRAVE; VAN DE VEN, 2006), os trabalhos sobre empreendedorismo institucional levam a discussão neoinstitucional para seu extremo oposto - da ênfase na estrutura, para a proeminência do poder de agência.

Todavia, a compreensão dos efeitos das micropráticas nas estruturas macroinstitucionais, assim como do papel dos atores sociais nos processos de criação e manutenção institucional e de desinstitucionalização pode ir além do empreendedorismo institucional (LAWRENCE; SUDDABY, 2006). A criação de novas instituições exige significativo trabalho institucional por parte de uma ampla gama de atores, aqueles com os recursos e habilidades para atuar como empreendedores institucionais e aqueles cujo papel é dar suporte ou facilitar os esforços dos empreendedores (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Por meio do conceito de trabalho institucional é possível analisar as práticas dos atores individuais e coletivos que visam à criação, manutenção e ruptura das instituições. Nesse âmbito, o trabalho institucional coloca em evidência a ideia de que os indivíduos se engajam ativamente nesses processos institucionais (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011), balanceando o dualismo entre estrutura e poder de agência apresentado pela teoria neoinstitucional tradicional e pelo empreendedorismo institucional.

O conceito de trabalho institucional está alinhado com a perspectiva da prática social, considerando não apenas aspectos macroinstitucionais, mas também as micropráticas (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011; SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013). O trabalho institucional é a ação institucional situada de indivíduos e atores coletivos, o que possibilita um entendimento teórico do trabalho, das práticas criativas e cotidianas desses atores em prol da criação, manutenção e ruptura institucional (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Por meio do conceito de trabalho institucional (conceito ancorado na perspectiva da prática), percebe-se nas pesquisas neoinstitucionais uma tentativa de reconciliação entre os níveis micro e macro de análise, entre agente e estrutura e entre estabilidade e mudança (LAWRENCE; SUDDABY, 2006). Nesse âmbito, consideram-se os atores sociais como atores institucionais em potencial, argumentando que os mesmos têm a capacidade (agência) de moldar as instituições, sendo "artesãos de instituições" (*crafters of institutions*) (SCOTT, 2008). O autor destaca, ainda, que os atores institucionais desempenham um importante papel na "modelagem" das instituições, uma vez que os mesmos são dotados de capacidade para criar, legitimar e controlar o conhecimento e as práticas que ordenam e regulam os diversos aspectos da vida cotidiana.

Dessa forma, percebe-se que o conceito do trabalho institucional fornece uma visão mais equilibrada e reflexiva da relação entre agente e estrutura institucional, rejeitando, assim, o reducionismo em relação a qualquer um desses fenômenos (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2009). Diante disso, Lawrence

e Suddaby (2006) consideram que as teorias da prática são consistentes e podem contribuir substancialmente para a pesquisa neoinstitucional.

Dessa forma, a abordagem conceitual do trabalho institucional pode contribuir para os estudos organizacionais como uma opção em relação ao enfoque tradicional da teoria neoinstitucional, que, até então, atribuía explicações macroinstitucionais para as mudanças do campo organizacional, negligenciando o nível micro, as micropráticas, o que evidencia uma lacuna de estudo (SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013; VAARA; WHITTINGTON, 2012).

3. TEORIA NEOINSTITUCIONAL, ESFORÇOS CONTEMPORÂNEOS

Nas ciências sociais, o estudo das instituições renasceu com a teoria neoinstitucional, sendo considerado uma reação contra a revolução comportamental, que interpretava o comportamento coletivo como o agregado das escolhas dos indivíduos e as instituições como o resultado da mera soma de propriedades individuais (DIMAGGIO; POWELL, 1991).

Entretanto, há disparidades entre os significados atribuídos ao termo “instituição”, assim como enfoques variados na teoria neoinstitucional. Esses diferentes olhares, contudo, compartilham a convicção de que os arranjos institucionais e os processos sociais têm importância, de que a ação é estruturada e ordenada por meio de um sistema compartilhado de regras e padrões de comportamento. Para os neoinstitucionalistas, tais regras e padrões constrangem as inclinações e a capacidade de ação dos atores organizacionais, privilegiando interesses que são assegurados por recompensas e sanções socialmente vigentes (TOLBERT; ZUCKER, 2004).

Os esforços contemporâneos em torno da teoria neoinstitucional procuram novas respostas para velhas questões: “De que modo as escolhas sociais são moldadas, mediadas e canalizadas por meio de arranjos institucionais?”, “Como as instituições podem ser criadas, mantidas, modificadas e até mesmo extintas?” e “O que torna as organizações tão similares?”, por exemplo (DIMAGGIO; POWELL, 1991; DIMAGGIO; POWELL, 2005). Dessa forma, ideias e conceitos derivados da antropologia, história e teoria social passam a desafiar as variáveis determinísticas do funcionalismo; dando ênfase à construção social, ao campo simbólico, à construção dos significados e ao poder de agência (DIMAGGIO; POWELL, 1991; DIMAGGIO; POWELL, 2005).

Assim, a teoria neoinstitucional rejeita os modelos centrados no ator racional iluminista, as explicações simplesmente cognitivas ou culturais, assim como a visão de que as instituições são variáveis independentes. Os neoinstitucionalistas preferem modelos em que determinados comportamentos

são esperados, tidos como certos, assumindo que os atores sociais, por meio de regras de adequação, associam certas ações a determinadas situações. Tais regras são absorvidas nos processos de socialização, educação, treinamento no trabalho ou por convenção social. Os atores, assim, tomariam suas decisões a partir de experiências vivenciadas, tendo como referencia padrões de obrigação. (DIMAGGIO; POWELL, 1991; TOLBERT; ZUCKER, 2004; DIMAGGIO; POWELL, 2005).

As escolhas e as preferências seriam adequadamente compreendidas quando o contexto é levado em consideração. Fora dele, os indivíduos não seriam sequer capazes de conceber alternativas de ação, uma vez que a conjuntura macro institucional não apenas constrange as opções de ação, mas também estabelece os critérios por meio dos quais as pessoas vislumbram suas preferências (TOLBERT; ZUCKER, 2004).

Com o desenvolvimento teórico e metodológico contemporâneo da teoria neoinstitucional, passa-se também a se questionar a definição tradicional de instituições. Até então esse conceito parecia inclinado a enfatizar uma natureza estável e duradoura, como se as instituições estivessem naturalmente associadas a mecanismos de controle social automáticos, que as levariam a se autorreproduzir. Diante disse, os teóricos neoinstitucionais passaram a examinar o papel dos atores sociais na manutenção das instituições, questionando sua reprodução automática e natural (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Para autores como Berger e Luckmann (1985) e Lawrence e Suddaby (2006), por exemplo, a manutenção e a reprodução das instituições ao longo do tempo requer a ação de indivíduos e organizações; para Lawrence e Suddaby (2006) essa ação se manifesta sob a forma de significativo trabalho institucional; que suporta, repara e (re)cria os mecanismos sociais necessários para a manutenção das instituições.

De acordo com o conceito de trabalho institucional, os atores sociais detêm poder de agência, podendo influenciar as instituições que os constrangem. Assim, rejeita-se o dualismo entre agente e estrutura, reconhecendo-se a reflexividade entre eles (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011). Todavia, a ideia de que a macro estrutura institucional constrange a ação dos atores sociais, continua presente.

4. TRABALHO INSTITUCIONAL, PARA ALÉM DA ESTRUTURA

Embora a abordagem mais tradicional da teoria neoinstitucional tenha dado ênfase ao porquê das similaridades entre as organizações (isomorfismo institucional), um dos interesses de pesquisa dos neoinstitucionalistas é compreender como as instituições podem ser criadas, mantidas, modificadas e até mesmo extintas. Diante disso, é importante ressaltar que as organizações sofrem influência do contexto social e simbólico, o que faz com que os atores sociais pautem-se, também, pelo julgamento social. Considera-se, ainda, que os significados e os valores compartilhados, que legitimam as estruturas institucionais e embasam o julgamento social, emergem no dia a dia, por meio de práticas sociais cotidianas (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011; SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013).

Nesse âmbito, os processos de criação, manutenção dos campos organizacionais podem ser estudados a partir do conceito de trabalho institucional. O trabalho institucional analisa as práticas coletivas e dos atores individuais, sendo definido como a ação intencional, de indivíduos e organizações, destinada a criar, manter e descontinuar as instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011).

4.1 TRABALHO INSTITUCIONAL E PROCESSO DE INSTITUCIONALIZAÇÃO

Dois conceitos são fundamentais para a compreensão do trabalho institucional: intenção e esforço. Dessa forma, todo trabalho institucional requer intencionalidade e esforço (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011). A intencionalidade é comummente associada ao trabalho institucional por meio da ideia de orientação para o futuro. Assim, o trabalho institucional seria intencional pelo fato de as ações de indivíduos e organizações estarem associadas a um objetivo futuro: criar, manter e/ou descontinuar, romper os arranjos macroinstitucionais (LAWRENCE, SUDDABY; LECA, 2011). A noção de esforço, por sua vez, é importante para a compreensão do que é ou não trabalho institucional. O trabalho institucional, como outro trabalho qualquer, envolve esforço físico e/ou mental; sendo especificamente destinado a uma instituição ou conjunto de instituições (LAWRENCE, SUDDABY; LECA, 2011).

O trabalho institucional coloca em evidência a ideia de que os indivíduos se engajam ativamente em processos de criação, manutenção e ruptura dos arranjos macroinstitucionais (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011). Dessa forma, a análise do conceito de trabalho institucional pode ser feita a partir de três

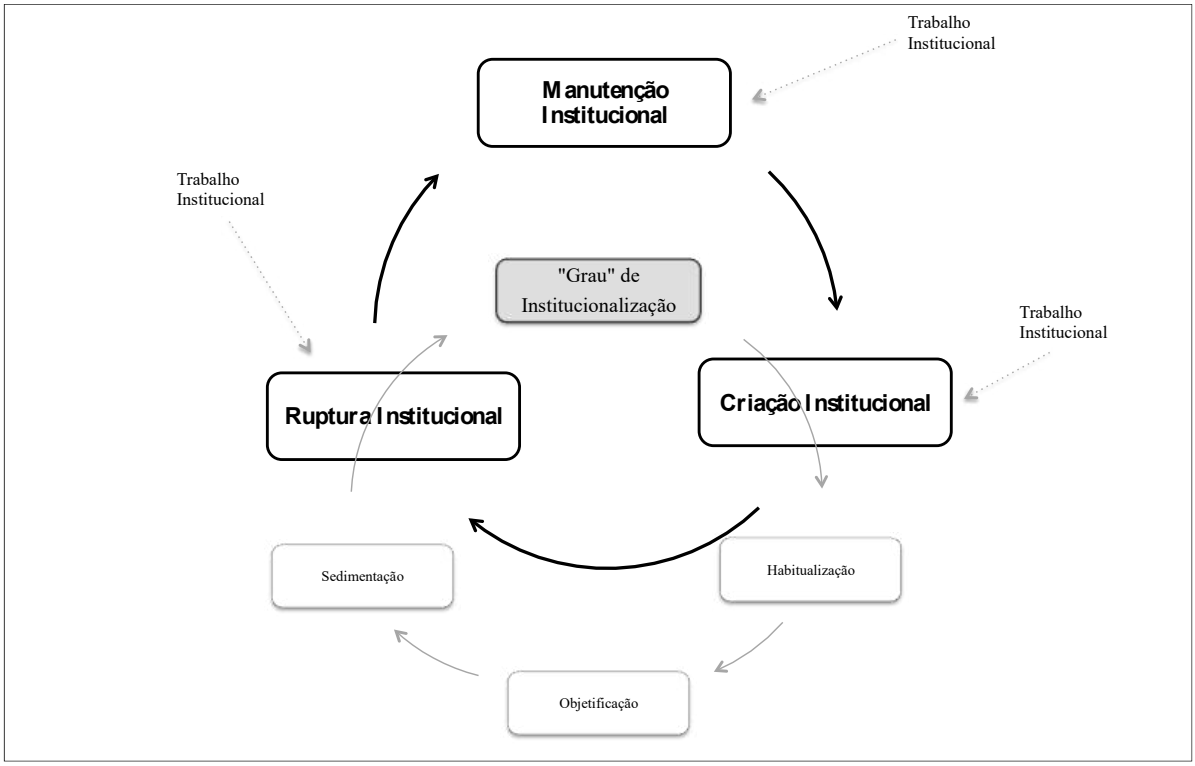
categorias centrais: Criação, manutenção e ruptura das instituições sociais (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Juntas, essas categorias descrevem o ciclo de vida do trabalho institucional, que ocorre em paralelo ao processo institucional (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; TOLBERT; ZUCKER, 2004). Para Tolbert e Zucker (2004), o processo de (des)institucionalização envolve os subprocessos sequenciais de habitualização (desenvolvimento de comportamentos padronizados), objetificação (desenvolvimento de significados gerais socialmente compartilhados e ligados a esses comportamentos) e sedimentação (qualidade de exterioridade, como se esses comportamentos possuíssem uma realidade própria) dos padrões de comportamento social. Durante esse processo pode haver variações, o que interfere nos níveis de institucionalização. Dessa forma, alguns padrões de comportamento social podem ser mais ou menos estáveis e difundidos, o que lhes torna mais ou menos propensos à crítica, à transformação e, até mesmo, à extinção (TOLBERT; ZUCKER, 2004).

O conceito de difusão é central na dinâmica do processo de (des)institucionalização de estruturas e práticas, uma vez que os padrões de comportamento social precisam ser primeiramente reconhecidos, logo depois aceitos por alguns atores sociais, para então se tornarem amplamente difundidos, disseminados e benquistos dentro do campo institucional (TOLBERT; ZUCKER, 2004). Assim, as ideias de criação, manutenção e ruptura das instituições sociais associam-se aos subprocessos sequenciais de habitualização, objetificação e sedimentação do processo de institucionalização (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Todavia, falta ao processo de (des)institucionalização e à ideia de difusão considerar o trabalho prático, criativo e necessário para fazer a própria difusão acontecer, uma vez que as instituições raramente assumem suas estruturas e práticas sem conflitos e sem esforço. Pelo contrário, a difusão de uma inovação em um campo, por exemplo, envolve substancial trabalho institucional por parte dos atores organizacionais que estão inseridos, imersos nesse campo (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Nesse contexto, conforme o esquema 1, tanto as categorias, o ciclo de vida do trabalho institucional, quanto o processo de (des)institucionalização estão permeados por significativo trabalho institucional de uma ampla gama de atores. É o esforço cotidiano dos atores que suporta, repara e (re)cria, de modo incremental, os mecanismos sociais necessários para a manutenção, criação e ruptura das instituições que os constrangem.



Esquema 3 – Trabalho institucional e processo de (des)institucionalização

Fonte: Tolbert e Zucker (2004) e Lawrence e Suddaby (2006).

Nota: Adaptado pelo autor.

O conceito de trabalho institucional contribui para os estudos organizacionais por ir além da estrutura, analisando os primeiros momentos do processo macroinstitucional (da criação, da reprodução e da ruptura institucional) e, consequentemente, as práticas coletivas e dos atores individuais. Pode-se afirmar que, por meio do trabalho institucional, busca-se conciliar a relação entre a ação humana e o contexto macroinstitucional, entre agente e estrutura e estabilidade e mudança (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011).

De modo complementar, ao reexaminar a relação entre agente e estrutura, ressalta-se que os atores sociais detêm um poder de agência imbricado (embedded agency). Todavia, não se trata da agência da teoria econômica, mas de um poder de agência que está imerso na estrutura social na qual os atores estão inseridos (ZIETSMA; LAWRENCE, 2010). Assim, apesar de serem constrangidos por essa estrutura, os atores são capazes de criar, manter e romper, de modo incremental, as instituições que os constrangem (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; ZIETSMA; LAWRENCE, 2010). Assim, a ideia de que a estrutura institucional constrange a ação dos atores não é negada, todavia, reconhecendo-se que os fenômenos agente e estrutura e estabilidade e mudança são dependentes, mutuamente constituídos.

4.2 CATEGORIAS DE TRABALHO INSTITUCIONAL

A análise do conceito de trabalho institucional pode ser feita a partir de três categorias centrais: Criação, manutenção e ruptura das instituições sociais (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

A categoria criação de instituições é a que vem recebendo maior atenção por parte dos estudiosos organizacionais. Nesse âmbito, observa-se que esforços de pesquisa têm sido realizados, especialmente a partir da ideia de empreendedorismo institucional, para se compreender o papel dos atores na criação das instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; BATTILANA, 2006; HARGRAVE; VAN DE VEN, 2006). Em geral, quando se examina o processo de mudança institucional, o foco de análise está na criação, no surgimento de novas instituições.

Em seu artigo, Townley (2002) apresenta os resultados de um estudo de caso longitudinal sobre a introdução de planejamento de negócios e medidas de desempenho em um museu da província de Alberta, no Canadá. O objetivo do estudo é descobrir o impacto dessa nova forma de trabalho nas práticas gerenciais do museu. Observou-se um choque de valores entre as esferas cultural e econômica, uma vez que o planejamento e as medidas de desempenho introduziram uma forma diferente de racionalidade em relação à praticada pelos funcionários. Observou-se também que, por meio do trabalho institucional, emergiram novas instituições (paralelas ou complementares às já existentes). Assim, as instituições preexistentes não foram diretamente desafiadas, e sim apoiadas e questionadas simultaneamente.

Baseando-se em dados etnográficos, Zilber (2002) analisa uma crise de estupro em Israel, defendendo que a institucionalização deve ser analisada como uma interação não automática entre atores, ações e significados. Nesse estudo de caso, observa-se que atores comprometidos com o feminismo fundam uma organização, cuja estrutura, procedimentos e significados refletem uma visão de mundo feminista. Com o passar do tempo, outros atores ingressam na organização (profissionais terapêuticos), mudando algumas práticas originalmente feministas e difundindo outras práticas com significado terapêutico. Assim, examina-se o papel dos membros da organização como portadores de instituições (*carriers of institutions*), assim como seu poder de agência na difusão de ações com novos significados.

A mudança institucional nos campos e nas organizações, porém, também inclui a possibilidade de ruptura, de as instituições serem interrompidas, extintas, pelo trabalho de atores individuais ou coletivos, ou seja, o processo de desinstitucionalização. Diante disso, a dinâmica dos campos

organizacionais sugere que, muitas vezes, há atores cujos interesses não são compatíveis com os arranjos institucionais em vigor, o que, consequentemente, pode levá-los a realizar esforços destinados a perturbar a estrutura macroinstitucional existente. Dessa forma, o processo de extinção de uma instituição envolve um tipo distinto de trabalho institucional, diverso daquele que está associado à criação de novas instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Em um estudo de caso em uma empresa de direito internacional (recém formada por um processo de fusão), Smets, Morris e Greenwood (2012) analisam como o improviso que emerge no trabalho cotidiano de advogados pode gerar mudança institucional. Observou-se que esse improviso pode, de modo incremental, se consolidar dentro da organização, irradiando-se, posteriormente, para o campo. Segundo os autores, a mudança, que é fruto das práticas cotidianas, se acumula de maneira aparentemente descoordenada e imperceptível, sem atrair atenção e possíveis resistências. Conclui-se que a lógica de um campo institucional é promulgada e transformada por meio das atividades cotidianas e mundanas dos atores sociais. Diante disso, os autores argumentam que a perspectiva da prática pode ajudar os teóricos neoinstitucionais a refinar suas explicações em relação às mudanças que ocorrem no campo, assim como a desenvolver um entendimento "multinível" da agência humana em campos altamente institucionalizados (como é o caso do campo de atuação de uma empresa de direito internacional). Por fim, os autores ressaltam que as contribuições de seu modelo de mudança institucional guiada pela prática não se limitam à teoria institucional, estendendo-se às teorias da prática.

Ahmadjian e Robinson (2001), por sua vez, analisaram o processo pelo qual o sistema de emprego permanente japonês foi desinstitucionalizado e substituído pelo *downsizing* nas empresas de capital aberto. Observou-se que, embora a pressão econômica desencadeasse o *downsizing*, as pressões sociais e institucionais moldavam a forma e o ritmo do processo. Assim, quanto maior a legitimidade, a visibilidade e a dependência de uma empresa em relação a organizações e instituições que apoiavam o emprego permanente, mais hesitante a empresa se mostrava em abandonar essa prática (mesmo quando se tinha muito a perder financeiramente). Todavia, com o desdobramento do processo de *downsizing*, as pressões sociais e institucionais diminuíram, o que fez com que as empresas passassem a não hesitar tanto em abandonar a prática do emprego permanente, já que a ação de uma única empresa estava menos propensa a ser notada e criticada.

A categoria manutenção, por sua vez, relaciona-se com a manutenção das instituições nos campos organizacionais. Esse assunto recebeu pouca atenção nos estudos organizacionais quando comparado

ao tema da criação das instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006). Entretanto, embora as estruturas macroinstitucionais sejam comumente associadas a mecanismos automáticos de controle social, que levariam as instituições a se autorreproduzir, a manutenção das instituições não é certa. Mesmo as mais institucionalizadas tecnologias, estruturas, práticas e normas requerem a participação ativa de indivíduos e organizações para mantê-las ao longo do tempo. Ou seja, significativo trabalho institucional, por parte de uma ampla gama de atores, é necessário para que as estruturas institucionais se reproduzam (LAWRENCE; WINN; JENNINGS, 2001; LAWRENCE; SUDDABY, 2006). Destaque-se que poucas instituições possuem mecanismos de reprodução tão poderosos, a ponto de nenhuma manutenção contínua ser necessária (LAWRENCE; SUDDABY, 2006).

Nesse âmbito, Bjerregaard e Nielsen (2014) realizaram uma etnografia organizacional de seis meses entre os especialistas da sede da UNESCO, em Paris. Nesse estudo buscou-se entender o trabalho ativo dos atores organizacionais em prol da manutenção institucional. Para tal, lançou-se mão da perspectiva da estratégia como prática e do conceito de trabalho institucional. Analisou-se como valores, normas e regras institucionais (que também estão ligados a processos globais e relações internacionais mais amplas) são reproduzidos por meio das práticas cotidianas de um grupo de especialistas internacionais. Observou-se que a lógica institucional (representada pelas ideias de diversidade e diálogo cultural) adquiriu importância por estar conectado a hierarquias, atores-chave e redes de relacionamento. Diante disso, os autores puderam constatar que a instituição UNESCO não possui um poder intrínseco capaz de obrigar a ação dos atores, sendo os atores (mesmo estando imersos nessa estrutura institucional) os responsáveis pela reprodução da lógica institucional.

Baseando-se em dois casos do Serviço Nacional de Saúde Inglês, Currie et al (2012) examinaram o trabalho institucional realizado por profissionais para manter seu domínio ameaçado. Observou-se que novas funções médicas e de enfermagem haviam sido introduzidas, ameaçando o poder e o *status* dos médicos especialistas (por exemplo, a oportunidade de delegar tarefas de rotina para outros atores, a manutenção dos recursos e o controle dos arranjos de prestação de serviços existentes). Além disso, outros profissionais (relativamente poderosos dentro de seu próprio grupo profissional) foram cooptados para a manutenção dos acordos existentes. Segundo Currie et al (2012), este estudo estende as contribuições de Lawrence e Suddaby acerca das três categorias de trabalho institucional (criação, manutenção e ruptura das instituições), destacando que os diferentes tipos de trabalho institucional podem interagir. Além disso, ressalta-se que a posição social e o *status* de um ator moldam a maneira como ele se engaja em seu trabalho institucional.

De acordo com Lawrence e Suddaby (2006), uma grande quantidade de trabalho institucional seria necessária até mesmo para manter as altamente institucionalizadas eleições democráticas nos EUA. Baseando-se em pesquisas empíricas, os autores afirmam que o trabalho institucional destinado a manter as instituições envolve o apoio, a reparação e a (re)criação de mecanismos sociais, sendo o cumprimento desses mecanismos necessário para a reprodução das instituições.

5. TRABALHO INSTITUCIONAL E PERSPECTIVA DA PRÁTICA: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi discutir como os esforços teóricos contemporâneos em torno do conceito de trabalho institucional aproximam a análise neo-institucional da perspectiva da prática e do quadro de referência construcionista.

Estudos recentes (SMETS; MORRIS; GREENWOOD, 2012; Vaara; Whittington, 2012; SUDDABY; SEIDL; LÊ, 2013) sugerem que pesquisas futuras explorem a relação entre a teoria neoinstitucional e a perspectiva da prática, argumentando que essas abordagens podem se complementar, possibilitando que os âmbitos micro (motivação inicial das teorias da prática social) e macroinstitucionais (motivação inicial da teoria neoinstitucional) se relacionem.

O conceito de trabalho institucional está centrado no entendimento das práticas nas quais os atores institucionais se engajam para manter e reproduzir as instituições sociais; assim como na compreensão das práticas que estão associadas à criação e à ruptura das instituições (LAWRENCE; SUDDABY, 2006), incorporando a perspectiva da prática na análise neoinstitucional.

Esse seria um avanço na própria abordagem, uma vez que a teoria neoinstitucional explica o comportamento com base no conceito de instituições sociais - nas quais atores e organizações estão imersos – o que permite entender que a ideia de construção social da realidade já era parte do cerne da teoria (LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2009). Segundo Tolbert e Zucker (2004) e Zilber (2002), as instituições são seus procedimentos, práticas e significados compartilhados (percebidos pelos membros de uma organização). Ressaltando que as instituições surgem como o resultado da interação social entre os atores, adquirindo, assim, um status de "realidade", de algo tido como certo (taken-for-grantedness), o que faz com que sua origem social (fruto da construção social da realidade) seja esquecida. Esse status de "realidade" é considerado a essência das instituições, na medida em que elimina a necessidade de controle social explícito e de justificativa (TOLBERT; ZUCKER, 2004; ZILBER, 2002).

Quanto à perspectiva da prática, é importante ressaltar que o termo “prática social” vai além da simples descrição da ação humana, referindo-se à reprodução de um padrão de ação. A prática não é compreensível apenas para os agentes que a realizam, mas também para seus observadores, uma vez que agentes e observadores são praticantes (RECKWITZ, 2002; FELDMAN; ORLIKOWSKI, 2011). As práticas possuem, assim, uma natureza macroinstitucional, já que comportamentos padronizados e habituais, com significados generalizados e socialmente compartilhados, se tornam, ao longo do

tempo, práticas sociais. As práticas podem ir além das fronteiras da organização, influenciando as estruturas institucionais que as constrangem (VAARA; WHITTINGTON, 2012). Assim, é possível afirmar que a abordagem da prática proporciona uma análise mais complexa, um entendimento mais profundo acerca dos processos de institucionalização, que abarcam a criação, manutenção e ruptura das estruturas institucionais.

O foco do trabalho institucional está nas micropráticas (que estão imbricadas na estrutura macroinstitucional) e não em uma meta-teoria capaz de explicar os processos de institucionalização como um todo. A unidade de análise dessa perspectiva é a prática social cotidiana, estando o enfoque da abordagem no entendimento das relações contextuais, uma vez que as práticas sociais são situadas no tempo e no espaço, o que faz de cada contexto social único (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011).

Ressalta-se que a "gaiola de ferro revisitada" continua presente, que ideia de que a estrutura institucional constrange a ação dos atores não é negada. Todavia, rejeita-se o dualismo, a dicotomia entre agente e estrutura e estabilidade e mudança. Reconhecendo-se que esses fenômenos não são independentes, mas sim mutuamente constituídos, havendo uma relação recursiva, reflexiva entre eles. Ou seja, é possível abrir "a porta da gaiola de ferro"! Sendo o trabalho institucional o elo entre a perspectiva da prática e a teoria neo-institucional, a "chave da porta".

Dessa forma, a ordem social não é fruto de padrões sociais que simplesmente são reproduzidos pelos atores, podendo ser (re)construída no curso da interação cotidiana. Por meio das práticas ordinárias do dia a dia, os atores são capazes de questionar os padrões sociais, podendo, inclusive, estabelecer novos padrões e (re)construir a ordem social, que, então, não seria uma estrutura pré-definida, mas algo dinâmico, havendo espaço para a mudança e até mesmo para sua ruptura (LAWRENCE; SUDDABY, 2006; LAWRENCE; SUDDABY; LECA, 2011).

Nos estudos organizacionais a perspectiva de conciliação entre agente e estrutura ainda não é comum; uma vez que a maioria das pesquisas da área adota uma atitude realista e objetiva. Evidenciam-se, assim, os reflexos dualistas da revolução científica nas teorias organizacionais, sendo os processos sociais, que dão forma à estrutura e ao comportamento organizacional, em geral, considerados como variáveis exógenas (PECI, 2006; GODOI; BANDEIRA-DE-MELO; SILVA, 2006).

Assim, o conceito de trabalho institucional contribui para o campo organizacional ao discutir uma alternativa teórica em relação à abordagem tradicional da teoria neoinstitucional, que, ao atribuir

explicações macroinstitucionais para as mudanças do campo organizacional, negligencia as micropráticas e o poder de agência dos atores sociais.

Estudos futuros

Limitações

Por fim, apesar de este artigo ressaltar as contribuições do trabalho institucional e da perspectiva da prática, não se defende a adoção hegemônica dessa lente, e sim diferentes óticas no estudo das organizações.

REFERÊNCIAS

AHMADJIAN, C. L.; ROBINSON, P. Safety in numbers: Downsizing and the deinstitutionalization of permanent employment in Japan. Administrative Science Quarterly, 46, 622–654, 2001.

BATTILANA, J. Agency and institutions: The enabling role of individuals' social position. Organization, v. 13, n. 5, p. 653-676, 2006.

BERGER, P.; LUCKMANN, T. A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 1985.

BJERREGAARD, T.; NIELSEN, B. Institutional maintenance in an international bureaucracy: Everyday practices of international elites inside UNESCO. European Management Journal, 2014.

CURRIE, G.; LOCKETT, A.; FINN, R.; MARTIN, G.; WARING, J. Institutional work to maintain professional power: recreating the model of medical professionalism. Organization Studies, 33(7), 937-962, 2012.

DIMAGGIO, P., POWELL, W. Introduction. In: POWELL, W., DIMAGGIO, P. (Eds.). The new institutionalism in organizational analysis. Chicago: University of Chicago Press. p.1-38, 1991.

_____. Jaula de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais In: CALDAS, M. P.; BERTERO, C. O. (Coords.). Teoria das Organizações. São Paulo: Atlas. p.117-142, 2005

FELDMAN M. Resources in Emerging Structures and Processes of Change, Organization Science, 15, 3: 295–309, 2004.

FELDMAN, M. S.; ORLIKOWSKI, W. J. Theorizing practice and practicing theory. Organization Science, v. 22, n. 5, p. 1240–1253, 2011.

GODOI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELO, R.; SILVA, A. B. da (Orgs.). Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos. São Paulo: Saraiva, 2006.

HARGRAVE, T. J.; VAN DE VEN, A. H. A collective action model of institutional innovation. Academy of Management Review, v. 31, n. 4, p. 864-888, 2006.

LAWRENCE, T. B.; SUDDABY, R. Institutions and institutional work. In: CLEGG, R.; HARDY, C.; LAWRENCE, T. B.; NORD, W. R. (Eds.) Handbook of organization studies, 2nd Edition: 21 5-254. London: Sage, 2006.

LAWRENCE, T. B.; SUDDABY, R.; LECA, B. (Ed.). Institutional work: Actors and agency in institutional studies of organizations. Cambridge University Press, 2009.

LAWRENCE, T.; SUDDABY, R.; LECA, B. Institutional work: Refocusing institutional studies of organization. Journal of Management Inquiry, v. 20, n. 1, p. 52-58, 2011.

LAWRENCE, T.B.; WINN, M.I.; JENNINGS, P.D. The temporal dynamics of institutionalization, Academy of Management Review, 26: 624-44, 2001.

PECI, A. Além da dicotomia objetividade - subjetividade. In: VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. (Orgs.). Pesquisa Qualitativa em Administração. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

RECKWITZ, A. Toward a Theory of Social Practices: A development in culturalist theorizing. European journal of social theory, v. 5, n. 2, p. 243-263, 2002.

SCOTT, W.R. Institutions and organizations, 2nd edn. Thousand Oaks, CA: Sage, 2001.

_____. LORDS OF THE DANCE: PROFESSIONALS AS INSTITUTIONAL AGENTS. Organization Studies, v. 29, n. 2, p. 219-238, 2008.

SEIDL, D.; WHITTINGTON, R. Enlarging the Strategy-as-Practice Research Agenda: Towards Taller and Flatter Ontologies. Organization Studies, p. 1-15, 2014.

SMETS, M.; MORRIS, T. I. M.; GREENWOOD, R. From practice to field: A multilevel model of practice-driven institutional change. Academy of Management Journal, v. 55, n. 4, p. 877-904, 2012.

SUDDABY, R.; SEIDL, D.; LÊ, J. K. Strategy-as-practice meets neo-institutional theory. Strategic Organization, v. 11, n. 3, p. 329-344, 2013.

TOLBERT, P. S.; ZUCKER, L. G. A institucionalização da teoria institucional. In: CLEGG, S; HARDY, C.; NORD, W. (Orgs.). Handbook de estudos organizacionais. v. 1. São Paulo: Atlas, p. 196-219, 2004.

TOWNLEY, B. 'The role of competing rationalities in institutional change', Academy of Management Journal, 45: 163-79, 2002.

VAARA, E.; WHITTINGTON, R. Strategy-as-practice: taking social practices seriously. The Academy of Management Annals, v. 6, n. 1, p. 285-336, 2012.

ZIETSMA, C.; LAWRENCE, T. B. Institutional work in the transformation of an organizational field: The interplay of boundary work and practice work. Administrative Science Quarterly, v. 55, n. 2, p. 189-221, 2010.

ZILBER, T. Institutionalization as an interplay between actions, meanings and actors: the case of a rape crisis center in Israel. Academy of Management Journal, 45: 234-54, 2002.

Capítulo 42

REVISÃO LITERÁRIA SOBRE A INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 EM FATORES RELATIVOS À SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHADOR

Jessica Alves Justo mendes (jessy.mendes10@gmail.com)
Carlos Alberto Chaves (cachaves@id.uff.br)

Resumo: Com suas origens na Alemanha, a Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, tem sido foco de muitas pesquisas, pois abrange as principais inovações tecnológicas de diversos campos de estudo, já que sua aplicação em processos de fabricação leva a um aumento de eficiência, flexibilidade, velocidade e autonomia. No entanto, as maneiras pelas quais essas inovações podem afetar a saúde e a segurança dos trabalhadores ainda não foram amplamente estudadas. Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar sistematicamente a literatura referente à Indústria 4.0 e sua relação com a Saúde e Segurança Ocupacional. Os resultados mostraram que, enquanto muitos dos riscos físicos do trabalho humano foram reduzidos na Indústria 4.0, novos riscos surgiram, principalmente os relacionados à saúde psicológica. Também foi demonstrado que a literatura sobre o assunto é incipiente e precisa ser melhor desenvolvida.

Palavras-chaves: Indústria 4.0., Quarta Revolução Industrial, Saúde e Segurança Ocupacional

1. INTRODUÇÃO

De um modo geral, os elementos da tecnologia da informação (TI) tornam-se uma ocorrência normal em diversos aspectos da sociedade. O aumento do uso da tecnologia trouxe grandes mudanças nos processos industriais, tanto qualitativas quanto quantitativas (MARESOVA et. Al., 2018). Neste contexto, surgiu a quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, que teve seu inicio na Alemanha e atraiu muito interesse nos últimos anos, estando intimamente relacionada à Internet das Coisas (IC), tecnologia da informação e comunicação (TIC) e Sistema Ciber-Físico (SCF) (LU, 2017).

Com a rápida expansão do setor 4.0, uma mudança está ocorrendo em várias operações que dependem do trabalho manual, exigindo que as pessoas gerenciem e explorem tecnologias, interagindo com dispositivos de automação, que substituem as pessoas em tarefas manuais e repetitivas (CHIABERT et. al., 2018).

O surgimento da Indústria 4.0 trouxe vários tipos de novos perigos no local de trabalho, especialmente aqueles relacionados à categoria psicossocial, que são frequentemente ignorados por engenheiros e projetistas de sistemas avançados de produção, o que pode levar a uma grande variedade de problemas a serem enfrentados, já que os riscos psicossociais são um grande desafio em termos de sistemas de gestão de Saúde e Segurança no Trabalho e sua legislação (LEKA, JAIN, 2010).

Neste contexto, este artigo tem como objetivo analisar sistematicamente a literatura referente à Indústria 4.0 e sua relação com a Saúde e Segurança Ocupacional, a fim de identificar as maneiras pelas quais a quarta revolução industrial alterou a saúde e a segurança humana.

O trabalho foi dividido do seguinte modo: primeiramente, uma breve introdução sobre o tema, bem como os objetivos do trabalho são apresentados; após a introdução, foi feita uma revisão da literatura relacionada a Indústria 4.0 e Segurança e Saúde do trabalhador;

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta sessão apresenta uma visão geral da literatura referente a Indústria 4.0 e como ela se relaciona com a Saúde e Segurança Ocupacional.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

Nos tempos modernos, é evidente que há avanços rápidos em diversas áreas. Com relação à industrialização, esses avanços deram luz a uma nova revolução industrial, conhecida como Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, que provocou um tremendo progresso no desenvolvimento da tecnologia de fabricação. (XU, XU, LI, 2018).

A história da Revolução Industrial começou no final do século XVIII, com a introdução da produção mecânica que substituiu o uso de animais para gerar força. No início do século XX, a segunda Revolução Industrial tomou forma com o conceito de produção em massa (com nomes importantes como Henry Ford e Frederick Taylor) e o uso de correias transportadoras. Isto foi seguido pela terceira Revolução Industrial, com a integração da automação digital ao processo de produção por meio de sistemas eletrônicos e de tecnologia da informação (TI). Agora, a quarta Revolução Industrial está sendo marcada pelo surgimento dos conceitos de Internet das Coisas, robôs autônomos, sistemas ciber-físicos entre outros (BAHRIN et. Al., 2016). Vale ressaltar, em relação às características da Indústria 4.0, alguns princípios fundamentais para sua existência, como: integração de dados, capacidade em tempo real, comunicação segura, inclusão de nuvem / intranet, adaptação flexível, auto-organização inteligente, virtualização, descentralização, interoperabilidade, modularidade, otimização do processo de fabricação e orientação para serviços (JI et. al., 2016; VOGEL-HEUSER et. al., 2016). Kagermann et. al. (2013) descreve alguns desses princípios do seguinte modo:

1. Capacidade em tempo real: a capacidade de coletar e processar dados instantaneamente, permitindo a tomada de decisão qualificada em tempo real.

2. Virtualização: é a proposta de uma cópia virtual das fábricas inteligentes, graças aos sensores espalhados pela fábrica. Dessa maneira, é possível rastrear e monitorar remotamente todos os processos.

3. Descentralização: é a ideia da própria máquina ser responsável pela tomada de decisão, devido à sua capacidade de se auto ajustar, avaliar as necessidades da planta em tempo real e fornecer informações sobre seus ciclos de trabalho.

4. Orientação ao serviço: é um conceito no qual os softwares são orientados a oferecer soluções como serviços, conectados a todo o setor.

5. Modularidade: permite que os módulos sejam acoplados e desacoplados de acordo com a demanda da fábrica, oferecendo grande flexibilidade na alteração de tarefas.

6. Interoperabilidade: toma emprestado o conceito de coisas da Internet, no qual máquinas e sistemas podem se comunicar.

Quanto ao objetivo da Indústria 4.0, destaca-se a capacidade de fornecer adaptação automática e flexível da cadeia de produção, customização em massa de produtos manufaturados via TI; rastrear peças e produtos; alcançar otimização da produção habilitada para IC em fábricas inteligentes; facilitar a comunicação entre peças, produtos e máquinas; aplicar paradigmas de interação homem-máquina (IHM); e fornecer novos tipos de serviços e modelos de negócios de interação na cadeia de valor (SHAFIQ et. al., 2016). Algumas das ferramentas e conceitos utilizados pela Indústria 4.0 foram explicitados pela primeira vez por Kagermann (2013), conforme descrito abaixo:

e) Sistema ciber-físico: é a combinação do mundo físico e do mundo virtual, uma conexão que é possível graças à criação do chamado sistema ciber-físico (SCF). O desenvolvimento de um SCF é caracterizado por três estágios, sendo o primeiro as tecnologias de identificação, como etiquetas RFID, que são usadas para identificação e rastreamento exclusivos, enquanto o segundo estágio do SCF consiste em sensores equipados com uma gama limitada de funções, e o terceiro estágio permite o armazenamento e a análise de dados, equipados com sensores e conectados à rede (KAGERMANN, 2013).

f) Internet das Coisas (IC) pode ser definida como uma rede na qual o SCF colabora por meio de links exclusivos. A IC permite integrar "coisas" e "objetos". Exemplificando, os telefones celulares se integram a links e sensores exclusivos que podem trabalhar em conjunto com outros objetos para atingir um objetivo comum. Alguns exemplos do uso da IC incluem fábricas, residências ou redes inteligentes (KAGERMANN, 2013).

g) Internet de Serviços (IS) permite a prestação de serviços via Internet, consistindo em modelos de negócios, participantes, serviços de infraestrutura e serviços em si. Os serviços são oferecidos e mesclados em serviços de valor agregado de diferentes fornecedores, enquanto as comunicações são oferecidas por vários canais. Essa abordagem permite diferentes variantes de distribuição na cadeia de valor (KAGERMANN, 2013).

h) As Fábricas Inteligentes são definidas como fábricas e maquinarias que ajudam as pessoas a cumprir suas tarefas, com o objetivo de alimentar as bases de informações obtidas on-line, para que a cada momento seja possível verificar o status do dispositivo, a posição e o gostar. Esses sistemas realizam suas tarefas analisando as informações do mundo virtual e do mundo físico. Enquanto as informações do mundo físico são fornecidas como localização ou condição

da máquina, as informações do mundo virtual são fornecidas como documentos eletrônicos, desenhos ou modelos de simulação (KAGERMANN, 2013).

As vantagens da Indústria 4.0 podem ser vistas na redução dos prazos, no aumento da flexibilidade, na personalização de lotes e na redução de custos (SHAFIQ et. Al., 2016). Quanto às desvantagens, pode ser difícil explorar todo o potencial da Indústria 4.0 em países que não possuem as ferramentas necessárias para implementar esse tipo de indústria (XU, XU, LI, 2018). Apesar da crescente importância da Indústria 4.0 para a economia global, não existem muitas publicações que estudem os novos riscos de saúde e segurança ocupacional (SSO) específicos para esse tipo de indústria (FERNÁNDEZ, PÉREZ, 2015). Para analisar a maneira como o SSO está sendo tratado pela Industria 4.0, primeiro é importante entender o que configura o SSO em um sentido mais amplo. Portanto, este artigo apresenta uma revisão literária sobre o tema Saúde e Segurança Industrial.

2.2 SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

Para entender a importância geral da SS0, alguns conceitos essenciais precisam ser conhecidos. Primeiramente, o conceito de segurança, que pode ser definido como o uso da ferramenta ou tecnologia certa, a fim de identificar situações de perigos e prevenir acidentes (LEES, 2012). Situações em que a ação do trabalhador pode resultar em ferimento (ou perda da organização) podem ser consideradas uma situação de perigo. O mesmo pode ser dito para condições ambientais que podem resultar em danos à saúde e segurança dos trabalhadores (LI, GULDENMUND 2018).

Outro conceito de grande importância para a SSO é o conceito de Risco, que pode ser classificado como a probabilidade de ocorrência de um acidente ou situação de risco. Como nenhuma situação é completamente isenta de riscos, o trabalho daqueles que trabalham como profissionais de segurança é identificar o maior risco inerente às atividades, a fim de reduzir esse risco (FRIEND, KOHN, 2007; LI, GULDENMUND 2018).

Assim, a OHS pode ser definida como a proteção dos recursos humanos e das instalações, que envolve auxiliar os trabalhadores, impedindo que eles se machuquem ou fiquem doentes devido a situações de perigo em seus locais de trabalho, enquanto, ao mesmo tempo, aumentam a qualidade e eficiência da produção (FRIEND, KOHN, 2007), com a segurança de uma indústria sendo julgada por seu risco aceitável (LI, GULDENMUND, 2018). Com relação ao aumento do desempenho da produção, existem evidências empíricas que sugerem que a melhoria dos padrões e práticas de saúde e segurança leva a uma melhoria na eficiência da produção (FERNÁNDEZ-MUÑIZ et al., 2009).

Com a globalização e os avanços da tecnologia, tornou-se imperativo que a sobrevivência das empresas não apenas fosse lucrativa, mas também apresentasse uma boa imagem, o que motivou a implementação de práticas de SSO, pois elas podem diminuir as perdas (humanas e econômicas) com o uso de técnicas como prevenção de perdas. Isso pode ser definido como um processo de identificação e correção de possíveis acidentes antes que eles resultem em uma lesão ou perda financeira ou controle de perdas, que trabalha para minimizar como uma lesão no trabalho ou perda financeira pode afetar a empresa ((FRIEND, KOHN, 2007; FERNÁNDEZ-MUÑIZ et al., 2009).

Evidentemente, um ambiente de trabalho saudável e seguro leva a menos situações de risco. A relação entre SSO e o desempenho no trabalho nas empresas foi identificada pela primeira vez por Walton (1973), que buscou formas de associar qualidade de vida no trabalho com desempenho nas empresas por um modelo proposto que analisou oito (8) fatores, como segue:

1) Remuneração justa e adequada: esse critério buscou mensurar a qualidade de vida no trabalho, mediante remuneração adequada e adequada ao trabalho realizado.
2) Condições de Trabalho: avaliação das condições de saúde e ambiente físico em que o trabalhador realiza suas atividades.
3) Uso do desenvolvimento da capacidade: examina as oportunidades oferecidas aos trabalhadores para aplicar seus conhecimentos em sua rotina de trabalho, desenvolvimento de autonomia e obtenção de informações sobre o trabalho e o processo de produção.
4) Oportunidade de crescimento e segurança: análise das oportunidades oferecidas aos trabalhadores em relação ao seu desenvolvimento e crescimento pessoal e à estabilidade de seus empregos.
5) Integração social na organização: foi realizada medindo a integração social entre os trabalhadores, analisando preconceitos, ausência de diferenças e a cultura do bom relacionamento.
6) Constitucionalismo: o objetivo era medir a aplicação das leis trabalhistas na empresa.
7) Trabalho e espaço total: observa o equilíbrio entre o trabalho e a vida do trabalhador.
8) Percepção social do trabalho: análise da percepção que cada funcionário tem da empresa e de sua responsabilidade social.

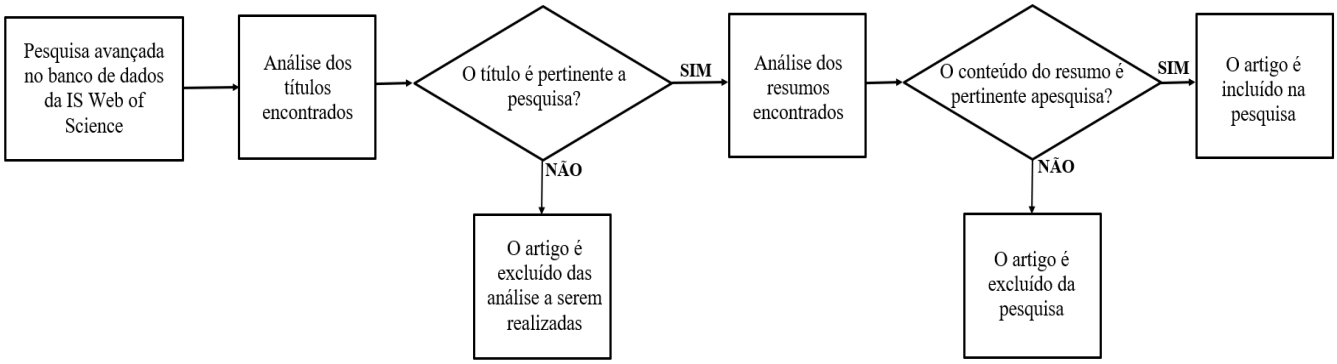
A literatura sobre SSO é vasta, conforme comprovado pelos milhares de estudos que qualquer banco de dados confiável possuirá, no entanto, pouco se sabe sobre os desafios e mudanças que a quarta revolução industrial trouxe para o campo (DROSSLER, 2018).

O uso das várias tecnologias adotadas pela Indústria 4.0, como os robôs colaborativos, trouxe várias vantagens, como a redução da ferramenta física em muitas atividades que costumavam ser realizadas por seres humanos. No entanto, os riscos de um processo pouco pensado, bem como os encargos psicológicos de monitorar e exigir cada vez mais dos trabalhadores, precisam ser mais bem avaliados. A interação homem-robô também pode apresentar riscos se considerações sobre fatores humanos não forem consideradas corretamente ao longo do processo. (BRAGANÇA et. Al., 2019; DROSSLER, 2018).

3. METODOLOGIA

A revisão sistemática da literatura existente foi relacionada à Indústria 4.0 e Saúde e Segurança Ocupacional (SSO). A pesquisa pretendia encontrar documentos relacionados ao setor 4.0 e sua influência na área de SSO. O banco de dados utilizado foi a IS Web of Science. Portanto, os artigos pesquisados precisavam ter as palavras “Indústria 4.0” OU “Indústria 4.0” OU “Quarta Revolução Industrial” E “Saúde e Segurança Ocupacional” OU “OHS” OU “Saúde e Segurança”. Para que a pesquisa fosse mais relevante e ampla, as buscas foram feitas em inglês. Um fluxo de trabalho (Figura 1) foi utilizado para demonstrar as etapas seguidas por esta pesquisa.

Figura 1 - Fluxo de trabalho da revisão de literatura



Fonte: Esta pesquisa, 2019

A pesquisa resultou em cinquenta e um (51) estudos, dos quais, analisando cada título, catorze (14) foram considerados úteis para esta pesquisa. Após a leitura cuidadosa do resumo desses quatorze (14) trabalhos, foram selecionados dez (10) artigos para uma análise detalhada. A Tabela 1 resume os resultados encontrados.

Tabela 1 - Pesquisa sobre Revisão de Literatura

TÍTULO	AUTORES	JORNAL / CONFERÊNCIA	ANO
Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?	Badri, Adel; Boudreau-Trudel, Bryan; Souissi, Ahmed Saadeddine.	Safety Science	2018
The Dark Side of the Moon: The Internet of Things, Industry 4.0, and The Quantified Planet.	Ozdemir, Vural.	Omics-A Journal Of Integrative Biology	2018
The occupational health and safety dimension of Industry 4.0.	Leso, Veruscka; Fontana, Luca; Iavicoli, Ivo.	Medicina Del Lavoro	2018
Industry 4.0: technologies and OS&H implications.	Chiabert, Paolo; D'Antonio, Gianluca; Maida, Luisa.	Geam-Geoengineering Environment And Mining	2018
The role of basic and applied research activities for the improvement of OS&H conditions and the dissemination of the Culture of Safety.	Baldissone, Gabriele; Comberti, Lorenzo; Fargione, Paolo;	Geam-Geoengineering Environment And Mining	2018
Evolution experiences in industry 4.0.	Mosca, Francesco; Lose, Maurizio Teppati.	Geam-Geoengineering Environment And Mining	2018
How Data Will Transform Industrial Processes: Crowdsensing, Crowdsourcing and Big Data as Pillars of Industry 4.0.	Pilloni, Virginia.	Future Internet	2018
Challenges for Psychosocial Risk Assessment During the Digital Transformation of Industry: A Qualitative Interview Study.	Diebig, Mathias; Jungmann, Franziska; Mueller, Andreas;	Zeitschrift Fur Arbeits-Und Organisationspsychologie	2018
Healthy work in pioneer branches (GAP). The fourth industrial revolution in the semiconductor industry - 2 case studies	Drossler, S; Steputat, A; Baranyi, G; Kampf, D; Seidler, A	Zentralblatt Fur Arbeitsmedizin Arbeitsschutz Und Ergonomie	2018
Need for a new workplace safety and health (WSH) strategy for the fourth Industrial Revolution	Chia, G; Lim, SM; Sng, GKJ; Hwang, YFJ; Chia, KS	American Journal Of Industrial Medicine	2019

Fonte: Design dos autores, 2019

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos considerados nesta pesquisa estão resumidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Número de Artigos Analisados por Esta Pesquisa

Banco de Dados	Resultados Gerais da Pesquisa	Títulos Relevantes	Resumos Analisados	Análise de Artigos Completos	Artigos Utilizados Nesta Pesquisa
ISI Web of Science	51	20	20	14	10

Fonte: Design dos autores, 2019

Analisando os dez (10) trabalhos que compõem esta revisão literária, foi possível classificá-los em quatro (4) categorias que consideraram o foco de cada pesquisa, conforme explicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos trabalhos analisados por esta pesquisa

CATEGORIA		AUTORES
1	Como a grande quantidade de dados digitais afeta os trabalhadores e o ambiente de trabalho	Badri, Adel; Boudreau-Trudel, Bryan; Souissi, Ahmed Saadeddine.
		Ozdemir, Vural.
2	Relação entre riscos psicossociais e a Indústria 4.0	Leso, Veruscka; Fontana, Luca; Iavicoli, Ivo.
		Chiabert, Paolo; D'Antonio, Gianluca; Maida, Luisa.
		Diebig, Mathias; Jungmann, Franziska; Mueller, Andreas;
		Drossler, S; Steputat, A; Baranyi, G; Kampf, D; Seidler, A
3	Revisão de literatura em Indústria 4.0 e fatores de risco ao trabalho	Baldissone, Gabriele; Comberti, Lorenzo; Fargione, Paolo;
		Mosca, Francesco; Lose, Maurizio Teppati.
4	Outros artigos relacionados a Indústria 4.0 e fatores da Segurança e Saúde do Trabalhador	Chia, G; Lim, SM; Sng, GKJ; Hwang, YFJ; Chia, KS
		Pilloni, Virginia.

Fonte: Design dos autores, 2019

A categoria 1 reuniu dois artigos que tinham como principal ponto em comum a toxidade que uma grande quantidade de dados digitais pode causar ao ambiente de trabalho e ao trabalhador. A categoria 2 reuniu quatro artigos que focaram nos riscos psicossociais inerentes a Indústria 4.0. Já a categoria 3 agregou dois artigos que revisaram os fatores de risco do trabalho na Indústria 4.0. Finalmente, a categoria 4 reuniu dois artigos que não se encaixaram perfeitamente nas categorias 1, 2 ou 3.

Para um melhor entendimento do modo como foi feita a classificação de cada artigo, foi apresentado abaixo um resumo dos principais pontos de cada trabalho analisado.

O artigo de Badri et al (2018) demonstrou que, embora exista grande quantidade de dados sobre a Indústria 4.0, permanece escassa a literatura que analisa a incorporação de SSO na Indústria 4.0, o que pode levar à multiplicação dos riscos no local de trabalho durante um período de transição. Semelhante a pesquisa de Badri's et. al. (2018), Ozdemir (2018) analisa como a conectividade digital pode ser tóxica para vários grupos, afetando negativamente o ambiente de trabalho, e sugere que a Indústria 4.0 precise diminuir a toxicidade da rede digital para ser eficaz.

A pesquisa realizada por Leso et al. (2018) elucida uma visão abrangente das oportunidades e aspectos problemáticos da Indústria 4.0 em relação à SSO, chegando à conclusão de que, embora a Indústria 4.0 possa tornar as atividades dos trabalhadores mais seguras, mais flexíveis e mais socialmente inclusivas, também pode levar a níveis mais altos de estresse psicossocial, além de expor os

trabalhadores a riscos de saúde e segurança intrinsecamente relacionados a ferramentas automatizadas.

Portanto, conclui-se que os responsáveis pela proteção da saúde no local de trabalho devem promover e proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores por meio de um cuidadoso gerenciamento de riscos com base em treinamento e informações ocupacionais contínuas, bem como fazer uma avaliação adequada dos riscos atribuíveis a 4.0 Ferramentas.

Em relação ao estresse psicossocial, Diebig et al. (2018) realiza um estudo que analisa os avanços no processo de avaliação de risco psicossocial no contexto da Indústria 4.0, uma vez que a digitalização industrial em andamento trouxe uma transformação fundamental das condições de trabalho, considerando necessário reavaliar como medimos o risco psicossocial. Resultados semelhantes foram encontrados por Chiabert et al. (2018), cujo artigo trouxe mais detalhes sobre como a rápida disseminação da Indústria 4.0 mudou o papel dos operadores humanos do trabalho manual para o trabalho do conhecimento. Outra pesquisa para analisar os encargos psicológicos que a Indústria 4.0 tem sobre seus trabalhadores pode ser encontrada em Drossler et al. (2018), onde foram analisados os impactos do aumento dos requisitos de monitoramento e tomada de decisão, chegando à conclusão de que, mais do que olhar apenas para os riscos clássicos da SSO, as questões relacionadas à saúde e segurança ocupacional devem levar em conta as novas demandas que a Indústria 4.0 trouxe , caso contrário, as práticas de SSO não serão muito eficazes.

Baldissone et al. (2018) fornece uma visão geral sobre a história da SST no contexto europeu, mostrando que os índices de acidentes dos últimos anos não diferem muito daqueles registrados na década de 1970, levando à conclusão de que a disseminação de uma Cultura de Segurança pode incentivar uma sinergia bilateral "Indústria-Universidade" do ponto de vista da SSO, que pode ser facilitada pelo surgimento da Indústria 4.0 e da tecnologia disponível.

As pesquisas de Baldissone et al. (2018) e Mosca et al. (2018) também mostram a evolução da SSO no cenário da quarta revolução industrial, evidenciando as seguintes vantagens: maior nível de segurança alcançado por meio de uma melhor interação homem-máquina e interface, o que permitiu uma redução significativa de erros acidentes e uma melhoria da segurança e ergonomia no local de trabalho, ao mesmo tempo em que apoia e auxilia os trabalhadores em suas tarefas, reduz o estresse relacionado ao trabalho e ajuda a superar alguns dos limites relacionados à disponibilidade de recursos humanos treinados.

Pilloni (2018) traz uma discussão mais profunda sobre os efeitos que a introdução da Internet das Coisas (IC), Sistemas Ciber-Físicos (SCF), computação em nuvem e big data terá sobre processos industriais, relacionando-os com um aumento em diversas áreas, sendo importante discutir, devido ao escopo desta pesquisa, as que retratam a saúde e a segurança no trabalho. O trabalho de Pilloni (2018) não entra em detalhes sobre a maneira como a Indústria 4.0 afetou a SSO, no entanto, mostra como os aspectos-chave da quarta revolução industrial afetaram positivamente a segurança do local de trabalho, bem como a saúde e a segurança dos trabalhadores.

Finalmente, o trabalho de Chia et al. (2019) sugere uma nova estratégia para lidar com a segurança e a saúde no local de trabalho na Indústria 4.0, pois esse tipo de indústria exige uma abordagem altamente adaptativa e altamente responsiva para promover a Saúde Total do Trabalhador, tendo em vista os rápidos avanços tecnológicos e as mudanças nas relações de emprego que a Indústria 4.0 trouxe.

5. CONCLUSÕES

Analisando a literatura sobre a Indústria 4.0 e seus efeitos sobre a SSO, foi possível inferir que, apesar das muitas vantagens trazidas pela ascensão da Indústria 4.0, os riscos de SSO são pouco investigados. A maioria das pesquisas que investigam esses riscos elucidou o aumento da carga psicossocial na vida do trabalhador. Também vale ressaltar que a literatura sobre o tema em questão é nova, comprovada pelo fato de os artigos variarem entre os anos 2018 a 2019. Outro ponto a ser observado é o fato de que toda a literatura sobre o papel da SST na indústria 4.0 pertence a países desenvolvidos, o que abre a possibilidade de pesquisar o assunto em países em desenvolvimento, como o Brasil e outros países do MERCOSUL.

AGRADECIMENTO

Nossos agradecimentos vão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

BADRI, A. BOUDREAU-TRUDEL, B. SOUISSI, A. S. (2018). Occupational Health and Safety in the Industry 4.0 Era: A Cause for Major Concern? SAFETY SCIENCE. Volume: 109. Pg.: 403-411

BAHRIN, M. A. K., OTHMAN, M. F., AZLI, N. H. N., TALIB, M.F. (2016). Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic. JURNAL TEKNOLOGI. Vol 78, No 6-13

BALDISSONE, G. COMBERTI, L. FARGIONE, P. (2018). The Role of Basic and Applied Research Activities for the Improvement of OS&H Conditions and the Dissemination of the Culture of Safety. GEAM-GEOINGEGNERIA AMBIENTALE E MINERARIA-GEAM-GEOENGINEERING ENVIRONMENT AND MINING. Issue: 154. Pg.: 32-41

BRAGANÇA, S. COSTA, E. CASTELLUCCI, I. AREZES, PEDRO M. (2019). A Brief Overview of the Use of Collaborative Robots in Industry 4.0: Human Role and Safety. OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY AND HEALTH. Pg: 641-650

CHIA, G. LIM, M. GEK KHIM, J. YI-FU, J. H. CHIA, K. S. (2019). Need for a New Workplace Safety and Health (WSH) Strategy for The Fourth Industrial Revolution. AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE. Volume: 62. Issue: 4.

CHIABERT, P. D'ANTONIO, G. MAIDA, L. Industry 4.0: Technologies and OS&H Implications. (2018). GEAM-GEOINGEGNERIA AMBIENTALE E MINERARIA-GEAM-GEOENGINEERING ENVIRONMENT AND MINING. Issue: 154. Pg.: 21-26

DIEBIG, M. JUNGMANN, F. MUELLER, A. (2018). Challenges for Psychosocial Risk Assessment During the Digital Transformation of Industry: A Qualitative Interview Study. ZEITSCHRIFT FUR ARBEITS-UND ORGANISATIONSPSYCHOLOGIE. Volume: 62. Issue: 2. Pg: 53-67

DROSSLER, S. STEPUTAT, A. BARANYI, G. KAMPF, D. SEIDLER, A. (2018). Healthy Work in Pioneer Branches (GAP). The Fourth Industrial Revolution in the Semiconductor Industry - 2 Case Studies. ZENTRALBLATT FUR ARBEITSMEDIZIN ARBEITSSCHUTZ UND ERGONOMIE. Volume: 68. Issue: 3. Pg: 146-150

FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B., MONTES-PEÓN, J.M. & VÁZQUEZ-ORDÁS, C.J. (2009). Relation Between Occupational Safety Management and Firm Performance. SAFETY SCIENCE 47(7), 980–991.

FRIEND, M. A. KOHN, J. P. (2007). Fundamentals of Occupational Safety and Health. GOVERNMENT INSTITUTES AN IMPRINT OF THE SCARECROW PRESS, INC. Fourth Edition JI, C. SHAO, Q. SUN, J. LIU, S. PAN, L. WU, L. YANG, C. (2016). Device Data Ingestion for Industrial Big Data Platforms with a Case Study. SENSORS 16 (3) 279.

KAGERMANN, H., W. et al. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. KHARCHENKO, V. ILLIASHENKO, O. BOYARCHUK, A. (2017).

Emerging Curriculum for Industry and Human Applications in Internet of Things. 9TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT DATA ACQUISITION AND ADVANCED COMPUTING SYSTEMS - TECHNOLOGY AND APPLICATIONS (IDAACS). Local: Bucharest, ROMANIA Data: SEP 21-23.

LEES, F. (2012) Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control. BUTTERWORTH-HEINEMANN (fourth ed.)

LEKA, S., JAIN, A. (2010). Health Impact of Psychosocial Hazards at Work: An Overview. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva, pp. 136.

LESO, V. FONTANA, L. IAVICOLI, I. (2018). The Occupational Health and Safety Dimension of Industry 4.0. MEDICINA DEL LAVORO. Volume: 109. Issue: 5. Pg: 327-338]

LI, Y. GULDENMUND, F. W. (2018). Safety Management Systems: A Broad Overview of The Literature. SAFETY SCIENCE. 103 94–123

LU, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. JOURNAL OF INDUSTRIAL INFORMATION INTEGRATION. Volume 6, June 2017, Pages 1-10

MARESOVA, P. SOUKAL, I. SVOBODOVA, L. HEDVICAKOVA, M. JAVANMARDI, E. SELAMAT, A. KREJCAR, O. (2018). Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. ECONOMIES, 6(3), 46; https://doi.org/10.3390/economies6030046

MOSCA, F. LOSE, M. T. (2018). Evolution experiences in industry 4.0. GEAM-GEOINGEGNERIA AMBIENTALE E MINERARIA-GEAM-GEOENGINEERING ENVIRONMENT AND MINING. Issue: 154 Pg: 64-69

OZDEMIR, V. (2018). The Dark Side of the Moon: The Internet of Things, Industry 4.0, and The Quantified Planet. OMICS-A JOURNAL OF INTEGRATIVE BIOLOGY. Volume: 22. Issue: 10. Pg: 637-641

PILLONI, V. (2018). How Data Will Transform Industrial Processes: Crowdsensing, Crowdsourcing and Big Data as Pillars of Industry 4.0. FUTURE INTERNET. Volume: 10. Issue: 3

SHAFIQ, S.I. SANIN, C. SZCZERBICKI, E. TORO, C. (2016). Virtual Engineering Factory: Creating Experience Base for Industry 4.0. CYBERN. SYST. 47 (1-2) 32–47.

VOGEL-HEUSER, B. HESS, D. Industry 4.0–Prerequisites and Visions. (2016). IEEE TRANS. AUTOM. SCI. ENG. 13 (2) 411–413.
WALTON, R. E. (1973). Quality of Work Life: What Is It? SLOAN MANAGEMENT REVIEW. 15(1), 11-21.

XU L.D., XU, E.L. LI, L. (2018). Industry 4.0: State of The Art and Future Trends. INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH. Volume: 56. Issue: 8. Pages 2941-2962

Capítulo 43

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S AFIM DE MELHORIA NA QUALIDADE DO SERVIÇO EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE LATICÍNIOS

Luana Machado dos Santos (Faculdade Brasileira de Educação e Cultura - luanavip25@hotmail.com)

Daniela Almeida Gomes (Centro Universitário de Maringá)

Daniela Sousa Guedes Meireles Rocha (Faculdade Brasileira de Educação e Cultura)

Lucas Jose Gonçalves da Cruz (Barão de Cocais)

Keila Pereira Barbosa (Faculdade Brasileira de Educação e Cultura)

Resumo: O mercado empresarial vem crescendo cada vez mais, fazendo com que as empresas se adaptam conforme a novidade que surgem a todo instante para auxiliar na tomada de decisão para se manter no mercado. Com isso, muitas empresas percebem a necessidade de implantar uma ferramenta para almejar o sistema de qualidade em uma organização. Este artigo tem por objetivo analisar os problemas na organização, propondo melhorias para a implantação do programa 5S em uma Indústria de Equipamentos de Laticínios e como esta a aplicação da ferramenta 5S após a implantação deste programa, com o intuito de analisar o presente processo da gestão e viabilizando melhorias quanto a esta prática. Para obter os dados foi utilizado o método observatório e qualitativo, seguindo a tática do estudo de caso aplicando questionários para fazer o levantamento de dados. Foi diagnosticado que houve dificuldades quanto à implantação desta ferramenta, devido à resistência nas mudanças de comportamento.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade; Método do 5S; Processo de Melhoria Continua.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade está se tornando cada vez mas presente nas organizações, é um elemento de extrema importância, onde, muitas empresas estão implantando programas de gestão da qualidade a fim de atender as expectativas dos colaboradores, e atendendo aos objetivos da organização. Independente do ramo, as empresas estão buscando cada vez mais programas com a finalidade de eliminar as anomalias encontradas no meio de produção, como por exemplo, a baixa produtividade e o desperdício de tempo e de insumos (NUNES *et al.,* 2016).

O termo qualidade de vida no trabalho (QVT) vem se tornando um fator muito relevante dentro das organizações, considerando que as condições de saúde do colaborador podem influenciar na produtividade e no desempenho de suas tarefas. Na mesma ótica, as organizações compreenderam que práticas inadequadas dentro do campo organizacional geram impactos negativos com à saúde física e emocional do colaborador, consequentemente na saúde financeira da empresa (SILVA, MELLO, 2015).

Para que se tenha um bom desempenho de seus colaboradores é necessário que as organizações invistam e disponibilizem um ambiente de trabalho harmônico, para que as pessoas possam se sentir bem e possam almejar a realização de suas metas, por meio do trabalho. A harmonia está intimamente ligada à satisfação no ambiente laboral e com a QVT, a empresa necessita valorizar os seus colaboradores, oferecendo condições adequadas e saudáveis para o bom desempenho das atividades (OLIVEIRA, FRANÇA, 2005).

Em virtude disso, uma das ferramentas que as empresas estão implantando para melhorar o processo de qualidade realiza se por meio da implementação do Programa 5S, que tem como objetivo, organizar, ordenar, desenvolver práticas de limpeza e higiene, e criar padrões e procedimentos a serem seguidos em uma empresa. Este programa tem como principal objetivo de promover um melhor ambiente no trabalho, desenvolvendo mudanças de hábito em relação ao comportamento, deixando um ambiente mais organizado, mas limpo, e facilitando o trabalho do dia a dia (GOMES, 1998; PALADINI, 2012).

Este trabalho busca promover informações de um modelo de gestão voltado à sustentabilidade e liderança padronizada, que acompanha toda a gestão de uma empresa, para garantir a gestão da qualidade em todas as áreas da instituição, em busca de melhorias com a implantação do programa 5S.

Dessa forma, o objetivo geral deste estudo é analisar as melhorias que precisam ser implantadas, os benefícios e verificar a implantação do Programa 5S em uma indústria por meio de questionários

aplicados aos colaboradores identificando o nível de aceitação desta nova ferramenta. Os objetivos específicos são: realizar um diagnostico para identificar os pontos fracos a ser melhorados, identificar os principais aspectos da implementação do programa de qualidade na Indústria de Fabricação de Equipamentos de Laticínios e alavancar os benefícios e os fatores que o programa proporcionou quanto a sua aplicabilidade na instituição.

Como questão problema, este trabalho levantou a seguinte problemática: "Quais os pontos fracos que precisam ser melhorados, e as dificuldades encontradas ao implantar este programa de qualidade e quais os benefícios oferecidos após a implantação?"

Este artigo está estruturado em 5 seções. A seção 2 apresenta um estudo da Gestão da Qualidade, os elementos do programa. A seção 3 expõe a metodologia do trabalho. A seção 4 apresenta o resultado e uma discussão do tema abordado. A seção 5 contém as considerações finais do estudo e as referências bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta etapa fornece a visão geral da gestão da qualidade, apresentando também a metodologia do programa 5S, seu contexto, seus benefícios e a sua implantação nas empresas.

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

O termo gestão da qualidade é um sistema composto por princípios, métodos e ferramentas, em busca de melhoria quanto aos processos estabelecidos pela instituição, podendo ser notada como uma ferramenta que pode ser implementada como estratégia no mundo corporativo, favorecendo o modo de pensar, agir e produzir (GONÇALVES et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015).

Em outras palavras gestão da qualidade é uma estratégia empresarial, que visa ser uma ferramenta que traz todo o controle e padronização dos processos, a fim de tomar decisões em busca de melhoria da eficácia das ações, com foco na satisfação dos clientes oferecendo um produto final sem nenhum defeito e em busca de melhoria contínua dos processos. É um sistema implementado e bem gerenciado proporcionando a alta direção segura para tomada de decisão (HARMS et al., 2015; SINIGAGLIA et al., 2015).

Com isso, para implantar o programa de qualidade na organização, o passo inicial é dado como implantação do programa 5S, pois é o momento de realizar toda mudança de hábitos dos indivíduos

que pertencem à organização, ordenando o local onde os funcionários trabalham, constituindo na organização um ambiente de trabalho agradável (COUTINHO, AQUINO, 2016; SANTOS et al., 2018).

E, quando se trata de uma boa gestão que procura aprimorar toda a empresa para ofertar um crescimento e o desenvolvimento. Será descrito a implantação do Programa 5S, a fim de demonstrar melhorias em toda gestão organizacional de uma instituição.

2.2 OS ELEMENTOS DO 5S (CINCO SENSOS)

O programa 5S é uma filosofia de trabalho que promove na empresa, disciplina por meio de uma mudança de comportamento e cultura, atentando a conscientização e a responsabilidade de todos, de forma a tornar um ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo, ou seja, é uma grande faxina, pois oferece algumas mudanças tanto de hábitos quanto de valores (SINIGAGLIA *et al.*, 2015).

De acordo com Costa e Rosa (2010), o 5S teve origem no Japão, sendo introduzido nas empresas para eliminação dos desperdícios nos locais de trabalho. Trata-se de um processo educativo que possibilita a mudança cultural das pessoas quanto à organização, com o objetivo de conquistar uma vida harmônica no trabalho. Tem a capacidade de envolver toda a organização nos seus mais variados níveis horizontal e vertical, com isso possuindo resultados mensuráveis, além de uma capacidade de proporcionar alguns benefícios para a empresa e para a vida pessoal de cada funcionário.

Esta filosofia é muito conhecida e aplicada nas empresas, pois se trata de cinco sensos para implantar o sistema de qualidade, mas que possam trazer resultados surpreendentes ao serem praticados dentro das organizações. Um dos principais papéis da implantação do programa 5S é evitar desperdício de tempo e de insumos, melhorar o relacionamento entre os servidores, permitir a facilidade da localização dos documentos, por ter um ambiente totalmente organizado (REBELLO, 2005).

Estes cinco sensos movem qualquer organização, pois consegue moldar de uma posição atual para uma posição a qual deseja atingir, com base nas mudanças de comportamento, hábitos, conscientizando os colaboradores, e investindo na comunicação para contribuir com o crescimento da empresa. Silva et al. (2011), Sinigaglia et al. (2015), Coutinho e Aquino (2016) e Santos et al. (2018), apresentam o que cada senso pode oferecer para a organização ao implantar este programa na empresa:

- Senso de utilização (SEIRI), consiste em selecionar tudo aquilo que não tem finalidade no local de trabalho e fazer o descarte, mas analisando o que não serve em um determinado setor pode ter utilidade no outro.

- Senso de organização (SEITON), consiste em definir os locais mais adequados para armazenar os materiais, as ferramentas e os equipamentos para que o acesso à informação e objetos desejados seja rápido.

- Senso de limpeza (SEISO), eliminar toda a sujeira, ou seja, tudo aquilo que não há necessidade de manter em um local de trabalho ser descartado, para construir um ambiente de trabalho livre e agradável.

- Senso de saúde (SEIKETSU), consiste na criação de condições proveitosas em relação à saúde física, mental e emocional, sustentando um ambiente totalmente livre de pessoas com pensamentos negativos que possa proporciona reações negativas para as organizações.

- Senso de autodisciplina (SHITSUKE), consiste em relação à educação, a aceitação de mudanças de comportamento e cultura, para ter o compromisso de cada indivíduo que está envolvida, pois a ideia central deste senso é a mudança de hábitos dessas pessoas.

Para Mendonca et al. (2010), os principais resultados esperados após a implantação desta ferramenta 5S são: armazenar apenas documentos que são necessários; maior aproveitamento dos espaços; maior conforto e comodidade; deixar o ambiente mais limpo e organizado; ter uma comunicação clara entre os departamentos e; melhoria geral do ambiente de trabalho.

Como o programa provoca mudanças em relação à cultura dos colaboradores, para que a implantação seja realizada de forma totalmente eficaz, necessita da compreensão dos envolvidos, pois, depende exatamente de todos os colaboradores para que este programa traga os resultados desejados pela organização. Segundo Rosenhoover e Kuhn (1996), existem diversas diferenças quanto à implantação de algum programa de gestão da qualidade total nas empresas, mas a principal diferença é o nível de aceitação, pois os colaboradores são resistentes às mudanças.

Esta ferramenta 5S é considerada como um guia para melhorar as condições do ambiente de trabalho, oferecendo uma melhoria contínua com os serviços que são prestados, mudança de comportamento, a forma de pensar e na QVT. É uma ferramenta que faz parte do programa de qualidade total, mas não garante a qualidade da organização, ela apenas auxilia em deixar um ambiente mais organizado (MENDES et al., 2010; REBELLO, 2007).

Sendo assim, percebe – se que ao implantar este método, necessita da compreensão de todas as pessoas envolvidas, pois gera mudanças em todo o layout eliminando tudo que não é útil para aquele

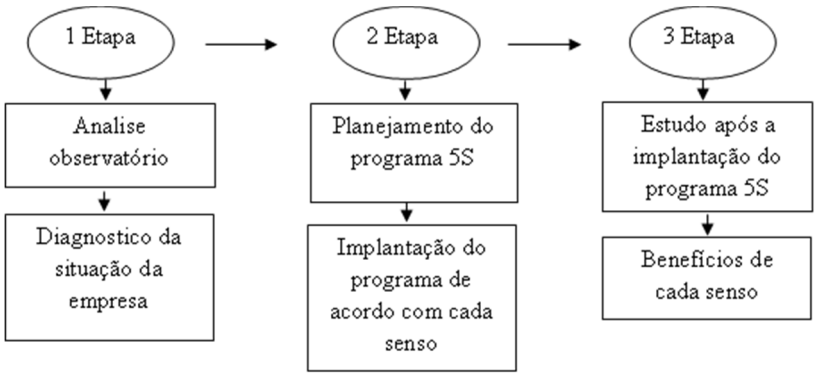
departamento, deixando um ambiente limpo, organizado e padronizado, com uma facilidade na elaboração das atividades (COUTINHO E AQUINO, 2016; SANTOS et al., 2018).

3. METODOLOGIA

Para realização este estudo, foi feito uma pesquisa de campo em uma Indústria de Fabricação de Equipamentos de Laticínios localizada no polo industrial em Aparecida de Goiânia, para coleta de dados, com o intuito de verificar as falhas da organização, e as mudanças após à implantação do programa de qualidade, com o uso das ferramentas da metodologia.

Foi realizado em 3 momentos, como o primeiro momento foi feito uma análise observatório afim de realizar o diagnostico da empresa, o segundo momento foi o planejamento e a implantação do programa 5S, e o terceiro e o ultimo momento a análise após a implatanção do programa, conforme a Figura 1 apresentada.

Figura 1. Diagrama de etapas da pesquisa empírica



Fonte: Autores (2019)

No primeiro momento, para diagnosticar as falhas e os pontos onde podiam ser aplicadas melhorias, foi realizado a observação do ambiente em três departamentos da empresa, como Produção, Estoque e Recursos Humanos, durante 2 semanas no mês de fevereiro. Em seguida foi elaborado um planejamento de implantação do programa 5S, com objetivo de aplicar melhorias e solucionar todos os problemas levantados. E por último, a terceira etapa, foi elaborada um modelo de questionário com 19 perguntas referentes aos 5S, com resposta simples e objetiva, para verificar a aceitação após a implantação do programa 5S, conforme a Figura 2.

Figura 2. Questionário para verificar a implantação do programa 5S

SENSOS		QUESTIONÁRIO
Senso de utilização	1.	Existem materiais desnecessarios no ambiente de trabalho?
	2.	Os equipamentos necessarios estão em bom estado?
	3.	Os locais reservados para guardar os documentos estão sendo usado como deveria?
	4.	A quantidade de armarios esta atendendo a demanda?
	5.	Os manuais e procedimentos do laboratório existentes estão atualizados?
	6.	As informações são atualizadas conforme a quantidade necessária?
Senso de organização	1.	A area de trabalho está identificada?
	2.	Existe material sucateado?
	3.	Os objetos pessoais são guardados em local separados?
	4.	Existe identificação visível dos extintores e saídas de emergência?
Senso de limpeza	1.	A area de trabalho e bem iluminada?
	2.	As ferramentas de trabalho estão sempre limpas?
	3.	Há sujeiras dentro dos armários?
Senso de saúde	1.	É feito dedetização com frequencia para combate de pragas?
	2.	Existem ventilação e iluminação adequadas nos ambientes de trabalho?
	3.	A higiene e organização de maneira geral são feitas diariamente?
Senso de autodisciplina	1.	Organização, limpeza, asseio e disciplina, são considerados como pontos importantes no local?
	2.	As ferramentas de trabalho, lampadas, ar condicionado são desligados no final do expediente?
	3.	Você conhece as suas responsabilidades para manter o ambiente em ordem?

Fonte: Autores (2019)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos descritos no capítulo anterior, em relação a analise do diagnóstico da empresa, implantação do programa 5S, subsidiando assim, o alcance dos objetivos propostos neste estudo.

4.1 DIAGNÓSTICOS DA EMPRESA

Foi realizada uma análise observatório com objetivo de verificar as falhas em todos os departamentos, para desenvolver um planejamento de melhoria dos processos por meio da implatanção do programa 5S na empresa em estudo. Por meio desta análise foi possível observar que existem diversos materiais desnecessários nos departamentos, como mostra na Figura 3 a seguir.

Figura 3. Pontos fracos diagnosticados pela empresa

Departamentos	Análise diagnosticada
Produção	Máquina com defeitos; ferramentas fora do devido lugar; Sobra de matéria prima; Armários e bancadas desorganizada.
Recursos Humanos	Armários e mesas desorganizados; Documentos fora dos devidos lugares; Móveis e utensílios que não utilizam mais.
Estoque	As prateleiras toda bagunçada Material vencido; Não há controle de matéria prima.

Fonte: Autores (2019)

Nessa análise foi possível identificar a visão dos colaboradores quanto ao layout da organização. Nota-se que os colaboradores alegaram que a desorganização do ambiente de trabalho interfere em todo no desenvolvimento do trabalho, pois demanda tempo para procurar algum determinado documento ou ferramenta, os móveis e utensílios que não utilizam deixa o ambiente sem espaço para locomover, atrapalhando a execução das funções.

4.2 IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S

Por meio dessa análise, percebeu-se que a indústria necessita passar por modificações para melhorar o processo produtivo, com isso foi elaborado o planejamento do programa 5S para ser implantado na organização, a fim de trazer mudanças para o ambiente de trabalho.

O primeiro passo na implantação do 5S, e o senso de utilização (Seiri), que foram definidos três dias para analisar e realizar todo o descarte de máquinas, móveis, ferramentas, materiais que não são utilizados, deixando nos departamentos apenas o que realmente for necessário para o desenvolvimento do trabalho. Todos os itens retirados dos departamentos foram separados de acordo com o tipo de classificação e sendo descartado na área de descarte.

O segundo passo é o senso de organização (Seiton), que organizou e padronizou todo o ambiente de trabalho. No departamento de produção, foram reformados os armários e as bancadas, com isso foram armazenadas as ferramentas em seus locais, deixando as bancadas livres para facilitar o desempenho das atividades. No departamento de recursos humanos foram armazenando todos os documentos em seus devidos lugares, etiquetando as gavetas para facilitar na identificação, deixando as mesas somente o necessário para a execução do trabalho. E no departamento de estoque, foram feito etiquetas para facilitar a armazenagem dos produtos nas prateleiras, com o cuidado de colocar

sempre na frente os produtos que estão com o prazo de vencimento próximo. Com isso todos os departamentos foram organizados e padronizados para facilitar o desempenho de cada função, com objetivo de reduzir o tempo gasto para procurar um determinado documento, ferramenta ou ate mesmo matéria prima.

Já o terceiro passo é o senso de limpeza (Seiso), com o objetivo de manter o ambiente sempre limpo, foram definidos os procedimentos de limpeza e arrumação nos departamentos da empresa. Para isso estabeleceu que todos os dias, os colaboradores tirariam os últimos 15 minutos no final do expediente para fazer a limpeza, deixando o ambiente limpo e organizado para o dia seguinte. Uma das melhorias realizadas neste senso foi à aquisição das lixeiras de acordo com o tipo de classificação para cada material, com o objetivo de não misturar os resíduos nas lixeiras.

O quarto passo e o senso de saúde (Seiketsu), onde um ambiente limpo e organizado favorece para a saúde dos colaboradores, como reduzir o número de acidentes de trabalho, o retrabalho durante a execução das atividades. Uma das melhorias foi a climatização do ambiente nos departamentos de produção devido o ambiente ser em um galpão céu aberto, os colaboradores estão sempre expostos ao calor e o barulho dos equipamentos, podendo lhe causar desconforto, diante do sol que reflete sobre as telhas deixando o ambiente mais quente. Já no estoque por ser um ambiente fechado, não possui ventilação de ar. Por isso, em ambos os departamento foi implantado exaustor com uma tela de proteção, para que ar seja renovado, deixando o ambiente mais climatizado.

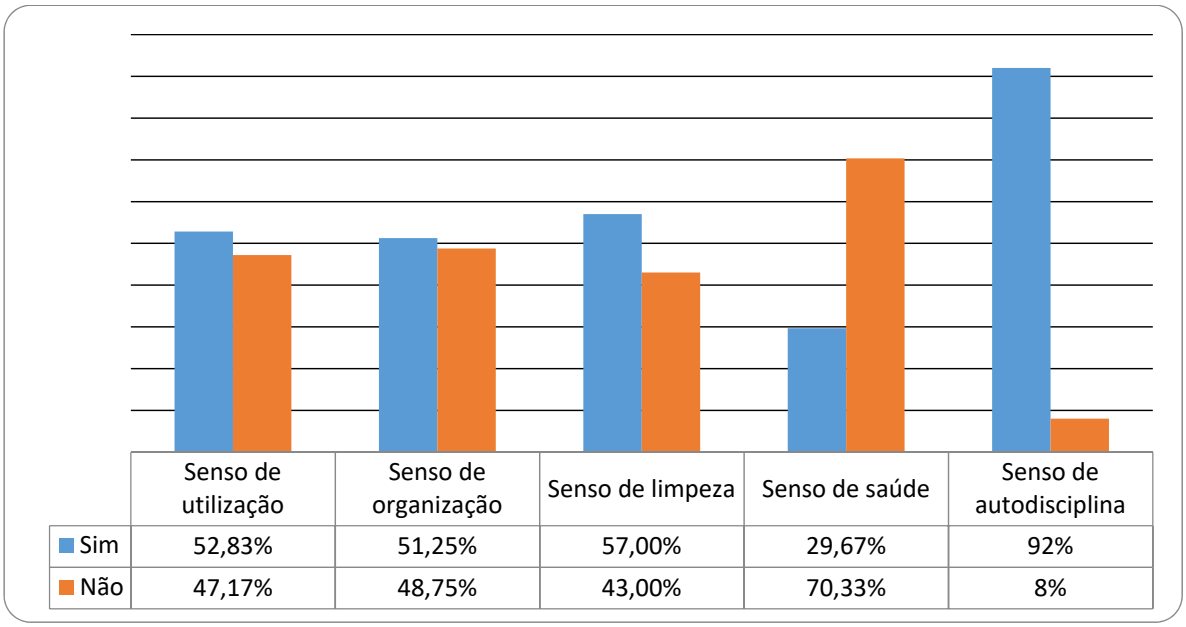
E o quinto é o ultimo passo é o senso da autodisciplina (Shitsuke), ou seja, necessita da conscientização, comprometimento de todos os colaboradores para que os 4 sensos sejam mantidos de acordo com a melhoria que foi implantada, em prol de melhorar as condições do trabalho. Com isso, ao implantar o programa de qualidade 5S na empresa, todos os colaboradores passaram por treinamentos, mostrando a importância de deixar o ambiente limpo e organizado, como o uso do uniforme e equipamento de proteção individual. E feito o processo de auditoria mensal e por fim reuniões para discutir os resultados encontrados pela auditoria, verificando se os objetivos estabelecidos estão sendo atendidos, atribuindo os pontos fortes e pontos fracos, em busca de solucionar estes pontos fracos, gerando uma maior motivação dos colaboradores.

4.3 APÓS A IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S

Após a implantação da ferramenta 5S, que resultou nesta pesquisa por meio da construção e distribuição de questionários no qual integravam perguntas referentes à implantação da ferramenta

5S, agregando perguntas de cada senso, para analisar como está o conhecimento e o nível de satisfação dos colaboradores, cujas respostas eram simples e diretas. Ao aplicar os questionários com os 34 colaborados da empresa, foi feito a análise das respostas obtidas, e foram considerados os seguintes resultados, conforme apresenta a Figura 4, podendo observar a opinião de cada funcionário quanto à implantação da ferramenta 5S.

Figura 4 – Percentual da Avaliação dos 5S



	Senso de utilização	Senso de organização	Senso de limpeza	Senso de saúde	Senso de autodisciplina
Sim	52,83%	51,25%	57,00%	29,67%	92%
Não	47,17%	48,75%	43,00%	70,33%	8%

Fonte: Autores (2019)

Analisando os resultados apresentado na figura, notou-se que os colaboradores entenderam a finalidade desta ferramenta, ao responder o questionário foi diagnosticado que 92% sabem da importância do senso de autodisciplina, mostrando que cada colaborador faz a sua parte em relação ao que foi questionado, como por exemplo, deixar o ambiente limpo e organizado, desligando os equipamentos ao finalizar o expediente, conhece as responsabilidades que foram detectadas para manter um ambiente organizado. Mas 8% colaboradores responderam que não sabe da importância deste senso, não sabe das suas responsabilidades.

O segundo senso que teve como resposta positiva foi o senso de limpeza com 57%, informando que o ambiente é limpo diariamente, mais deixa a desejar em relação à limpeza dos armários, mas 43% disse que esta limpeza não é feita diariamente, que a iluminação e a climatização é fraca, prejudicando a saúde física e o rendimento do serviço do colaborador.

O terceiro senso com pontuação elevada foi o senso de utilização com 52,83% disseram que sim, mostrando que os equipamentos e armários que são disponibilizados para realizar o serviço são

totalmente utilizados como deveria. Mas 47,17% já disse que não, que mesmo tendo o treinamento, organizando o ambiente existem muitos materiais que não tem a necessidade espalhados no ambiente de trabalho, os armários não atendem à demanda.

O senso de organização teve 51,25% informaram que sim, que os setores são totalmente identificados, mas existem vários materiais que não tem a necessidade de permanecerem onde estão. Mas 48,75% informaram que não, que a área não é identificada, que o ambiente e totalmente desorganizado, que os objetos pessoais são guardados junto com os documentos da empresa, apresentou que necessita ser melhorado.

O senso de saúde foi o senso que teve um maior índice dos questionários respondidos como “não”, com 70,33% alegaram que não existe nenhuma ventilação do local, que não é feito a dedetização do ambiente de trabalho. O 29,67% alegaram que sim, que o ambiente e limpo, organizado, possui ventilação adequada para o ambiente de trabalho.

Após levantar os dados e observar o relatório feito pela instituição após a implantação, foi detectado às dificuldades de implantar a ferramenta 5S pela ausência de informação dos colaboradores. E percebeu que muitos por serem pessoas entre 40 a 60 anos têm a dificuldade de aceitar novas mudanças, quer seja por medo, comodidade ou interesse.

Ao analisar estas dificuldades na implantação da ferramenta, foi proposto que deveriam realizar ao invés de reuniões mensais, realizar quinzenal, a fim de mostrar a importância desta ferramenta na instituição, aplicando tal conhecimento para que os colaboradores vejam que podem trazer melhorias, com o objetivo de quebrar a resistência das mudanças que a ferramenta oferece. Pois, ao implantar está ferramenta, muitos resultados favoráveis, como um ambiente mais organizado, melhor desempenho das atividades e melhoria na QVT dos colaboradores, surge como consequência após a implantação deste programa. A mudança de comportamento é algo que se conserva ao longo do tempo, ao invés, de ser apenas algo do momento.

5. CONCLUSÃO

A ferramenta 5S é o requisito básico para se atingir um Sistema de Qualidade, já que seus 5 sensos são essenciais para a produtividade e disciplina. Porém, não é o suficiente para garantir a qualidade, mas é o primeiro passo para a implantação de qualquer outro programa de qualidade.

Por meio da pesquisa realizada, foi possível identificar diversos problemas devido ao *layout* da organização, como a desorganização de todo o ambiente, deixando materiais fora dos devidos lugares. Com isso foi proposto algumas melhorias de acordo com cada senso, onde foi feito a limpeza de todo o ambiente, deixando os equipamentos e documentos apenas o que for necessário em cada departamento, como também a implantação de exaustor para melhoria na ventilação nos departamentos de produção e estoque.

De acordo com os questionários aplicados, pode-se verificar que a empresa tem uma pequena deficiência quanto alguns sensos desta ferramenta, e necessita de melhorias, conscientizando os colaboradores que as mudanças que este método estabelece é para ofertar um melhor ambiente de trabalho, facilitando a execução das atividades estabelecidas.

Mesmo com a implantação desta ferramenta, há ainda muitos aspectos que precisam ser melhorados, pois, houve a dificuldade em relação à implantação devido às mudanças de hábitos, e com isso, nem todos os processos estão funcionando como o programa sugere que aconteça, como por exemplo: muitos itens que não há necessidade de estarem em um determinado local, documentos armazenados em lugares indevidos entre outros.

É importante destacar que para se implantar o Programa 5S, não é apenas traduzir os termos e estudar seus conceitos. Sua essência é mudar as atitudes, pensamentos e comportamento do pessoal. Garantindo assim, o melhoramento contínuo do local e dos seus colaboradores.

REFERÊNCIAS

COSTA, M. L. S.; ROSA, V. L. N. 5S no canteiro. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010.

COUTINHO, F. M. J., AQUINO, J. T. Os 5s como diferencial competitivo para o sistema de gestão da qualidade: estudo de caso de uma empresa de aços longos. Gestão Organização, v.13, n.2, 176-186, 2016.

GOMES, D. D. Aplicando 5S na gestão da qualidade total. São Paulo: Pioneira, 1998.

GONÇALVES, W. A., ARGOUD, A. R., CORRÊA, D. A., & SEHN, M. C. Litígio da gestão de pessoas a gestão da qualidade: um diagnóstico para atender os stakeholders. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 49-63, 2015.

HARMS, J., ESCORSIM, S., GRACZYK, G. H., BEVERVANÇO, M. Os 5s no processo produtivo da empresa A.L.Harms Buffet e Restaurante. Congresso Internacional de Administração. Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2015.

MENDES, D. S., CAMPOS, D. F., TAKANO, M.A., TURRIONI, J.B., Análise da Implantação da Gestão da Qualidade Total em órgão público. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Maturidade e desafios da engenharia de produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente, 2010.

MENDONCA, M. d., PINHEIRO, S. S., & HORA, H. R. Analise da Eficacia da Implantacao do Programa 5S: Um estudo de caso em uma industria moveleira. Perspectivas Online, 2010.

NUNES, A. D., GODOY, V., & OLIVEIRA, A. S. Implantação de Sistemas da Gestão de Qualidade Total em Pequenas e Medias Empesas. Brasil Engenharia, 2016.

OLIVEIRA, P. M., & FRANÇA, A. C. Avaliação da Gestão de Programas de Qualidade de Vida no Trabalho. RAE – Eletronica, 2005.

OLIVEIRA, R. S. S.; LIMA, K. L. S.; NETO, T. P. S.; SANTOS, F. F. Proposta de aplicação da metodologia 5s: Um estudo de caso em uma empresa de manutenção de motocicletas no Cariri Paraibano. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2015.

PALADINI, E. P. Gestao da Qualidade: Teoria e pratica. Sao Paulo: Atlas, 2012.

REBELLO, M. A. de F. R. Implantação do Programa 5S para a Conquista de um Ambiente de Qualidade na Biblioteca do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo. Relato de Experiência. v. 3, n. 1, 165-182 p. Jul/Dez. 2005.

ROSENHOOVER, D. & KUHN, H. Total quality management and the public sector, Public Administration Quarterly, Randallstown, 1996.

SANTOS, E. R., MALAQUIAS, R.M.T., SILVA, T. S., SANTOS, E. S., VILAR, F.M.M. Aplicação do programa 5S para qualidade em serviço em um restaurante universitário em Alagoas. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Macéio, 2018.

SILVA, E. N., & MELLO, L. C. Aplicacao de um Programa Seis - Sigma em uma Empresa do Ramo Logístico: Análise da Metodologia de Implantação. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Producao, 2015.

SILVA, A. L. E., REIS, L. V., SANTOS, L. M. A. L., SANDIM, M., PEREIRA, Z. I. S. Percepção e análise do programa 5S em uma empresa prestadora de serviço. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 3, p.23-37, 2011.

SINIGAGLIA, T., ZIEGLER, C., SEIBOTH, T. R., & CONTO, V. d. Implantação do programa 5S em uma indústria do setor metal mecânico na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Producao, 2015.

Capítulo 44

TRANSMISSÃO DA VARIAÇÃO DA TAXA DE CÂMBIO PARA OS PREÇOS DE EXPORTAÇÃO BRASILEIROS DO MILHO

Leonardo Sangoi Copetti (UFSM - leonardocopetti@hotmail.com)
Daniel Arruda Coronel (UFV - daniel.coronel@uol.com.br)

Resumo: O objetivo deste trabalho consistiu no exame da relação entre as variações cambiais e os preços de exportação brasileiros do milho, relação definida como o pass-through da taxa de câmbio, tendo como referência o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018. Os dados foram coletados nos sites do Instituto de Economia Aplicada – IPEA e no Agriculture and Horticulture Development Board – AHDB. Neste sentido, fez-se uso dos instrumentais de séries temporais, especialmente do Modelo Vetor de Correção de Erros. Os resultados encontrados forneceram indicações de que o grau de pass-through da taxa de câmbio para os preços de exportação do milho ocorreram de forma incompleta, representando que depreciações da taxa de câmbio não se traduzem em ganhos significativos de competitividade, já que não reduzem expressivamente os preços de exportação.

Palavras-chave: Milho. Preços de Exportação. Taxa de Câmbio. Pass-Through.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o United States Department of Agriculture – USDA (2019), o Brasil, junto com a Ucrânia, é o terceiro maior exportador mundial de milho, visto que, na safra 2018/ 2019, o total exportado foi de 29 milhões de toneladas cada, o que representou 17,37% das exportações mundiais, que foram de 166,96 milhões de toneladas.

Para Souza et al. (2012), que avaliaram a competitividade dos principais produtos agropecuários do Brasil, entre 1996 e 2009, por meio do índice Vantagem Comparativa Revelada Normalizada (VCRN), o milho foi competitivo de 2001 a 2007, sendo que a competitividade de 2007 mostrou-se 10,6 vezes maior em relação a 2000, ano em que não se apresentou competitivo.

Ainda, segundo Massuquetti et al. (2014), que realizaram pesquisa utilizando indicadores de comércio internacional das exportações do agronegócio da Região Sul do Brasil, entre 2000 e 2013, o milho em grão, exceto para semeadura, apresentou competitividade nos anos 2007 e 2012. A competitividade das exportações brasileiras de milho também foi confirmada por autores como Dilly et al. (2017) e Ferreira e Capitani (2017). Por outro lado, percebe-se que há ainda poucos estudos envolvendo competitividade do milho brasileiro e coeficiente de pass-through, lacuna na literatura que a presente pesquisa vem tentar preencher.

Diante deste contexto, o problema de pesquisa deste trabalho é responder à seguinte questão: existe diferença entre o grau de pass-through para os preços de exportação brasileiros do milho no período de 01/2000 a 12/2018.

O presente trabalho está estruturado em três seções, além desta introdução. Na segunda seção, são apresentados os procedimentos metodológicos; na seção seguinte, os resultados são analisados e discutidos; e por fim, na última seção, são apresentadas as principais conclusões do trabalho.

2. METODOLOGIA

2.1. MODELO ANALÍTICO

O modelo econométrico *pass-through*, de acordo com Menon (1995), usado em sua forma mais simples, parte de um modelo de *mark-up* que pode ser representado da seguinte forma:

$$P^{*}X = (1 + \lambda)(CP/E) \qquad (1)$$

em que P^*X preço de exportação em moeda estrangeira; (CP/E) é custo de produção, medido em moeda estrangeira; é a taxa de câmbio nominal; e λ é *mark-up*.

Partindo-se do pressuposto que o *mark-up* pode variar de acordo com a pressão competitiva no mercado mundial, tem-se que:

$$(1+\lambda) = \left[\frac{PW}{CP/E}\right]^{\alpha} \qquad (2)$$

Com: $[PW/(CP/E)]$ correspondendo à diferença entre o preço das exportações mundiais e o custo de produção do exportador medido em moeda estrangeira.

Substituindo a Equação (2) em (1) e aplicando-se o logaritmo neperiano no resultado dessa substituição, chega-se à seguinte equação de preço de exportação em moeda estrangeira:

$$ln\ P^*X = (1+\alpha)ln(CP/E) + \alpha lnPW \qquad (3)$$

Considerando-se a versão não restrita da Equação (3), na qual não se exige que a soma dos coeficientes relativos a $\ln(CP/E)$ e $\ln(PW)$ seja igual a 1 e na qual se admite que os coeficientes relativos a $\ln(CP)$ e $\ln(E)$ difiram em sinal e magnitude, conforme Menon (1995), tem-se:

$$ln\ P^*X = \phi_0 + \phi_1 \ln CP + \phi_2 lnE + \phi_3 lnPW \qquad (4)$$

em que o coeficiente de *pass-through* é representado por ϕ_2.

A análise do resultado deste coeficiente pode ser expressa da seguinte forma:

1. $\phi_2 = 0$; significa que a taxa de câmbio não exerce influência sobre o preço em moeda estrangeira dos bens exportados;
2. ϕ_2 = -1 ou 1; significa que a mudança na taxa de câmbio afeta integralmente o preço em moeda estrangeira dos bens exportados; e
3. -1 < < (ϕ_2 0 < < 1; sign ϕ_2 a que a mudança na taxa de câmbio afeta parcialmente o preço em moeda estrangeira dos bens exportados.

2.2. PROCEDIMENTOS ECONOMÉTRICOS

2.2.1. TESTE DE RAIZ UNITÁRIA

Para determinar a ordem de integração das séries de interesse, este trabalho utilizou os testes de raiz unitária Dickey-Fuller Aumentado (DICKEY; FULLER, 1979, 1981) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS, 1992). Esses testes permitem verificar a existência ou não de raízes unitárias nas séries temporais, ou seja, se as variáveis são ou não estacionárias• .

2.2.2. ANÁLISE DE COINTEGRAÇÃO

Mesmo que variáveis individuais não sejam estacionárias, mas exista pelo menos uma combinação linear estacionária entre elas, então se pode afirmar que essas variáveis são cointegradas (GREENE, 2008), ou seja, é possível verificar uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas, que pode ser estimada e analisada. Dessa forma, para identificar o possível relacionamento de longo prazo entre as séries, utilizou-se o teste de cointegração elaborado por Johansen (1988).

O procedimento de Johansen (1988) considera que todas as variáveis são endógenas e sua utilização não é limitada pela existência de endogeneidade do regressor (relação causal no sentido da variável dependente para a variável explicativa). Esse procedimento utiliza Máxima Verossimilhança para estimar os vetores de cointegração e permite testar e estimar a presença de vários vetores e não só de um único vetor de cointegração.

2.2.3. TESTES DE AUTO-CORRELAÇÃO

2.2.3.1. TESTE DE PORTMANTEAU

• Um processo estocástico é estacionário quando a sua média e a sua variância são constantes ao longo do tempo e quando o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da distância, do intervalo ou da defasagem entre os períodos de tempo, e não do próprio tempo em que a covariância é calculada. Em notação matemática, as propriedades do processo estocástico estacionário podem ser representadas por: (Média) $E(Y_t) = \mu$, (Variância) $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - u)^2 = \sigma^2$ e (Covariância) $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(T_{t+k} - \mu)]$. Um processo estocástico com as propriedades descritas anteriormente é conhecido, na literatura de séries temporais, como processo fracamente estacionário, ou estacionário em covariância, ou estacionário de segunda ordem, ou estacionário em sentido amplo. Um processo estocástico é fortemente estacionário quando todos os momentos de sua distribuição não variam ao longo do tempo (BUENO, 2008.)

• Engle e Granger (1987) mostram que, se todas as séries de interesse possuem a mesma ordem de integração I(d) e existir um vetor α, com $\alpha \neq 0$, em que a combinação linear dessas variáveis seja de ordem $d-b$, $Z_t = \alpha' X_t \sim I(d-b), b > 0$, pode-se afirmar que X_t é um vetor de variáveis cointegradas denotadas por $X_t \sim CI(d,b)$.

O teste de Portmanteau calcula as estatísticas *Box-Pierce* / *Ljung-Box* multivariadas para correlação serial residual até a defasagem especificada.

Box-Pierce (1970) desenvolveu uma estatística Q baseada na soma dos quadrados das autocorrelações. A estatística de Box-Pierce, $Q = T * \sum_{k=1}^{q} \rho_k^2$ mparada à distribuição qui-quadrado com "q" graus de liberdade. Caso o resíduo seja um ruído branco, a estatística Q definida segue uma distribuição qui-quadrado com "q" graus de liberdade.

Ljung-Box (1978), também conhecido como teste de Box-Pierce modificado, é utilizado para verificar se há falha de ajuste em um modelo temporal. O teste examina as "n" primeiras autocorrelações dos resíduos e, caso estas sejam pequenas, há indício de que não há falha no ajuste. A hipótese nula desse teste considera que as autocorrelações até o lag "n" é igual a zero e a estatística do teste é definida pela Equação (5):

$$Q^* = T * (T-2) \sum_{k}^{n} \frac{\hat{\rho}_k^2}{T-k} \qquad (5)$$

onde $\hat{\rho}k$ a autocorrelação estimada dos resíduos na defasagem "k" e "n" o número de lags testado. O teste irá rejeitar a hipótese nula caso $Q^* > \chi^2_{1-\alpha;q}$, onde $\chi^2_{1-\alpha;q}$ uma distribuição qui-quadrado com "q" graus de liberdade e nível de significância α.

2.2.3.2. TESTE LM

O teste de Breusch (1978) - Godfrey (1978), também conhecido como teste LM (*Lagrange Multiplier*) para autocorrelação, testa a hipótese nula de ausência de autocorrelação até a defasagem *p*. Após definir o modelo e estimar seus coeficientes, o teste consiste em efetuar uma regressão do resíduo contra o próprio resíduo defasado no tempo e as variáveis explicativas, de acordo com a Equação (6):

$$\hat{u}_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_t + \hat{\rho}_1 \hat{u}_{t-1} + \hat{\rho}_2 \hat{u}_{t-2} + \cdots + \hat{\rho}_p \hat{u}_{t-p} + v_t \qquad (6)$$

onde os últimos termos $\hat{u}_{t-1}, \hat{u}_{t-2}, \ldots, \hat{u}_{t-p}$ são os resíduos estimados pela equação do modelo adotado.

2.3. FONTE DOS DADOS

Os dados para estimação do modelo foram coletados nos seguintes sites: no Instituto de Economia Aplicada – IPEA (2019), para as variáveis preço de exportação do milho (preço médio do milho em grãos no atacado no Paraná, em R$/ saca de 60 kg, transformado em US$/ toneladas), custo de produção, utilizado como *proxy* o Índice de Preços ao Atacado – Disponibilidade Interna – IPA- DI, e taxa de câmbio nominal (em real/ dólar - R$/US$); e na *Agriculture and Horticulture Development Board* - AHDB (2019) para a variável preço internacional do milho (contrato futuro do milho, primeiro vencimento, da *Chicago Board of Trade* – CBOT, em *cents* de dólar/ *bushel*, transformado em US$/ toneladas). O período analisado foi o de janeiro/2000 a dezembro/2018, com cotações mensais, totalizando 228 observações. Na Tabela 1, encontra-se um resumo das variáveis estimadas no modelo.

Tabela 1 -Variáveis estimadas no modelo e as respectivas siglas

Variável	Sigla
Log preço de exportação do milho	LBRA_M
Log custo de produção no Brasil	LBRA_CP
Log taxa de câmbio Real/ Dólar	LBRA_E
Log preço internacional do milho/ Bolsa Chicago – CBOT	LINT_MCBOT

Fonte: Organização dos autores

Na seção seguinte, será apresentada a análise e discussão dos resultados

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como forma de indicar a ordem de integração das séries de análise, foram aplicados dois testes de estacionariedade: ADF – Dickey- Fuller Aumentado; e KPSS - Kwiatkoswski, Philips, Schmidt e Shin. Os resultados estão expostos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Testes de raiz unitária em nível aplicados nas séries mensais de preços de exportação do milho (em US$/toneladas), custo de produção, taxa de câmbio nominal (R$/ US$) e preços internacionais do milho (US$/toneladas) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018

	Teste ADF			Teste KPSS		
Séries	Modelo	Estatística de teste		Modelo	Estatística de teste	
LBRA_M	constante	-2.423136	ns	constante	1.073763	***
LBRA_CP	constante	-2.199909	ns	constante	1.901491	***
LBRA_E	constante	-1.348579	ns	constante	0.457308	*
LINT_MCBOT	constante	-1.955841	ns	constante	1.097359	***

Nota 1: *** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; ns não significativo

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Pela análise da Tabela 2, observa-se que as séries não estacionárias em nível, com 5% de significância, para os testes ADF e KPSS, ou seja, suas médias, as variâncias ou ambas variam com o tempo. Por outro lado, os resultados da Tabela 3 indicam concordância em ambos os testes, efetuada a primeira diferença, as séries foram estacionárias, com 5% de significância.

Tabela 3- Testes de raiz unitária em primeira diferença aplicados nas séries mensais de preços de exportação do milho (em US$/toneladas), custo de produção, taxa de câmbio nominal (R$/ US$) e preços internacionais do milho (US$/toneladas) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018

	Teste ADF			Teste KPSS		
Séries	Modelo	Estatística de teste		Modelo	Estatística de teste	
LBRA_M	constante	-10.02472	***	constante	0.051064	ns
LBRA_CP	constante	-6.411110	***	constante	0.325420	ns
LBRA_E	constante	-9.965397	***	constante	0.134717	ns
LINT_MCBOT	constante	-10.83954	***	constante	0.086892	ns

Nota 1: *** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; ns não significativo

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa

Na Figura 1, é possível identificar a evolução do preço de exportação do milho (em US$/ toneladas) e a taxa de câmbio nominal (R$/ US$) de janeiro de 2000 até dezembro de 2018.

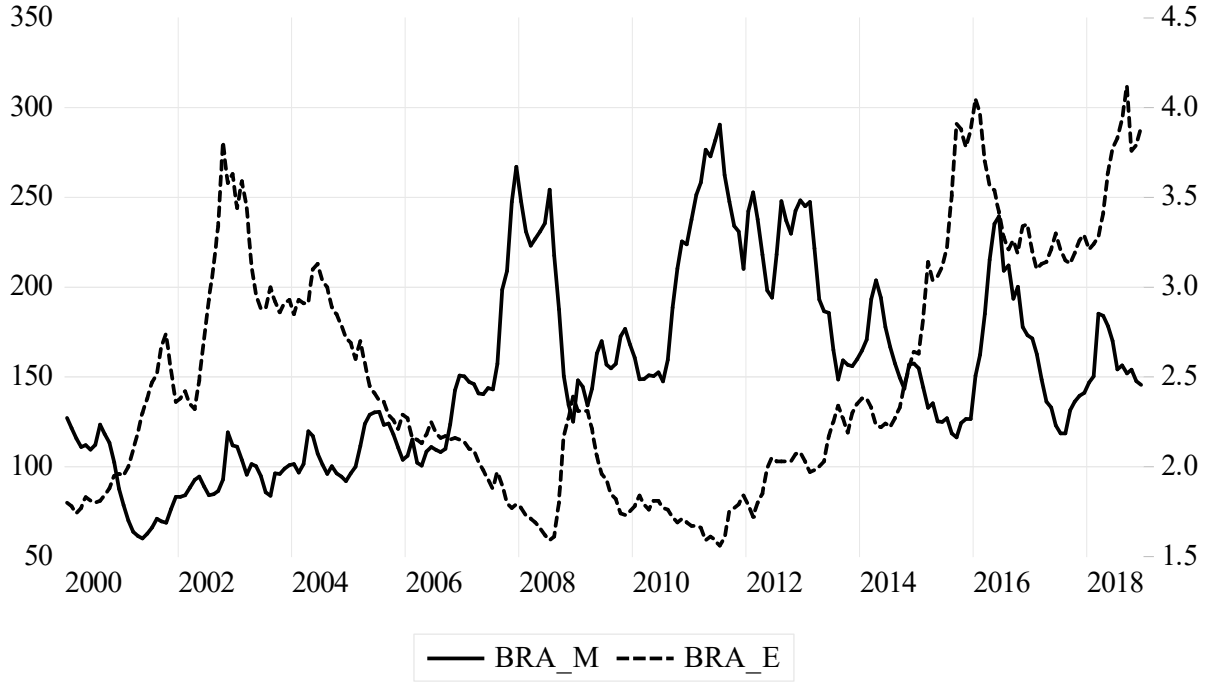


Figura 1- Relação entre preço de exportação do milho (em US$/ toneladas) e a taxa de câmbio nominal (R$/US$), no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de IPEA (2019)

A partir da Figura 1, identificou-se que as séries apresentam uma tendência estocástica, ou seja, um padrão aleatório ao longo do tempo. Contudo, é possível que os dados apresentem um relacionamento de longo prazo a ser confirmado pelo teste de cointegração.

Para realização do teste de cointegração, é necessário verificar o número de defasagens para inserir do modelo (Tabela 4)

Tabela 4 - Critério de defasagem do VAR auxiliar para o milho

Defasagem	LogL	LR	FPE	AIC	BIC	HQ
1	1774.920	NA	1.78e-12	-15.70464	-15.46095	-15.60627
2	**1892.703**	**227.1538***	**7.16e-13***	**-16.61342***	**-16.12604***	**-16.41669***
3	1904.555	22.43382	7.43e-13	-16.57638	-15.84532	-16.28129
4	1916.574	22.32051	7.71e-13	-16.54084	-15.56608	-16.14738

Nota 1: valor da verossimilhança (LogL); p-valor do teste de razão de verossimilhança (LR); Erro de Predição Final (FPE); Critério de Informação de Akaike (AIC); Critério de Informação Bayesiano de Schwarz (BIC); e o Critério de Informação de Hannan & Quinn (HQC).
Nota 2: *indica a defasagem ótima *(n)* definida pelo critério.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa

Com base nos dados da Tabela 4, foi possível indicar que o número de defasagens é de 2 (duas) a ser incluída no VAR, visto que, dos cinco critérios considerados, todos indicaram mesmo número de defasagens do VAR auxiliar.

O teste de cointegração de Johansen revelou que a hipótese nula de que não há nenhum vetor de cointegração, bem como a hipótese alternativa de que há pelo menos um vetor de cointegração, devem ser rejeitadas ao nível de 1% para a estatística do traço e para a estatística do máximo autovalor (de acordo com os dados da Tabela 5). Além disso, o modelo da equação de cointegração que mais se ajustou ao teste foi o modelo 1 do sumário do teste, com as variáveis em nível sem tendência determinística e as equações de cointegração sem interceptos.

Tabela 5 – Teste de cointegração de Johansen para o milho

	Estatística do Traço		Estatística do Máximo Autovalor	
	Calculado	P-valor	Calculado	P-valor
R=0	**72.66494*** **	**0.0000**	**40.59853*** **	**0.0001**
R≤1	**32.06641*** **	**0.0043**	**24.11659*** **	**0.0049**
R≤2	7.949814	0.2406	5.859468	0.3659
R≤3	2.090346	0.1748	2.090346	0.1748

Nota: ** significativo a 5% e *** significativo a 1%.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 6, que apresenta o vetor de cointegração (normalizado), todos os coeficientes estimados foram significativos ao nível de 1%.

Tabela 6- Estimativa do vetor de cointegração (normalizado) para milho

LBRA_M (-1)	LBRA_CP (-1)	LBRA_E (-1)	LINT_MCBOT (-1)
1,0000	-0.602966***	0.552295***	-0.344687***
	(0.11081)	(0.14525)	(0.11646)
	[-5.44127]	[3.80236]	[-2.95960]

Nota l: LBRA_M = logaritmo *neperiano* do preço de exportação do milho – período total (US$/toneladas); LBRA_CP = logaritmo *neperiano* do custo de produção – período total; LBRA_E = logaritmo *neperiano* da taxa de câmbio – período total (R$/ US$); LINT_MCBOT = logaritmo *neperiano* do preço internacional do milho – período total (US$/toneladas). Nota 2: os valores entre parênteses referem-se ao erro padrão, e os entre colchetes, à estatística t. Nota 3: *** significativo a 1%; ** significativo a 5%, ns não significativo.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa

Na Equação (7), é apresentado o vetor de cointegração (normalizado), indicando o relacionamento de longo prazo entre as variáveis com as respectivas elasticidades.

$$LBRA_M_t = +0{,}60\ LBRA_CP - 0{,}55\ LBRA_E + 0{,}34\ LINT_MCBOT_t \quad (7)$$

De acordo com a Equação (7), verifica-se que o coeficiente de pass-through foi incompleto, indicando que a variação da taxa de câmbio (R$/ US$) influencia parcialmente o preço de exportação do milho brasileiro, ou seja, o aumento de 1% na taxa de câmbio ocasiona uma diminuição de 0,55% no preço de exportação do milho.

O estudo de Souza (2018) esboçado na literatura revisada também encontrou um pass-through incompleto para o milho, mas no valor de 0,419, porém seu período de análise foi distinto do da presente pesquisa. Demais estudos revisados sobre o repasse das variações da taxa de câmbio aos preços de exportação brasileiros também corroboraram o resultado de um pass-through incompleto (CRUZ JR. ; SILVA, 2004, TEJADA ; SILVA, 2008, FRAGA ET AL.; 2008 , CORREA, 2012; COPETTI; VIEIRA E CORONEL, 2012 ; SOUZA; RANIRO; ROSA, 2018).

Ainda, de acordo com a Equação (7), constata-se que o aumento de 1% no custo de produção brasileiro ocasiona um aumento de 0,60% no preço de exportação do milho. Este resultado está em consonância com o trabalho de Souza (2018), contudo, o autor estimou um coeficiente de 0,492 para o custo de produção, representando que o aumento de 1% no custo de produção brasileiro ocasiona um aumento de 0,49% no preço de exportação do milho.

Também foi possível inferir, com base na Equação (7), que o aumento de 1% no preço internacional do milho determina um aumento de 0,34% no preço de exportação do grão de soja em dólar. O resultado encontrado na presente pesquisa sugere um coeficiente inelástico na transmissão de preços e invalida a Lei do Preço Único, que, de acordo com Mundlack e Larson (1992), diz que bens idênticos, em regiões distintas, em livre concorrência de mercado, devem ser vendidos pelo mesmo preço. O estudo de Souza (2018), também corroborou com o resultado de um coeficiente inelástico na transmissão do preço internacional do milho ao mercado brasileiro, com o coeficiente de -0,507, porém seu período de análise foi distinto do usado no presente estudo.

Com a finalidade de diagnóstico do modelo, foram estimados dois testes de correlação serial para os resíduos, cujos resultados encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7- Testes de correlação serial para os resíduos do modelo VEC para o milho

	Teste de Portmanteau				Teste LM	
Defasagens	Est. Q	p-valor	Est Ajust.Q	p-valor	Est. LM	p-valor
1	0.381999	---	0.383704	---	22.33275	0.1328
2	10.38394	---	10.47535	---	21.39902	0.1637
3	27.64589	0.4833	27.97057	0.4660	23.60185	0.0986
4	39.81375	0.6516	40.35866	0.6285	14.49459	0.5619
5	54.64485	0.6711	55.52683	0.6397	14.85858	0.5350
6	62.71604	0.8627	63.81915	0.8393	8.172864	0.9436
7	74.08892	0.9142	75.55721	0.8931	11.39593	0.7844
8	92.88292	0.8497	95.04408	0.8088	18.09347	0.3185
9	107.6586	0.8518	110.4354	0.8029	16.31889	0.4309
10	115.4268	0.9362	118.5649	0.9053	8.123275	0.9451
11	136.3940	0.8691	140.6098	0.8061	21.29167	0.1676
12	148.9812	0.8970	153.9062	0.8354	12.56045	0.7046

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa

Com base na análise dos dados apresentados na Tabela 7, até doze defasagens o teste indica a rejeição da hipótese nula de que a correlação serial é diferente de zero, com 5% de significância. Desta forma, os resultados de diagnóstico do modelo estimado são válidos e apresentam um relacionamento correto e confiável entre as variáveis em questão.

4. CONCLUSÕES

O trabalho realizou uma investigação da influência da variação da taxa de câmbio nos preços de exportação do milho. Nesse tocante, os resultados encontrados forneceram indicações de que o grau de pass-through da taxa de câmbio para os preços de exportação do milho foi incompleto.

Desse modo, como as variações cambiais determinaram reduzidos efeitos sobre a competitividade do grão de soja, cabe um enfoque sobre aspectos como o grau de concorrência na formação de preços desse mercado (pricing to market) e a elasticidade-preço da demanda. Logo, as características do mercado do grão de soja como a elevada concentração, porém com reduzido poder de mercado dos exportadores, com o crescimento da renda mundial, tem possivelmente minimizado o ajuste dos preços decorrentes de depreciações cambiais.

Entre as limitações do presente trabalho, está o fato de o coeficiente de pass-through estimado ser estático, ou seja, permitiu a análise geral de período específicos de tempo, não compreendendo o dinamismo da taxa de câmbio e sua influência período a período sobre os preços do mercado doméstico e de exportação. Neste sentido, recomenda-se, para estudos posteriores, a aplicação do filtro de Kalman como forma de captar a dinâmica do repasse cambial.

REFERÊNCIAS

AHDB - Agriculture and Horticulture Development Board. Market Data Centre. Disponível em:https://cereals.ahdb.org.uk. Acesso em: 22 mar. 2019.

BARROS, M.; SOUZA, R.C. Regressão Dinâmica. Núcleo de Estatística Computacional. PUC-RJ. Rio de Janeiro, 1995.

BOX, G. E. P.; PIERCE, D. A. Distribution of Residual Autocorrelations in AutoregressiveIntegrated Moving Average Time Series Models. Journal of the American Statistical Association, v. 65, n. 332, p. 1509-1526, 1970.

BREUSCH, T. S. Testing for autocorrelation in dynamic linear models. Australian Economic Papers, 17, 1978.

BUENO, R. D. L. D. Econometria de séries temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

COPETTI, L. S.; VIEIRA, K. M.; CORONEL, D. A. Transmissão das variações da taxa de câmbio para os preços de exportação da soja no Brasil e na Argentina. Custos e Agronegócios Online, Recife, v. 8, n. 3, p.113-132, jul./ set. 2012.

COPETTI, L. S.; VIEIRA, K. M.; CORONEL, D. A. Transmissão da variação da taxa de câmbio para os preços de exportação da soja em grão: análise dos mercados dos Estados Unidos, do Brasil e da Argentina. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 6, n. 3, p. 435-461, set./dez. 2013

CORREA, A. L. Taxa de câmbio e preços de exportação no Brasil: avaliação empírica dos coeficientes de pass-through setoriais. Economia e Sociedade, Campinas, v. 21, n.1 (44), p.61-91, abr. 2012.

CRUZ JR., J. C.; SILVA, O. M. Pass-through da taxa de câmbio nos preços de exportação dos produtos agropecuários brasileiros: 1994-2003. In: Anais do XLII Congresso brasileiro de economia e sociologia rural (SOBER), 2004, Cuiabá-MT.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association, v.74, n.366, p.427-431, 1979.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica, v.49, p.1057-1073, 1981.

DILLY, R. F. et al. Exportações mundiais de milho: um estudo da competitividade e do grau de concentração do Brasil e dos Estados Unidos da América (EUA) no período 2000/2014. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU), vol. 11, n. 1, p. 1-19, 2017.

ENDERS, W. Applied Econometric Time Series. Nova York: John Wiley & Sons, 1995.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. Co-integration and error-correction: representation, estimation and testing. Econometrica, Chicago, v.55, n.2, p. 251-276, 1987

FERREIRA, A.; SANSO, A. Exchange rate pass-through: the case of Brazilian exports of manufactures. In: World Congress Of The International Economic Association, 2, Buenos Aires, ago. 1999.

FERREIRA, B; CAPITANI, D. H. D. Competitividade do milho brasileiro no mercado internacional. Revista de Política Agrícola. Brasília, v.26, n.2, p. 86-99, 2017.

FRAGA, G. J. et al. O pass-through das variações da taxa de câmbio para os preços de exportação de soja. Revista Análise Econômica, Porto Alegre, n. 49, p. 193-210, 2008.

GODFREY, L. G. Testing for higher order serial correlation in regression equations when the regressors include lagged dependent variables. Econometrica, 1978.

GREENE, W. H. Econometrics Analysis. 6.ed. New Jersey: Pearson Education, 2008.

HAMILTON, J. D. Time series analysis. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

HARRIS, R.I.D. Using cointegration analysis in econometric modelling. London: Prentice-Hall-Harvester Wheatsheaf,1995.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em:http://www.ipeadata.gov.br. Acesso em: 14 jan. 2019.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. Journal of Economic Dynamic and Control, v.12, p.231-254,1988.

KWIAKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the alternative of stationary against the alternative of a unit root: how sure are we that economic time series have a unit root?. Journal of Econometrics. p. 159-178, 1992.

LUZ, A. N. C. A competitividade da agricultura brasileira: o Brasil é competitivo no comércio global de grãos? 2014. 150f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

MDIC - Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Balança Comercial. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/index.php/balanca-comercial.Acesso em: 01 mar. 2019.

MARGARIDO, M. A.; TUROLLA, F. A.; FERNANDES, J. M. Análise da elasticidade de transmissão de preços no mercado internacional de soja. Pesquisa & Debate, SP, volume 12, n. 2(20), p. 5-40, 2001.

MARGARIDO, M. A.; FERNANDES, J. M.; TUROLLA, F. A. Análise da formação de preços no mercado internacional de soja: o caso do Brasil. Agricultura em São Paulo. São Paulo, v. 49, p.71-85, 2002.

MARGARIDO, M. A.; TUROLLA, F. A.; BUENO, C. R. F. The world market for soybeans: price transmission into Brazil and effects from the timing of crop and trade. Nova Economia, Belo Horizonte, v.17, n.2, p.241-270, 2007.

MARGARIDO, M. A. Análise da transmissão espacial de preços no mercado internacional de soja. Revista de Economia e Administração, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 281-303, 2012.

MASSUQUETTI, A. et al. As oportunidades comerciais do agronegócio da região sul do Brasil. Revista de Economia e Agronegócio, Viçosa, v. 12, n. 1, 2 e 3, p. 91-114, jun. 2014.

MENON, J. Exchange rate and import prices for a small open economy. Applied Economics, v. 27, n. 3, p. 297-301, 1995.

MUNDLACK, Y.; LARSON, D. F. On the transmission of world agricultural prices. The World Bank Review, v.6, n.1, p.399-422, 1992.

RAVALLION, M. Testing market integration. American Journal of Agricultural economics, v. 68, n.1, p. 102-109, Feb. 1986.

SOUZA, R. S. et al. Competitividade dos principais produtos agropecuários do Brasil. Vantagem comparativa revelada normalizada. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 2, n. 2, p. 64-71, 2012.

SOUZA, D. K. F. O impacto das variações cambiais nas exportações do milho e do algodão. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

SOUZA, D. K. F.; RANIRO, L. R.; ROSA, M. B. Análise do pass-through da taxa de câmbio para os preços de exportação do açúcar. In: Anais do 56° Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, Campinas - SP, 2018.

TEJADA, C. A. O.; SILVA, A. G. O pass-through das variações da taxa de câmbio para os preços dos principais produtos exportados pelo Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.46, n.01, p.171-205, jan-mar/2008

USDA – United States Department of Agriculture. Custom Query. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery Acesso em: 03 jan. 2019.

WORLD BANK. World Bank Commodity Price Data. pubdocs.worldbank.org/en/561011486076393416/CMO-Historical-Data-Monthly.xlsx Acesso em: 01 mar. 2019.

Capítulo 45

THE CHALLENGE OF THE DISRUPTIVESPOTIFY

Annalisa Sartoris (Politecnico di Torino - annalisasartoris95@gmail.com)

antonino santaera (Politecnico di Torino - santaera.a@icloud.com)

Francesca Scotti (Politecnico di Torino - francesca.scotti@usp.br0

Clovis Armando Alvarenga Netto (Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica - clovisnt@usp.br)

1. INTRODUCTION

The music industry went through a period of profound changes in the last decades before the 2000s. Until the 90s, the prevalent way to listen to music was through physical means (CDs and Vinyls). Afterwards, in 1999, Napster was born, uncorking a new course in the history of music: the digital music era. Thanks to Sean Parker, its founder, Napster gradually made all the physical music obsolete but spread a new phenomenon, the illegal download, which became a serious problem for the whole music industry. Services like iTunes tried to contain the spread of illegal download by offering users the possibility of purchasing and owning a single track for 0.99$, However, legal download was soon replaced by streaming music services thanks to the birth of Spotify.

Launched by Daniel Ek in 2008, Spotify was the first on-demand streaming service and it seemed to be a very good alternative for customers since it offered a large catalogue of music accessible in an instant whilst most illegal downloading services require users to download each file separately. Moreover, a Spotify subscriber could put music in playlists, share it with friends, download for offline listening, while the machine was learning his or her behaviour and making playlists of songs that he or she might like.

The Swedish firm became the leader of the music streaming segment in a short while and established a new paradigm in the industry, soon to be the new dominant design. Spotify is transforming the music industry by allowing users from a “transaction based” experience of owning music to an “access-based” model which allow users to stream music on demand. Nevertheless, it cannot rest on its laurels, facing a harsh competition and influential suppliers in the struggle to be profitable.

2. KEY DEVELOPMENTS OF THE DIGITAL MUSIC

The digital music’s creation and diffusion has been possible thanks to the development of new technologies, it is possible to identify three main key development: MP3 compression technology which reduced the size of a music file, the rise of the internet and last the diffusion of new devices with greater capabilities than CD player technologies.

2.1 LIMITATIONS OF THE TRADITIONAL SOLUTION: CDS

The main limitations given by the use of CDs are:

-Recorded music was published in albums of 10 tracks,

-Easiness of damage by use and by direct exposure to sunlight and heat, warped by fast-changing temperatures, gravity, scratches, fingerprints and smudges.

-Limitation in distribution.

2.2 RELEVANT FEATURES OF THE AVAILABLE INNOVATIVE SOLUTION

“EASY, ANYWHERE, ANYTIME ACESS MODEL”

Dimensions of the quality of the service which make Spotify unique and loved by the consumers are:

- Convenience, in fact the price is a major advantage considering that the monthly cost of a subscription to Spotify Premium is a similar cost to one CD;
- Users could browse and play any song easily and they could store and display information such as song title, band name or genre;
- They could create playlists of their favourite tracks and easily move music between the player and their computers this create induces a lock-in effect, where for a customer the cost of switching to another service is higher due to the value given by the personalised playlists;
- Spotify playlist drive the discovery of new artists and songs, in fact thanks to the use of artificial intelligence, data management and machine learning provide the customer with a personalized experience. Spotify’s core competence is in managing and matching contents to users, specifically music;
- Large music database;
- Large user base, which imply in network effect;
- Ease of use providing a user-friendly experience. User interface, compatibility with mobile phones, PCs, tablets and other devices are fundamental to offer a well-rounded experience to customers;
- Space-saving solution.

2.4 DISADVANTAGE OF THE NEW INNOVATION

Sound quality is a concern because Spotify has a bit rate of 160 Kpbs which is less than the standard of mp3 files, while Spotify Premium comes in at 360 Kpbs which makes it just equal to mp3.

3. BUSINESS MODEL AND CORE COMPETENCIES

Spotify's innovative business model is based on a today's common standard among internet-based companies: the freemium. Customers can choose between the free account, with advertisement and limited functionalities but the same music catalogue, and the premium account, with no ads and additional features. This model serves several purposes: first, the free version aims at attracting more and more users, creating a network to be exploited as a valuable resource; second, it works as a funnel to the premium version, as the 27% free-to-premium conversion rate confirms- it is one of the highest in the online service sector; third, it grants revenues both from advertisement and subscriptions. As a consequence, Spotify faces different actors in the market and has two separate types of clients: users and advertisers. To serve them, the company has developed capabilities that are aimed at maximizing the value of each of the two sides of its business.

First and foremost, Spotify's core competence is in managing and matching contents to users, specifically music. Indeed, much of the company's potential is in the processing of big data and the 10 continuous enhancement of the service, all with the goal of giving each individual user a personalized and unique experience. This is achieved both through the constant releases of new features of the app/website and through the systems of music recommendations, namely playlists such as Discover Weekly, Release Radar, Daily Mix. These, in fact, constitute what is most appreciated about Spotify's service, because they allow users to discover music that will meet their preferences.

The same concept is applied to advertisement, which is made of three different types of content: audio, video and display ads. The audio ads are 15 or 30 seconds long and are played in between songs during active sessions. Videos are either "Sponsored Sessions", where the user can choose to watch a video ad in exchange for 30 minutes of ad-free listening, or "Video Takeover".

Display ads, instead, can appear when the user returns on the app ("Overlay"), inserted at the top of the Browse section ("Homepage Takeover") or as banners at the bottom of the page for the desktop app or the web page ("Leaderboard").

The value of Spotify's offer to advertisers is in the targetization: they can select the prospective customers they want to attract using the data Spotify has on them, reaching them in many different ways. For example, if a user is listening to a playlist for running or sports, he/she is likely to hear an add about sportswear or sports gear. Moreover, Spotify offers an additional service through Ad Studio, a platform that allows advertisers to create their own ad with Spotify's help and reach their target

users based on age, gender, location, activity and music tastes, selecting mobile or desktop users- or both.

However, having a twofold business could also entail the lack of focus, since the service is addressed at clients with different needs and satisfaction criteria. And the picture is even more complex if we consider also artists as clients. In fact, artists can independently upload their music on Spotify (through aggregator websites) and with them the company could exploit the potential of data management and processing, knowing exactly what, when and how users listen to their music, or what is the profile of their typical fan. For example, Spotify can easily localize geographically the listeners of a particular artist or find out the main trends of a particular region and such valuable information can be shared with music labels or artists directly to plan concerts or even define setlists, but, of course, not for free.

3.1 DISRUPTION OF THE BUSINESS PROBLEM

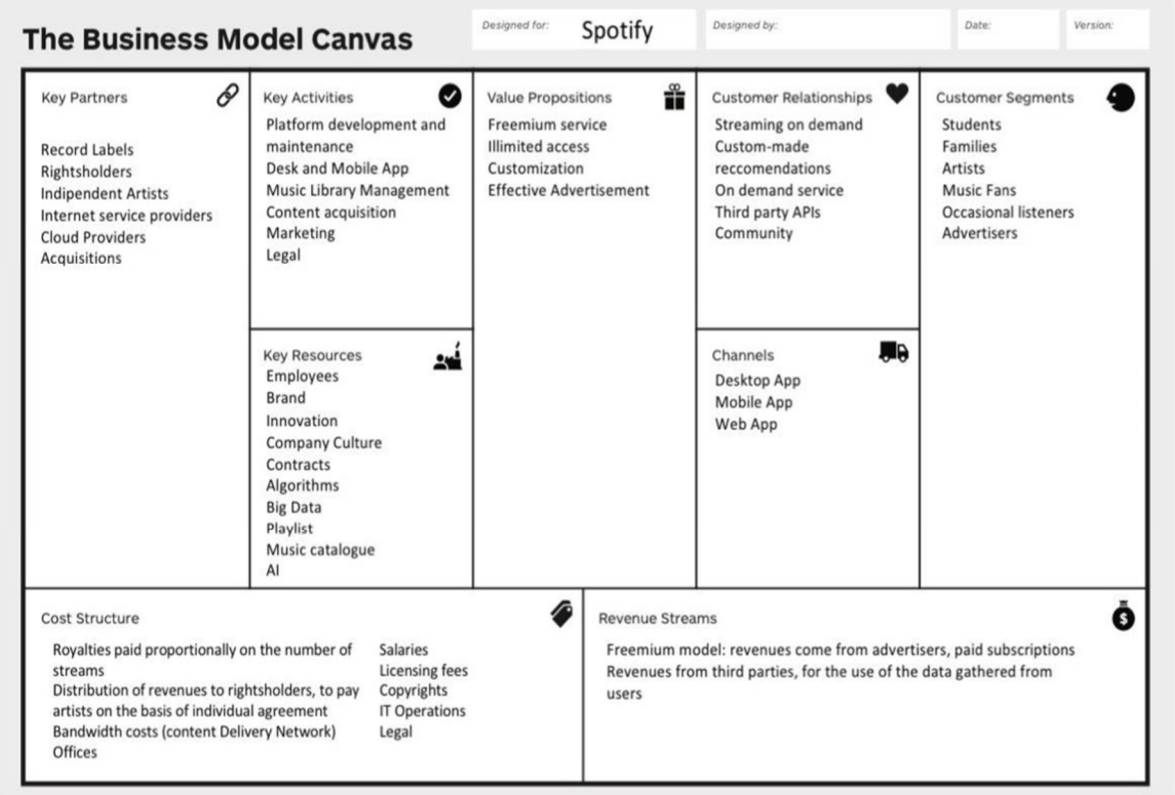
In the early days, Spotify's vision was to tackle down the illegal download and to give back to music the value - and the revenues - it deserves: "The value of music is not $15 billion [2011 international digital music sales]; it's worth much, much more than that." (Daniel Ek, CEO). The aim was to create a deeper and richer environment with respect to what the music industry became, giving birth to a platform that was more like an ecosystem for artists and their fans.

In practice, Spotify completely changed the technological paradigm of the music industry, going from transaction to access, and in just a few years streaming has reached such a relevant position in the market that it will probably be universally accepted as the dominant design in the near future.

What Spotify radically changed in the industry is the business model, i.e. how revenues are gained from consumers and redistributed to artists. Also, it should not be forgotten that a consistent share of said revenues was gained back from illegal download, from which no one except the consumer could profit.

In order to provide a clear overview of Spotify's business model, the business model canvas was used, and it is shown in the following exhibit.

Exhibit 1: Business Model Canvas of Spotify



Source: "Spotify in 2016:Facing Increased Competitiom" - IESE Business School University of Navarra

4. SURVEY

For understanding and try to find a valid result for the project, it has been created a survey on a test samples of 90 people who have assessed the relevance of the main key elements of the innovative service offered by Spotify. The measures that it has used is a scale grade from 0 to 5 (in which, 0 = not important; 5 = very important)

The question and the result obtained is represented below, as follow:

1. Assuming that Spotify sells at a cheap price its service of music, how much do you assess important the cost of the service?
2. The majority, 39,6 % of the respondents have answered giving a grade of 5.
3. How much is important the possibility to listen the songs through your smartphone, iPad and laptop?
4. The majority, 84,6% of the respondents have answered giving a grade of 5

5. How do you assess the possibility to create a personal playlist in order to share it with your friends?
6. The majority, 30,8% of the respondents have answered giving a grade of 5
7. How do you assess the possibility to figure out new hits customizing your experience?
8. The majority, 31,8% of the respondents have answered giving a grade of 4
9. How much do you believe that is important the wide range of choices in selection of the music?
10. The majority, 60,4% of the respondents have answered giving a grade of 5
11. How much is important the numbers of the users that the platform (Spotify) has?
12. The majority, 29,7% of the respondents have answered giving a grade of 2
13. How do you assess the possibility to use the Spotify in different devices?
14. The majority, 50,5% of the respondents have answered giving a grade of 5
15. Assuming that the quality of sound offered by Spotify is below of the sound quality of a normal CD, how much this could influence your choice?
16. The majority, 28,6% of the respondents have answered giving a grade of 2
17. How much is important for you the space saving that you get using the service?
18. The majority, 35,2% of the respondents have answered giving a grade of 4

As a result, the survey is been in line with the expectations.

5. VALUE PROPOSITION

Spotify's vision is to tackle down the illegal download and to give back to music the value.

"The value of music is not $15 billion; it's worth much, much more than that." (Daniel Ek, CEO). The aim was to create a deeper and richer environment with respect to what the music industry became, giving birth to a platform that was more like an ecosystem for artists and their fans.

5.1 MISSION

Music is a global means of communication, but as every language, it has its shades and particularities, peculiar of every culture. From its origins, Spotify is handling its local audience interpreting culture and

heritage, localizing its content and giving attention to shifting musical tastes. In other words, Spotify is connecting music fans directly to artists, granting a music interactive experience.

6. ORGANIZATIONAL STRUCTURE

This enterprise has more than 3000 employees, but it is in constant growing.

The engineering culture of Spotify is surely one of its more valuable resources. At the basis there is the focus on autonomy, that motivates employees and allows them to be more productive, avoiding lots of steps in the decision-making process. Employees are grouped in cross-functional and self-organized squads of 8 people maximum, each squad has a long-term mission, but it is let completely free to decide what to build, how to build it, and how to work together. No standards exist, each squad has his own tested methodologies. Also, the collaboration has a great consideration in Spotify, in fact whenever a squad needs something that is owned by others they are free to take and modify them with the help of the owners. Spotify also work with such a high degree of autonomy. Two main ideas allow this modus operandi to work: the alignment and the decoupled release. Alignment means that the efforts are addressed toward a common purpose and enables autonomy to work properly: the leader explains the problem and tries to figure out the solution with employees. The decoupled release, instead, is a releasing methodology that allows each squad to deliver their product when they are done, avoiding the need to wait for others to be ready since each squad is responsible of an independent system.

Spotify's human resource culture is also based on a "fail fast - learn fast" strategy, that accepts mistakes as a valuable learning opportunity, so that every fail is analysed with the purpose of continuous improvement. However, to minimize the impact of a fail, the decoupled software architecture is vital to ensure one mistake does not negatively affect the whole system. For the same purpose, new features are released gradually, starting from a small number of users, and monitored to reduce risks. In fact, the approach used for product development inside Spotify is based on Lean Start-up principles, summarized by the motto "Think it, build it, ship it, tweak it".

Innovation is also the core of Spotify's culture, encouraging employees to experiment and be creative and then take decisions based on the analysis of data rather than on authority or opinions. The same approach is used for designing the organization, in the sense that coordination tools or techniques are tried out and then kept only if they remain helpful to employees, in the attempt to reduce wasteful activities as much as possible.

7. FINANCIAL SECTION

Spotify reports 75 million subscribers, with more than 170 million active listeners, generating €4 billions in revenues as of December 31th 2017 .

Exhibit 2: Consolidation statement of Operation Data, Cash Flow Data and Balance Sheet Data from 2013 to 2017

	Year ended December 31,				
	2013	2014	2015	2016	2017
	(in € millions, except share and per share data)				
Consolidated Statement of Operations Data:					
Revenue	746	1,085	1,940	2,952	4,090
Cost of revenue	618	911	1,714	2,551	3,241
Gross profit	128	174	226	401	849
Research and development	73	114	136	207	396
Sales and marketing	111	184	219	368	567
General and administrative	42	67	106	175	264
	226	365	461	750	1,227
Operating loss	(98)	(191)	(235)	(349)	(378)
Finance income	39	28	36	152	118
Finance costs	(2)	(19)	(26)	(336)	(974)
Share in (losses)/earnings of associates and joint ventures	—	—	—	(2)	1
Finance income/(costs)—net	37	9	10	(186)	(855)
Loss before tax	(61)	(182)	(225)	(535)	(1,233)
Income tax expense	2	6	5	4	2
Net loss attributable to owners the parent	(63)	(188)	(230)	(539)	(1,235)
Net loss per share attributable to owners of the parent(1)					
Basic and diluted	€ (0.51)	€ (1.40)	€ (1.62)	€ (3.63)	€ (8.14)
Weighted-average ordinary shares outstanding(1)					
Basic and diluted	123,860,920	134,408,240	141,946,600	148,368,720	151,668,769

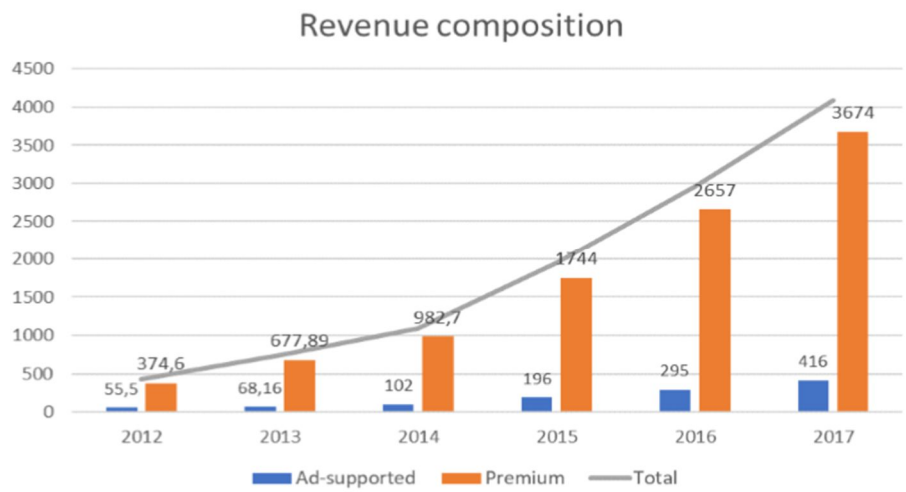
	Year ended December 31,				
	2013	2014	2015	2016	2017
	(in € millions, except share and per share data)				
Pro Forma net loss per share attributable to owners of the parent(1)					
Basic and diluted					€ (4.28)
Pro Forma weighted-average ordinary shares outstanding(1)					
Basic and diluted					166,146,849
Consolidated Statement of Cash Flows Data:					
Net cash flows (used in)/from operating activities	(25)	(74)	(38)	101	179
Net cash flows used in investing activities	(41)	(21)	(67)	(827)	(435)
Net cash flow from financing activities	123	65	476	916	34
Net increase/(decrease) in cash and cash equivalents	57	(30)	371	190	(222)
Selected Other Data (unaudited):					
EBITDA(2)	(88)	(172)	(205)	(311)	(324)
Free Cash Flow(2)	(59)	(94)	(92)	73	109

	As of December 31,				
	2013	2014	2015	2016	2017
	(in € millions)				
Balance Sheet Data:					
Cash and cash equivalents	218	206	597	755	477
Short term investments	—	—	—	830	1,032
Working capital	47	73	73	689	38
Total assets	373	474	1,051	2,100	3,107
Convertible Notes	—	—	—	1,106	944
Total equity/(deficit) attributable to owners of the parent	94	36	229	(240)	238

Source: https://ycharts.com/companies/SPOT/free_cash_flow

Spotify's revenues have seen a trend of continuous growth since its birth, with a 46% growth rate year on year. Their composition and trend throughout 2012-2017 are represented in.

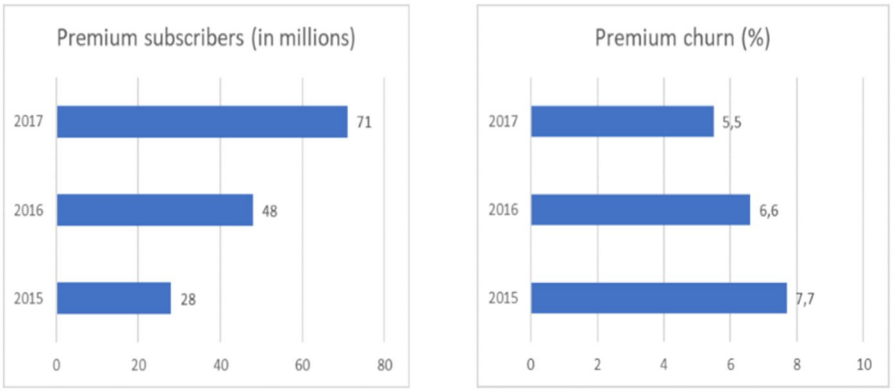
Exhibit 3: Revenue composition



Source: https://investors.spotify.com/financials/press-release-details/2019/Spotify-Technology-SA-Announces-Financial-Results-for-Fourth-Quarter-2018/default.aspx

For 2017, premium subscriptions account for €3,674 million revenues, 89.8% of the total, versus €416 millions from ad-supported accounts. From this data, it is immediately evident that revenues do come from two different actors - users and advertisers -, but the advertisement business is not comparable in size to the one of subscriptions, at least for the time being. Therefore, the real purpose of the free account seems to be channelling users to the premium one, much more lucrative; it could be argued, though, that scale could be a crucial ingredient for a better monetization of advertisement, along with an increasing targetization of ads. Alongside with revenues, premium users have increased as well, from 28 million in 2015 to 71 million at the end of 2017 and at the same time the churn rate - the share of cancellations over total subscribers - has decreased from 7.7% to 5.5% .

Exhibit 4 and 5: Premium subscribers in millions and premium churn (%)



Source: https://investors.spotify.com/financials/press-release-details/2019/Spotify-Technology-SA-Announces-Financial-Results-for-Fourth-Quarter-2018/default.aspx

This was probably due to the launch of student and family plans, which allow, respectively, to have a discounted premium account for half the regular price (i.e. 4.99€ instead of 9.99€), and to have only one account for up to 6 profiles for a price of 14.99€.

However, looking at the whole financial situation, Spotify's primary issue is evidently related to its cost of revenue. Spotify pays royalties which are, for the 87%, owed to the big three music labels - Sony Entertainment, Universal Music Group and Warner Music Group- and Merlin, the largest aggregator of independent labels.

Other smaller costs of revenue include credit card fees, customer service, cloud computing, facility, equipment costs and so on. Up to 2016, the cost of revenue accounted for 83-88% of the revenues, leaving a very narrow window for sustaining the internal activities - R&D, Sales and marketing, General and administrative -, resulting in an inevitable Operating loss. In 2017, however, new and more favourable licensing agreements were negotiated with the rights holders, leading to a higher gross margin of 21%. Even though the effects are not substantial yet, this renegotiation could signal the fact that achieving a greater size would mean having a higher bargaining power and thus reduce these costs.

7.1 LAST QUARTER OF 2018

Total Q4 revenue was €1,495 million, up 30% Y/Y. Premium revenue was €1,320 million in Q4, up 30% Y/Y. Average revenue per user was €4.89 in Q4. This represents a 7% Y/Y decline. Revenue from North America continued to accelerate, growing 41% Y/Y. Gross Margin was 26.7% in Q4, above the high end of our guidance range of 24-26%. Premium Gross Margin was 27.3% in Q4, up from 26.1% in Q3, and up 200 bps Y/Y. Ad-Supported Gross Margin was 22.1% in Q4, up from 18.6% in Q3, and up 350 bps Y/Y.

7.2 DIRECT LISTING ON THE STOCK EXCHANGE

On 3rd March Spotify entered the New York Stock Exchange; its Direct Public Offering was a success and its shares closed the first day at 149.6 $ giving a market evaluation of about 26.6 billion $. Spotify's approach was actually unusual for a big tech company, since it opted for a direct listing instead of a more conventional IPO. This approach is typical of small companies and consists in selling shares directly to the public without an intermediary, typically a bank or a financial expert. This intermediary, called underwriter, would have financed the emission of new shares and would have set the initial price but Spotify's policy was clear: it entered the stock market simply relying on the popularity it has

reached so far to avoid paying million dollars of commissions to banks. This method was very risky but successful in the end, in fact, the initial price at quotation was very high for standards and substantially grew during the next month. However, investors are putting a lot of pressure to be profitable on Spotify, which is trying to reassure them, asserting that the firm can (and will) continue to grow. In the long run, if Spotify does not figure out how to reduce cost or gain additional revenue (for example turning its free users into paid subscribers), its financial future will not be so bright.

8. MARKET SEGMENTATION

Spotify has positioned itself uniquely in the expansive market in order to target two major segments: students and young business professionals, even if it is expanding its market quickly. These two segments possess specific characteristics that make them desirable, lucrative targets for Spotify's service.

Students

The students that Spotify targets are at the high school and college. Being entirely computer-based, younger generations are able to use the service with the appropriate technical competency. Spotify targets these students by offering its basic service for free and offering its premium services at half-price for college students. Personalization is key for young people. For what concern geographic, Spotify believes that if you have an Internet connection, their service is for you.

Young Business Professionals

Young business professionals can be classified as those individuals who have recently graduated college and are now working with relatively sizeable salaries. The biggest difference between students and young business professionals, is income. Young business professionals are almost certainly on their own economically, consequently that they are much more likely to purchase the paid service for its increased benefits. They idea of mass customization and personalization and the mobility and interconnectivity of Spotify's service is certainly a significant appeal for this segment, particularly given the busy lifestyle. About geographic, young business professionals have an Internet connection which it means that they are reachable.

8.1 MARKET

Spotify is currently in 78 countries and territories and is growing in each of our four geographic regions. Europe is our largest region with 76 million MAUs (Monthly Active Users), accounting for 37% of our

total MAUs as of December 31, 2018, an increase of 29% from the prior year. In our North America region, MAUs increased by 19% from December 31, 2017 to December 31, 2018 and now account for 30% of our MAUs. The company's two fastest growing regions are Latin America, with 22% of our MAUs, an increase of 35% from December 31, 2017 to December 31, 2018, and the rest of the world, with 12% of our MAUs, an increase of 50% from December 31, 2017 to December 31, 2018. Nowadays, Spotify counts 170 million active users, of which 37% comes from Europe and 32% from North America and the last third part is from Latin America and the rest of the world.

Exhibit 6: Revenue distribution

Source: https://www.statista.com/statistics/245125/revenue-distribution-of-spotify-by-segment/

9. CONCLUSIONS:

Keeping it in mind and looking at the big picture, Spotify's experience cannot be seen and evaluated without a glance at the high-tech internet giants of these modern times and how they are changing the world: a world without the modern means of communication and connection among people across the world is becoming increasingly hard to imagine. As Google seeks to provide all the internet's knowledge, Amazon all the products and Facebook all the people, people are becoming more and more accustomed to having everything want within smartphones' reach. These companies are thriving because they have recognized how the value of today's businesses is shifting from money to data: the new currency is, indeed, information. The lesson taught is that the absence of profitability in the beginning actually has little significance in the face of the opportunities of this new currency: Google, Amazon and Facebook were not profitable for years, LinkedIn, Uber, Twitter and Tesla still are not. Spotify is nothing but consistent with this trend, being on the front line of this big data revolution. This is the reason why the company does not worry, at the moment, about profitability, but looks at the potential growth of the streaming market, sustained by smartphones spreading like wild fire and by the education of customers, which is not slow but still takes time. Even competition, on this regard, actually helps in starting the conversation about streaming and introducing it to more and more people. This is the edge Spotify is living in: staying ahead of the others and pushing the limits of this music revolution, still with the risk of falling down the cliff.

REFERENCES:

How streaming music could be harming the planet by Sharon George and Deirdre McKay (18 February 2019 BBC) 02/12/2019Form20-FAnnual and Transition Report (foreign private issuer) Investors Spotify March 2018

GLOBAL MUSIC REPORT 2018: STATE OF THE INDUSTRY Digital trends by Parker Hall

https://www.wired.com/2004/10/tail/.

httpwww.vertoanalytics.com/verto-index-streaming-music-services/s

https://www.clir.org/pubs/reports/pub121/sec5/

Haselton, Todd. “IHeartRadio All Access Music Service Powered by Napster, Launches in Jan.” TechnoBuffalo, TechnoBuffalo, 4 Dec. 2016

https://www.gpbullhound.com/research/spotify-update-october-http://www.wistv.com/

https://en.wikipedia.org/wiki/Deezer

http://daily.unitedlanguagegroup.com/stories/editorials/spotify-localization-strateG

Carter, Seth. “Changing the Industry, Spotify.” University of Tennessee. 2016. Web. 2 Dec. 2016

http://www.expertreviews.co.uk/technology/1405999/spotify-vs-amazon-music-vs-apple-musicwhich-is-the-best-music-

https://www.gottabemobile.com/tidal-vs-spotify-tidalforall/

https://www.apple.com/it/newsroom/2014/05/28Apple-to-Acquire-Beats-Music-BeatsElectronics/

https://variety.com/2018/music/news/as-spotify-goes-public-how-do-its-competitorsmeasure-apple-music-amazon-1202741460/

Capítulo 46

AÇÕES DE LOGÍSTICA REVERSA EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Daiane Magalhães Prado (daianemprado@gmail.com)
Rodrigo Ruas de Jesus Silva (rodrigoruas@usp.br)

Resumo: O estudo tem como objetivo descrever ações de logística reversa do setor de revenda de combustíveis. Especificamente, aborda o movimento logístico de reciclagem de embalagens utilizadas de óleo lubrificante ou contaminado (OLUC), filtros de óleo, estopas e outros resíduos contaminados. Sendo assim, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório e qualitativo no segmento de postos de combustíveis utilizando como método o estudo de caso. Constatou-se que a logística reversa é usualmente aplicada devido às obrigações fiscais, mas a tendência é que seja utilizada como estratégia mercadológica pelo posto de combustível em questão. Também foi destacada a relevância da criação de uma consciência sustentável, tendo em vista os impactos dos resíduos no ambiente. Este trabalho, portanto, permite afirmar que a logística reversa se tornou fator relevante de estratégia ambiental e competitiva para o desenvolvimento da unidade de análise, principalmente por estar inserida em setor envolvendo alto nível de regulação ambiental.

Palavras-chave: Logística Reversa; Postos de combustíveis; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

As práticas sustentáveis ganharam atenção especial no ambiente organizacional, em particular, diante dos danos desencadeados pelo consumo desenfreado da sociedade capitalista. Problemas como poluição do ar, degradação do solo e contaminação da água são exemplos decorrentes do descarte inadequado de determinados produtos no meio ambiente (COSTA; TEODÓSIO, 2011).

Neste ínterim, as organizações passam a ser cobradas pelo processo de devolução, troca e controle ambiental de suas embalagens e produtos, desenvolvendo processos chamados de logística reversa. Ela é responsável por garantir uma destinação adequada aos resíduos gerados numa determinada atividade e reintroduzi-los na cadeia produtiva (LEITE, 2003).

Este trabalho apresenta um estudo da logística reversa no setor de postos de combustíveis, abordando especificamente o comércio de lubrificantes, que gera como resíduo o frasco vazio obtido no pós-venda, o Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC) esgotado do cárter do veículo durante a execução da troca de óleo e outros resíduos contaminados pelo óleo, como estopas, filtros de óleo e de combustível usados. Pergunta-se: quais as ações de um posto de combustível para garantir a logística reversa dos resíduos contaminados?

2. OBJETIVOS E MÉTODOS

Em linhas gerais, este trabalho tem como objetivo descrever ações de logística reversa do setor de revenda de combustíveis. São abordados especificamente os resíduos gerados no comércio de lubrificantes, tomando como exemplo o Posto Jardim Veneza em Uberlândia, Minas Gerais.

No que tange aos aspectos metodológicos, esta pesquisa se caracteriza como exploratória de natureza qualitativa com estudo de caso. Como instrumento de coleta de dados, o estudo foi embasado na literatura da logística reversa e em uma entrevista com o gestor da empresa. As perguntas que compõem o instrumento de pesquisa, características de estudo exploratório, foram criadas por indagações gerais a respeito de como e por quê o fenômeno se apresenta.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LOGÍSTICA REVERSA

Leite (2003) define a logística reversa como uma nova área da logística empresarial que concentra seus estudos nos fluxos reversos de distribuição, os quais fluem no sentido contrário ao da cadeia

direta. Área pouco explorada no campo logístico, cujo conceito ainda se encontra em evolução, tem ganhado uma atenção maior nos últimos tempos. Essa crescente preocupação com o estudo dos canais de distribuição reversos se dá pelo grande desenvolvimento da tecnologia de informação e do comércio eletrônico, pela busca de competitividade por meio de novas estratégias de relacionamento entre empresas, pela diversidade de novos produtos lançados a todo momento e pela própria conscientização ecológica.

Nesse contexto, Rego (2005) acrescenta que a Legislação Ambiental, a busca por vantagem competitiva e o potencial econômico ainda pouco explorado são algumas das razões pelas quais as organizações têm incorporado cada vez a logística reversa em suas atividades. Já Castiglioni (2009) cita a questão da redução do ciclo de vida dos produtos, dado que o ciclo começa com sua introdução, seguida do crescimento, maturidade e declínio; segundo o autor, "[...] a vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Produtos se tornam obsoletos, danificados ou não funcionam e devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados".

3.3 REVENDA DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS

Conforme os termos da Portaria ANP n. 116, de 5 de julho de 2000, modificada pela Resolução n. 15/2005, a revenda de combustíveis é uma atividade de utilidade pública, regulamentada pela Lei n. 9.847/1999 e exercida por postos revendedores que tenham registro de revendedor varejista expedido pela ANP. Nesse sentido, caracteriza-se a revenda como o processo de entrega do combustível ao consumidor final (SINDIPOSTO, 2009).

Por se tratar de um mercado extenso, conta com aproximadamente 90 mil agentes reguladores. A fiscalização exercida pela ANP ou por órgãos públicos conveniados em todo o país tem como objetivo garantir o cumprimento da legislação, o que assegura uma posição igualitária de competição para todos os postos revendedores. Consequentemente, atestam-se a segurança e a qualidade dos produtos revendidos e evita-se a concorrência desleal (ANP, 2014).

A primeira obrigação de um revendedor do setor é estar com a documentação sempre atualizada e disposta em local visível no estabelecimento. Dentre os principais documentos exigidos estão o cadastro de registro de revendedor varejista de combustíveis da ANP, o licenciamento junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o pagamento da taxa de fiscalização ambiental, o alvará do Corpo de Bombeiros, o alvará de funcionamento, o

certificado de Licenciamento Ambiental e o certificado de destinação e tratamento de resíduos contaminados, citados no formulário de fiscalização de revenda varejista de combustível automotivo do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) (MINAS GERAIS, 2014).

Outro requisito é informar ao consumidor a origem do produto comercializado, e compete ao revendedor a decisão de informar ou não a marca da distribuidora fornecedora do combustível. Dessa forma, quando optar por exibir a marca, será considerado um posto bandeirado, o que restringe a ele a venda de outras marcas. Ao contrário, quando optar por não exibir a marca comercial do produto, será nomeado Posto Bandeira Branca, podendo comercializar qualquer marca, embora deva destacar em cada bomba abastecedora o distribuidor que fornece o respectivo produto (MINAS GERAIS, 2014).

Após a edição da Resolução n. 273 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2000c), os postos de combustíveis foram obrigados a realizar ajustes milionários relacionados às questões ambientais, por se tratar de uma atividade potencialmente poluidora.

3.3.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA REVENDA DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS

O Licenciamento Ambiental corresponde à permissão que os órgãos ambientais concedem às empresas para exercer suas atividades, após uma avaliação dos impactos provocados pelo negócio.

Faz parte da análise para a liberação do Licenciamento Ambiental o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), programa que se tornou imperativo para todos os municípios brasileiros, a partir da constituição da PNRS. Instituída pela Lei n. 12.305/2010b, objetiva promover a redução da geração de resíduos estimulando a prática do consumo sustentável, a reciclagem, a reutilização de resíduos sólidos e a correta destinação dos rejeitos, enfim, aqueles materiais que não podem ser reaproveitados. Tudo isso por meio da chamada Responsabilidade Compartilhada, em concordância com o artigo 6º dessa mesma lei (BRASIL, Lei 12.305, de 2 de Agosto de 2010, 2010b).

A Responsabilidade Compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos prevê a incumbência dos geradores de resíduos, representados por fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, com relação ao armazenamento, à coleta e à disposição final ambientalmente adequada. O depósito condigno inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético ou outras destinações outorgadas por órgãos qualificados pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e pelo Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Sendo assim, a PNRS decreta a adesão de um sistema

de logística reversa por parte dos geradores de resíduos sólidos considerados contaminados, que são materiais resultantes de atividades humanas em sociedade que representam riscos à saúde pública ou à qualidade ambiental (BRASIL, 2010b).

Em 2011, com o intuito de regulamentar os fluxos reveses de resíduos, o Governo Federal fundou o Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa, integrado pelos ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Sob determinação do Comitê, foram instituídos cinco grupos técnicos com a missão de estruturar modelos de Logística Reversa a serem apresentados, principalmente, por meio de acordos setoriais. Os grupos consistem em descarte de medicamentos, embalagens em geral, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, eletroeletrônicos e embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos (BRASIL, 2010a).

Vale frisar que os acordos setoriais são mecanismos de implantação e operacionalização dos sistemas de logística reversa, "[...] ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto" (BRASIL, 2010b).

3.3.2 LOGÍSTICA REVERSA NA REVENDA DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS

São classificados como resíduos sólidos contaminados em postos de combustíveis o OLUC, as embalagens de lubrificantes já utilizadas, as estopas, os filtros de ar e de combustível usados ou qualquer outro material contaminado por substâncias derivadas de hidrocarbonetos (BRASIL, 2010b). É previsto que todos os postos devem garantir uma destinação adequada de seus resíduos tóxicos, sendo que o descumprimento pode acarretar multa entre R$ 1.000,00 e R$ 50.000,00 (BRASIL, 1998).

O óleo retirado dos automóveis é popularmente conhecido como óleo queimado e deve ser armazenado no posto em tanques subterrâneos até que uma empresa refinadora contratada faça a coleta do produto. As refinadoras são responsáveis por realizar o processo industrial de re-refino, o qual remove os produtos de oxidação, aditivos e contaminantes, retornando-o à condição de óleo básico, que é destinado às indústrias de óleos lubrificantes para que seja reaproveitado – a cada 100 barris de OLUC, são extraídos 85 de óleo mineral básico (LWART, 2014).

Nesse sentido, a Portaria ANP n. 125 (BRASIL, 2000b) estabelece a regulamentação para a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado.

Ciclo de vida do óleo lubrificante.

Fonte: Lwart (2014).

Segundo a norma brasileira NBR n. 10.004 (ABNT, 2004), o OLUC é classificado como resíduo perigoso, e o seu descarte inadequado torna-se um grande poluidor ambiental. Apenas um litro de OLUC pode contaminar mais de um milhão de litros de água, a queima gera gases tóxicos e a liberação de metais pesados contaminam o solo, podendo provocar danos aos seres humanos e à vida selvagem. Como exemplo dessa situação, em 1989, um acidente com o navio petroleiro Exxon Valdez provocou o vazamento de 40 milhões de litros de petróleo bruto em Prince William Sound no Alasca. Vinte e cinco anos após o ocorrido ainda é possível encontrar bolsões de petróleo abaixo da superfície de praias (CIÊNCIA ONLINE, 2014).

Dados apresentados pela ANP mostram que, de todo o OLUC presente no mercado, somente 44% são coletados para o processo de re-refino (ANP, 2014). Para se ter uma ideia, o equivalente a três navios Exxon Valdez de OLUC são desviados do sistema de logística reversa e lançados na natureza (SINDIRREFINO, [s.d.]).

O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (SINDICOM) isentou a realização de um acordo setorial específico para a logística reversa de OLUC, visto que não existe descarte desse resíduo. Por ser um produto passível de reutilização, pode ser reintroduzido na cadeia de suprimentos após o re-refino, retornando ao estágio de matéria-prima. Logo, trata-se de uma medida energética, pois o volume de petróleo nacional não é capaz de gerar óleo básico em quantidade necessária, sendo dependente da importação desse componente (FISCHER, 2013).

Setor Produtivo	Situação Atual	Previsão de Publicação do Acordo Setorial (*)
Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes	Acordo já assinado em 19/12/2012	Publicado no DOU em fevereiro de 2013
Lâmpadas de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista	Proposta de acordo setorial disponibilizada para consulta pública pelo MMA (encerrada em 15/10/2014).	2015
Embalagens em Geral	Proposta de acordo setorial disponibilizada para consulta pública pelo MMA com prazo até 20/11/2014	2015
Produtos Eletroeletrônicos e seus Resíduos	*Propostas de acordo setorial* apresentadas em junho/2013 (em análise)	?
Descarte de Medicamentos	*Estudo de Viabilidade e Minuta de Edital* entregues em abril/2014 (em análise)	?
Existe a intenção de se firmar acordos setoriais para as demais cadeias com a logística já implementada antes da aprovação da Lei 12.305/2010 (óleos lubrificantes, pilhas e baterias, pneus e embalagens de agrotóxico)		

Sistema de logística reversa em implantação.

Fonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (2014).

Nesses termos, "[...] o único acordo setorial assinado para a implantação de um sistema de logística reversa foi o setor de embalagens plásticas de óleos lubrificantes, em 2012" (FISCHER, 2013), doravante denominado Sistema, como pode ser visto no Anexo I, a fim de cumprir com os termos da Lei n. 12.305 (BRASIL, 2010b), citada no item 3.3.2 deste estudo. São signatários do Sistema o Sindicom, o Sindicato Interestadual das Indústrias Misturadoras e Envasilhadoras de Produtos Derivados de Petróleo (SIMEPETRO), o Sindicato Interestadual do Comércio de Lubrificante (SINDILUB), o Sindicato Nacional do Comércio Transportador, Revendedor, Retalhista, Óleo Diesel, Óleo Combustível e Querosene (SINDITRR), a Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e Lubrificantes (FECOMBUSTÍVEIS) e a Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC) (BRASIL, [s.d.]).

Sob determinação do Sistema, as embalagens vazias de óleo lubrificante devem ser entregues pelos consumidores aos estabelecimentos comerciantes varejistas, após o uso. Os varejistas devem manter os frascos recebidos, além daqueles consumidos no local durante o processo de troca de óleo, em reservatórios exclusivos, enquanto aguardam o recolhimento por empresas licenciadas pertinentes às suas operações. Durante o recolhimento é realizada uma pesagem do material e emitido um certificado de retirada do resíduo para o posto, que pode ser cobrado em eventuais fiscalizações. Aliás, os dados obtidos são enviados instantaneamente para um banco de dados do Sistema, bem como as informações relacionadas ao contratante (BRASIL, [s.d.]).

Assim que chegam às centrais de recebimento e após a realização de uma nova pesagem, as embalagens passam pelos processos de drenagem, segregação, compactação e moagem. O óleo lubrificante residual obtido tem destinação adequada, conforme determina a legislação ambiental em vigor. Seguidamente, o material é armazenado até que seja encaminhado para a disposição final conveniente (BRASIL, [s.d.]).

Já os comerciantes atacadistas podem seguir o mesmo procedimento adotado pelos varejistas ou destinar as embalagens recebidas para seus fabricantes e importadores, para que eles possam conduzir o material a empresas recicladoras licenciadas. As embalagens recebidas pelas recicladoras são transformadas em matéria-prima ou destinadas à disposição final de forma legítima (BRASIL, [s.d.]).

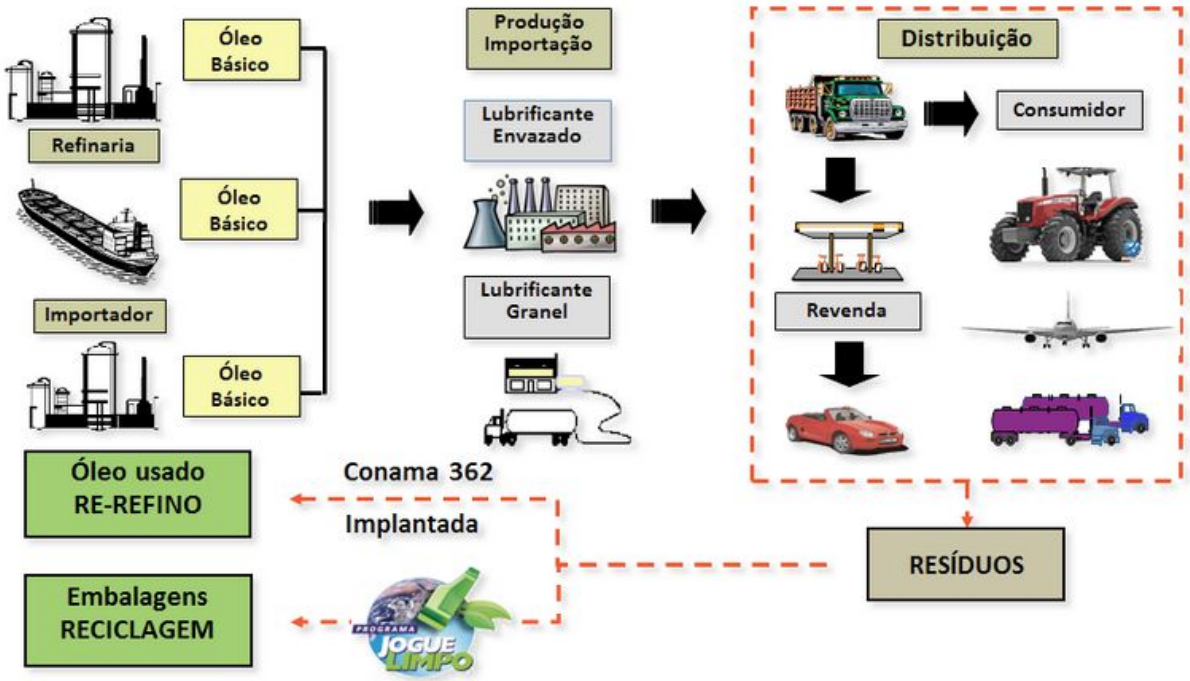


Figura 4: Cadeia produtiva do lubrificante.

Fonte: Sindirrefino ([s.d.]).

Nesse enfoque, além das embalagens de lubrificantes vazias, qualquer material que contenha resquício de óleo deve ter uma disposição final apropriada, considerando o potencial poluidor do óleo lubrificante. É o caso dos filtros de óleo e combustível já utilizados, das estopas usadas ou de qualquer outro refugo contaminado. Durante o processo de fiscalização de órgãos competentes, caso seja encontrado algum resíduo contaminado disposto em local inadequado, a empresa será multada e deverá responder por inquérito civil e criminal (BRASIL, 2000c).

O Jogue Limpo, uma iniciativa dos fabricantes de lubrificantes associados ao Sindicom, teve início em 2005 no Rio Grande do Sul com o objetivo de cumprir com o Sistema. Ao respeitar o Plano de Implementação do Sistema contido no Acordo Setorial, o Programa começou a ser implantado gradualmente, devendo abranger 100% dos municípios das regiões Sul, Sudeste e Nordeste (com exceção dos estados do Piauí e Maranhão) até 2016. Desde que surgiu até o fim do ano de 2014, atuando em 14 estados brasileiros, o Jogue Limpo já recolheu 330 milhões de embalagens plásticas de lubrificantes usadas, o que equivale a 21 baías de Guanabara no Rio de Janeiro (CARDOSO, 2014).

Nesse entremeio, o próximo desafio é a implantação do Programa nas regiões Centro-Oeste e Norte, além dos estados do Piauí e Maranhão, tendo como principal obstáculo o alto custo logístico, devido às extensas áreas, às estradas de má qualidade e à dificuldade de acesso de alguns municípios. Para isso, o Jogue Limpo tem analisado a região e discutido as possibilidades de redução de custos, incluindo a parceria com os revendedores (CARDOSO, 2014). Convém salientar que a cadeia de agentes do Jogue Limpo é a mesma do Sistema já citado anteriormente.

A logística reversa tem início no momento em que as embalagens são coletadas gratuitamente nos postos de serviço, onde são realizados a pesagem, o lançamento dos dados no site do Programa Jogue Limpo e a emissão do comprovante de recolhimento do material. Quando chegam nas centrais de recebimento, as embalagens plásticas de lubrificantes são prensadas, armazenadas e somente depois enviadas a uma recicladora, onde tudo é triturado e apurado. O material passa por um novo processo de limpeza para que possa ser transformado em matéria-prima de novas embalagens, retornando à cadeia de produção (PROGRAMA JOGUE LIMPO, [s.d.]).

Logística reversa de frascos de lubrificantes do Programa Jogue Limpo.

Fonte: Elaboração da autora.

A terceira etapa do Jogue Limpo é a expansão para outros segmentos, inicialmente embalagens PET e que contenham materiais de PVC. Atualmente, já são recolhidas algumas dessas substâncias, contudo ainda não existe uma destinação adequada para elas (CARDOSO, 2014).

Em 23 de setembro de 2014, o Jogue Limpo inaugurou uma unidade na cidade de Uberlândia-MG que atenderá inicialmente 45 municípios do estado, com o cadastramento de 600 postos de recebimento. Espera-se recolher aproximadamente 15 toneladas de plástico por mês (LUBGRAX, 2015).

4. RESULTADOS

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa utilizada como unidade de análise neste estudo foi o Posto Jardim Veneza Ltda., inaugurado em 15 de março de 2012, situado na região Sul da cidade de Uberlândia-MG. O posto é bandeirado pela Rede Ipiranga Produtos de Petróleo S/A e possui atualmente uma equipe formada por 21 funcionários especialmente treinados para garantir a excelência do atendimento.

O posto conta com dois tanques subterrâneos bipartidos, com capacidade igual a 15 mil litros em cada compartimento, e outro tanque pleno que comporta 15 mil litros, distribuídos da seguinte maneira: o primeiro tanque estoca gasolina comum; o segundo contém gasolina aditivada e etanol; e o terceiro apenas óleo diesel. Para a atividade de abastecimento, a unidade possui três bombas eletrônicas interligadas a um sistema específico de automação para postos de combustíveis, elemento exigido para o funcionamento legal da empresa. Ainda com relação à estrutura física, toda a área do posto é cercada por canaletas de contenção para conduzir os efluentes líquidos gerados pela atividade para a caixa separadora de água e óleo.

4.2 PRÁTICA DE LOGÍSTICA REVERSA

Tendo como base os questionamentos “como” e “por que” levantados no item “metodologia” desta pesquisa, os resultados encontrados são aqui descritos.

Segundo o gestor da empresa, as leis do setor são plenamente atendidas, o que envolve estar com todos os documentos obrigatórios regularizados, ter um modelo de estrutura física em conformidade com a legislação em vigor, possuir um sistema de automação homologado pela Receita Estadual e manter práticas de logística reversa de resíduos sólidos contaminados. Com a ajuda de alguns parceiros, como o contador da empresa, o responsável pela automação do sistema operacional e o

assessor da Ipiranga, os funcionários administrativos sempre se atualizam com relação às questões legais.

A empresa conta com o apoio do Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Minas Gerais (MINASPETRO), que auxilia seus associados quanto às alterações de leis do setor, além de abordar outros assuntos pertinentes. Contudo, a gestão aponta que ainda existem algumas dificuldades. Muitas vezes, a empresa tem conhecimento das mudanças que irão ocorrer, mas faltam informações sobre como realizar tais modificações.

Um problema mencionado pelo gestor compreende os altos custos geralmente envolvidos nos processos de regularização da empresa. É o caso da logística reversa de resíduos sólidos contaminados. Todos os custos obtidos para cumprir com as obrigações relacionadas à logística reversa são de responsabilidade do posto. Corresponde a resíduos sólidos contaminados gerados atualmente no Posto Jardim Veneza o OLUC e o chamado “barro”, efluentes líquidos gerados nas atividades que devem ser tratados em uma caixa separadora de água e óleo, outra atribuição dos postos de combustíveis.

Para realizar a correta destinação dos frascos de lubrificantes usados, dos filtros de ar e de combustível usados, das estopas e de papelão com resíduos de óleo, o posto optou por contratar uma empresa especializada em gestão ambiental, algo que é feito por grande parte dos postos. Dessa forma, fechou um contrato com a Udi Ambiental, que estipula o pagamento de R$ 300,00 para o recolhimento do material a cada dois meses. O acordo garante a coleta de 250 kg de matéria, sendo que cada quilo adicional custaria, em média, R$ 0,94. É válido ressaltar que os resíduos permanecem armazenados no posto até que o serviço terceirizado seja realizado.

Com a intenção de não extrapolar o limite contratado, a fim de reduzir custos, a empresa descarta parte dos remanescentes em lixo comum, mesmo tendo consciência de que poderá ser punida, caso haja alguma finalização. Foi possível perceber que os próprios frentistas desconhecem as obrigatoriedades e não se preocupam em separar os materiais contaminados.

Resíduos sólidos contaminados gerados no Posto Jardim Veneza Ltda.

Fonte: Elaboração da autora.

A cadeia reversa da Udi Ambiental é semelhante à do Programa Jogue Limpo até a fase de armazenagem, já que não realiza a reciclagem de seus resíduos. Depois disso, o material é incinerado e destinado a aterros específicos providos de sistema de drenagem e tratamento de chorume. Por se tratar de um método poluente, não é o mais indicado, embora ainda seja o mais utilizado no país.

No que diz respeito ao OLUC mantido em reservatório especial, como já informado, é vendido para a Lwart Lubrificantes, empresa com forte presença nacional e parceira da rede Ipiranga, responsável pela coleta, transporte e re-refino do óleo. Foi pactuado o pagamento de R$ 0,40 por litro de OLUC por parte do comprador. Por conseguinte, a logística reversa do OLUC não gera gastos para o posto, e sim consiste em uma receita não contabilizada.

O “barro” compõe mais um resíduo contaminado gerado no estabelecimento. A coleta especializada também é de responsabilidade da contratada Udi Ambiental – tal aspecto não será detalhado, pois não é o foco deste trabalho.

Uma alternativa encontrada pela empresa para a redução do número de frascos de lubrificantes descartados foi a venda de lubrificantes na medida certa, por meio das franquias de lubrificação Jet Oil e Jet Oil Motos. Os lubrificantes na medida certa são adquiridos pelo posto em tambores de 200 litros, e a venda é feita por uma bomba semelhante à de abastecimento de combustíveis, que completa a quantidade exata que o veículo necessita. Sendo assim, um cliente que necessita utilizar em seu veículo apenas 2,3 litros de óleo, pode optar por colocar o lubrificante na medida certa, ao invés de comprar três frascos de um litro, o que significaria uma sobra de lubrificante. Além de economizar na compra do lubrificante, o cliente evita o descarte de três frascos do produto. Para

alavancar as vendas do óleo a granel, a empresa oferece um brinde ao cliente que optar pela troca de óleo na medida certa.

Apesar de tantos benefícios oferecidos na venda de lubrificante na medida certa, a maioria dos consumidores ainda prefere as tradicionais embalagens de 500 mililitros ou um litro, pois alegam desconfiar da qualidade do produto a granel, por estar armazenado em um tambor e por não possuir rótulo. Dessa forma, ainda existe uma barreira que alimenta a geração de grande quantidade de resíduos.

Um problema encontrado na unidade Jet Oil é a falta de opção quanto ao descarte dos tambores de 200 litros vazios, que atualmente são armazenados no próprio posto. As empresas do setor que realizam a coleta de resíduos contaminados não oferecem o serviço de recolhimento dos tambores em questão, o que despertou o artifício de vendê-los. Embora seja uma extração esporádica, o posto consegue se desfazer de parte do que é considerado entulho. Geralmente, os tambores são adquiridos por profissionais da construção civil ou proprietários rurais.

Por intermédio do administrador do posto, foi feito contato com o assessor comercial da Ipiranga Produtos de Petróleo, Rafael Nunes, com o intuito de elencar as possibilidades de a distribuidora assumir o compromisso de recolher os tambores vazios, já que podem ser reutilizados no envasamento de novos produtos. A justificativa por não realizar o serviço se relaciona ao alto custo logístico.

Tambores de 200 litros, no ambiente do Posto Jardim Veneza, sem solução de descarte.

Fonte: Elaboração da autora.

Além da gestão de resíduos materiais, o Posto Jardim Veneza utiliza outros mecanismos sustentáveis que foram aplicados pela rede Ipiranga como parte do conceito Posto Ecoeficiente desenvolvido pela distribuidora. Destaca-se o uso de lâmpadas com sensor de presença e descargas econômicas nos banheiros, torneiras temporizadas, sistema de exaustão do calor proveniente dos refrigeradores da loja de conveniência e isolamento térmico nas paredes e no forro, que ocasiona uma menor utilização do ar condicionado e, consequentemente, um menor gasto energético. Apesar disso, o Jardim Veneza não se enquadra como um posto ecoeficiente pelo fato de não possuir um sistema de reaproveitamento de água.

Foi questionado ao empresário o porquê da não inclusão da empresa na concepção Ecoeficiente da Ipiranga, tendo em vista que a distribuidora tem o projeto como uma estratégia mercadológica para atingir o consumidor sustentável, como o próprio Regino informou. Como justificativa, apontou novamente o quesito custo. De acordo com ele, o sistema de reaproveitamento de água é muito valoroso, e ele tem dúvidas quanto ao possível retorno que a empresa obterá. Logo, surgiu o seguinte questionamento: Além do retorno econômico que as técnicas sustentáveis alcançam, elas podem ser um fator de sucesso na captação ou fidelização de clientes? Com o propósito de buscar esclarecimentos, foi realizada uma sucinta averiguação.

Ao interpelar alguns clientes no ambiente da organização analisada, verificou-se que a maioria desconhece que o Posto Jardim Veneza tem alguns princípios sustentáveis e, ainda, não tinham conhecimento sobre o trabalho de logística reversa realizado. Foram divulgadas as premissas do fluxo reverso e da responsabilidade compartilhada referentes ao frasco de lubrificante vazio, nomeando o posto como uma central de recebimento de embalagens usadas de lubrificantes. Foi observado também que muitos consumidores contemplam negócios baseados na sustentabilidade e que estão dispostos a fidelizar empresas sustentáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os dados obtidos, verifica-se que o Posto Jardim Veneza Ltda, envolvido por uma gestão conservadora, adota medidas que colaboram para o cumprimento das leis ambientais, evitando sansões que interfiram no exercício de suas atividades. Contudo, os processos reversos são realizados quase que totalmente devido às obrigações fiscais. O proprietário da empresa mostrou desconhecer a teoria envolvida na logística reversa e teme dedicar esforços relacionados às questões sustentáveis por não acreditar que isso agregue valor ao cliente ou que o coloque em uma posição de vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. Isto posto, verifica-se a necessidade de a administração analisar os fatores envolvidos na logística reversa, bem como suas vantagens, e repassar os resultados à sua equipe, que também se mostrou desinformada no que tange às obrigatoriedades envolvidas.

É notório que os custos valorosos dificultam a prática absoluta da logística reversa na empresa, tornando-a vulnerável à fiscalização em alguns momentos. Assim sendo, a elaboração deste estudo possibilitou a apresentação do Instituto Jogue Limpo ao gestor Regino Marcos Prado, que não conhecia o Programa até então. Foi uma proposta muito bem aceita e que já começou a ser colocada em prática. Após o preenchimento de uma ficha cadastral junto ao Programa, o Posto Jardim Veneza iniciará sua parceria com o Jogue Limpo, o que significa uma redução dos custos de logística reversa e, consequentemente, a garantia da disposição final de todas as embalagens de lubrificantes usadas geradas ou recebidas no posto.

Recomenda-se também a criação de uma pequena central de recebimento de frascos de lubrificantes vazios dentro do ambiente do posto, que inclui a disponibilização de um reservatório específico para que seus clientes possam depositar suas embalagens já utilizadas. A tática pode funcionar como um atrativo para consumidores sustentáveis, além de facilitar a separação dos resíduos no posto.

Conjuntamente, propõe-se a prática do levantamento dos custos fixos e variáveis no momento da precificação de seus produtos. Desse modo, os custos desencadeados pela logística reversa de materiais contaminados diversos são amortizados e repassados ao consumidor final, garantindo que a empresa não tenha prejuízo devido ao processo e não deixe de descartar adequadamente todo o refugo.

Todavia, é primordial aliar alguns fundamentos do marketing a essa prática, com o propósito de mostrar ao cliente as vantagens de se realizar a logística reversa e evidenciar a preocupação sustentável por parte da instituição, visto que atualmente pode ser considerado um fator de vantagem

competitiva. Da mesma forma, um trabalho mercadológico alusivo à unidade de troca de óleo na medida certa deve ser implementado para revelar todos os mitos e verdades dos mecanismos envolvidos, buscando uma migração de consumidores de lubrificantes em frascos para usuários da mecânica na Medida Certa.

Verifica-se a necessidade de a própria empresa desenvolver sua consciência sustentável, tendo em vista o surgimento de uma nova sociedade baseada nesse preceito. É imprescindível se adequar não somente às questões legislativas, mas também considerar os impactos ambientais e a cultura dos consumidores.

Por fim, conclui-se que este trabalho foi de grande valia para assimilar os conceitos envolvidos na logística reversa, seus processos e vantagens. Permitiu o entendimento sobre as legislações envolvidas em postos de combustíveis e a expressão “responsabilidade compartilhada”, característica do processo reverso do setor. Especificamente, foi possível analisar o processo de descarte das embalagens de lubrificantes usadas, dos filtros de ar e de combustível já utilizados, do OLUC e de outros resíduos considerados contaminados. Dessa maneira, o estudo contribuiu para evidenciar a relevância da logística reversa na revenda de combustíveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. ANP. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 14 jan. 2015.

ANDRADE, M. M. *Introdução à metodologia do trabalho científico*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ARAGÃO, P. M. *Estimativa da contribuição do setor petróleo ao produto interno bruto brasileiro:* 1955/2004. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/amandap.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.004*: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

AYRES, A. J. S.; FREITAS, T. A. Análise do mercado de combustíveis no Brasil e no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 11., 2008, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ANPEC, 2008. Disponível em: <http://www.economiaetecnologia.ufpr.br/XI_ANPEC-Sul/artigos_pdf/a4/ANPEC-Sul-A4-04-analise_do_mercado_de_co.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

BALLOU, R. H. *Logística empresarial*: transportes, administração de materiais, distribuição física. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARROS, Paulo Eduardo Oliveira de. *Diagnóstico ambiental para postos de abastecimento de combustíveis – DAPAC*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2006. Disponível em: <http://www.engeplas.com.br/solucoes/disser.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Portaria n. 116, de 5 de julho de 2000. Regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo. *Diário Oficial da União*, Brasília, 6 jul. 2000a. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/Servicos/licenciamento/postos/legislacao/Portaria_ANP_116_2000.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Portaria n. 125, de 30 de julho de 2000. Estabelece a regulamentação para a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 ago. 2000b. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_tec/1999/julho/panp%20125%20-%201999.xml>. Acesso em: 12 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Resolução n. 15, de 18 de maio de 2005. Estabelece os critérios para cálculo das Tarifas de Transporte referentes aos Serviços de Transporte firme, interruptível e extraordinário de gás natural e o procedimento para a aprovação das propostas de Tarifa de Transporte de gás natural encaminhadas pelos Transportadores para os Gasodutos de Transporte objeto de autorização. *Diário Oficial da União*, Brasília, 20 maio 2005. Disponível em:

<http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2005/maio/ranp%2015%20-%202005.xml>. Acesso em: 12 jan. 2015.

BRASIL. Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010a. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 14 jan. 2015.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BRASIL. Lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Logística reversa*. [s.d.]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/log%C3%ADstica-reversa#embalagensdeoleoslubrificantes>. Acesso em: 15 out. 2014.

BRASIL. Resolução Conama n. 273, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 nov. 2000c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>. Acesso em: 14 jan. 2015.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial*. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMPOMAR, M. C. *Do uso de "estudo de caso" em pesquisas para dissertações e teses em administração.* São Paulo, 1991. Disponível em: <http://unisc.br/portal/upload/com_arquivo/do_uso_de_%E2%80%9Cestudo_de_caso%E2%80%9D_em_pesquisa_para_dissertacao_e_teses_em_administracao.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2015.

CASTIGLIONI, J. A. M. *Logística operacional*: guia prático. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

CARDOSO, A. Jogue Limpo: logística reversa de lubrificantes em expansão. *Combustíveis & Conveniência*, [s.l.], ano 13, n. 134, p. 49-51, dez. 2014.

CATUNDA, A. C. M. M. et al. O Licenciamento Ambiental dos postos revendedores de combustíveis no município de Parnamirim-RN. Revista GEPROS, Bauru, ano 6, n. 2, p. 11-32, abr./jun. 2011. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/876/341>. Acesso em: 13 jan. 2015.

CIÊNCIA ONLINE. *Cinco fatos sobre o derramamento histórico do Exxon Valdez*. 2014. Disponível em: <http://www.ciencia-online.net/2014/03/5-fatos-derramamento-exxon-valdez.html>. Acesso em: 4 jan. 2015.

COSTA, D. V. da; TEODÓSIO, A. dos S. de S. *Desenvolvimento sustentável, consumo e cidadania:* um estudo sobre a (des) articulação da comunicação de organizações da sociedade civil, do estado e das empresas. UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ram/v12n3/a06v12n3.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

COSTA, G. A. da; FERREIRA, O. M. *Identificação dos resíduos gerados em postos de combustíveis*. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/IDENTIFICA%C3%87%C3%83O%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20GERADOS%20EM%20POSTOS%20DE%20COMBUST%C3%8DVEIS.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

DONAIRE, D. *Gestão ambiental na empresa*. São Paulo: Atlas, 1999.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. A política estadual de resíduos sólidos e os termos de compromisso da logística reversa. 2014. Disponível em: <http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/ResiduosSolidos/PNRS-e-Log-stica-Reversa-FEAM.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Reciclagem de embalagens plásticas usadas como óleo lubrificante*. 1. ed. São Paulo: FIESP, 2007.

FIGUEIREDO, K. F. et al. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2003.

FISCHER, F. Logística reversa: todos de acordo? *Revista Tecnologística*, [s.l.], ano 18, n. 210, p. 42-48, maio 2013. Disponível em: <http://issuu.com/publicare/docs/210_maio_2013/47>. Acesso em: 13 jan. 2015.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, Arilda S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, mar./abr. 1995a.

GODOY, Arilda S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 3, mai./jun. 1995b.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Licenciamento de postos e/ou sistemas retalhistas de combustíveis.* 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cartilha.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2014.

INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS. *Política nacional de resíduos sólidos*: logística reversa e responsabilidade compartilhada. 2013. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/518595-politica-nacional-de-residuos-solidos-cada-elo-defende-seus-interesses-entrevista-especial-com-dan-moche-schneider-e-diogo-tunes-alvares-da-silva>. Acesso em: 21 dez. 2014.

KEEGAN, W. J.; GREEN, M. C. *Princípios de marketing global*. São Paulo: Saraiva, 1999.

KOTABE, M.; HELSEN, K. *Administração de marketing global*. São Paulo: Atlas, 2000.

KOTLER, P. *Administração de marketing*: a edição do novo milênio. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LEITE, Paulo Roberto. *Logística reversa*: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa*:* nova área da logística empresarial. *Revista Tecnologística*, [s.l.], ano 7, n. 78, p. 102-109, 2002.

LIMA, R. de O. *Marketing verde como diferencial competitivo em empresas sustentáveis.* Feira de Santana, 2010. Disponível em: < file:///C:/Users/Daiane%20MP/Downloads/Monografia_2010_Marketing%20Verde%20como%20Diferencial%20Competitivo%20em%20Empresas%20Sustentaveis_Renata%20de%20O.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

LUBGRAX. *Jogue Limpo cresce em MG com central em Uberlândia*. 2015. Disponível em: <http://lubgrax.sellcomm.com.br/?p=1531>. Acesso em: 13 jan. 2015.

LWART LUBRIFICANTES. *Re-refino de OLUC*: logística reversa. 2014. Disponível em: <http://www.lwarcel.com.br/site/content/lubrificantes/rerrefino_logistica_reversa.asp>. Acesso em: 20 dez. 2014.

MARINHO JR., I. P. *Petróleo*: soberania e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Bloch, 1970.

MENEGUIN, F. B. *O que é o mercado de carbono e como ele opera no Brasil?*. 2012. Disponível em: <http://www.brasil-economia-governo.org.br/wp-content/uploads/2012/08/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-ele-opera-no-brasil.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

MINAS GERAIS. Ministério Público. *Formulário de fiscalização n. 4*. 2014. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/areas-de-atuacao/defesa-do-cidadao/consumidor/fiscalizacao/formularios-de-fiscalizacao/combustiveis/combustiveis.htm>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Educação profissional:* referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico. Brasília, 2000. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/meioambi.pdf>. Acesso em 25 jan. 2015.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Programa Nacional de educação ambiental.* Brasília, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

MUELLER, Carla Fernanda. *Logística reversa* – meio-ambiente e produtividade. GELOG – UFSC, 2005. Disponível em: <http://limpezapublica.com.br/textos/artigo01_1.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

PINTO, M. R.; SILVA, E. C. D. O brilho da bandeira branca: concorrência no mercado de combustíveis no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32., 2004, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ANPEC, 2004. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2004/artigos/A04A086.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

PROGRAMA JOGUE LIMPO. [s.d.]. Disponível em: <http://www.programajoguelimpo.com.br/index.swf>. Acesso em: 8 set. 2014.

REGO, A. S. *Logística reversa no mercado de embalagens*: caso Tetra Pak. Brasília, 2005.

ROPPA, F. P. Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades: 1973 a 2003. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 11., 2008, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ANPEC, 2008. Disponível em: <http://www.economiaetecnologia.ufpr.br/XI_ANPEC-Sul/artigos_pdf/a4/ANPEC-Sul-A4-04-analise_do_mercado_de_co.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SINDIPOSTO. Cartilha do Posto Revendedor de Combustíveis. 1. ed. 2009. Disponível em: <http://www.sindiposto.com.br/downloads/pdf/cartilhas_do_sindiposto/Cartilha%20do%20SINDIPOSTO_final_2.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2014.

SINDIRREFINO. *Logística reversa OLUC/re-refino*. [s.d.]. Disponível em: <http://www.sindirrefino.org.br/rerrefino/logistica-reversa-oluc>. Acesso em: 4 jan. 2015.

STOCK, J. R. *Reverse logistics programs*. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.

VERGARA, S. C. *Métodos de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2005.

YIN, R. K. *Estudo de caso*: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO I: ACORDO SETORIAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS USADAS DE LUBRIFICANTES

Capítulo 47

ELABORAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO DE UMA INDUSTRIA DE CACHAÇAS ARTESANAIS

Danilo Mena Barreto
Gabriel Yuri Nakanishi
José Renato Teles de Aquino
Vinícius de Moura Dayrell

Resumo: O Planejamento Estratégico visa analisar uma organização sob várias perspectivas, definindo seus rumos por meio de um direcionamento que possa ser monitorado nas suas ações concretas , utilizando para isso o plano estratégico . É oferecido a empresas que desejam criar ou reelaborar sua estratégia levando em conta fatores internos e externos à ela, delineando a Missão, Visão e Valores, metas, objetivos e prazos. O mercado de cachaça no Brasil vem passando por uma grande mudança e incentivo a padr onização pelo Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento , tal fato deixa o cenário favorável para a comercialização da bebida. O artigo apresenta um plano estratégico de uma indústria , com localização no município de Orizona , no Goiás, que irá produzir cachaças artesanais.

Palavras-chave: Cachaça, planejamento estratégico, mapa estratégico, indicadores, metas, industria.

1. INTRODUÇÃO

Esse projeto apresenta um plano estratégico de uma indústria, com localização no município de Orizona, no Goiás, que produzirá cachaças artesanais, considerando apenas a parte final do processo, será realizado então na indústria apenas o envelhecimento da bebida e as atividades seguintes a esta etapa até o envase e a distribuição.

O mercado de cachaça no Brasil vem passando por uma grande mudança e incentivo a padronização pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, tal fato deixa o cenário favorável para a comercialização da bebida no Brasil, além de que apenas no Brasil pode ser produzida a bebida cachaça, por ser considerada uma indicação geográfica, tornando um produto com as raízes brasileiras.

Devido a essa oportunidade de inserção em um mercado crescente no Brasil, o presente estudo tem seu foco na elaboração do plano formal e detalhado da estratégia da fábrica. A cachaça Mercedes é uma cachaça já existente no mercado, porém teve seu registro suspenso a cerca de 5 anos, sendo assim o trabalho tem seu foco para a elaboração formal de seu plano para o auxílio às adequações para a indústria conseguir seu registro novamente, considerando que atualmente a empresa não é operante, o trabalho será desenvolvido considerando apenas a localidade já existe e seu estoque de matéria prima, toda a reestruturação será proposta visando a nova indústria, que possa vir a operar seguindo as normas existentes para esse tipo de indústria.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Planejamento Estratégico visa analisar uma organização sob várias perspectivas, definindo seus rumos por meio de um direcionamento que possa ser monitorado nas suas ações concretas, utilizando para isso o plano estratégico. É oferecido a empresas que desejam criar ou reelaborar sua estratégia levando em conta fatores internos e externos à ela, delineando a Missão, Visão e Valores, metas, objetivos e prazos.

Segundo Santos (2008, 331 p.), o planejamento estratégico de uma organização resume suas principais orientações estratégicas, sendo um processo dinâmico e contínuo, com alta participação dos integrantes da organização, contemplando análises internas e externas, culminando em um plano que contém a estratégia, os objetivos e as formas de execução e controle.

Dessa forma, tal metodologia poderá assegurar à instituição senso de direção e continuidade a longo prazo, flexibilidade e agilidade no dia-a-dia. Além disso, será possível estabelecer os caminhos, cursos e programas de ação que deverão ser seguidos para alcançar os objetivos.

O processo de planejamento estratégico contempla etapas como: Razão de ser da organização; Definição da visão de futuro; Definição de valores; Análise de cenário; Identificação de ameaças e oportunidades; Identificação de forças e fraquezas; Desdobramento de objetivos estratégicos da organização; Definição de estratégias para alcançar tais objetivos. Tais etapas serão detalhadas nos itens a seguir para composição do planejamento estratégico da Cachaçaria Mercedes.

3. MISSÃO, VISÃO E VALORES

Os conceitos de Missão, Visão e Valor tem a função de permitir aos membros e as pessoas relacionadas a empresa conhecerem a sua razão de ser, onde almejam chegar e os princípios que regem a organização, de modo a guiar comportamentos e orientar objetivos.

3.1 MISSÃO

Missão é a razão de ser da empresa. Justifica sua existência para a sociedade, ou seja, o motivo pelo qual a empresa existe e o que ela deve entregar para seus clientes e sociedade. Partindo de tal conceito, a missão elaborada pela empresa é “Proporcionar uma experiência singular através de uma viagem às raízes dos tesouros brasileiro, para atender paladar refinados dos apreciadores de cachaça”.

3.2 VISÃO

A visão é caracterizada pelo estado futuro da organização, objetivo a longo prazo, ou seja, onde a empresa quer chegar após determinado período. A visão da Cachaçaria Mercedes é “Ser reconhecida como a referência no mercado nacional de cachaças *Premium*, alinhando a valorização da cultura com o consumo consciente.”

3.3 VALORES

Os valores são definidos por guias, crenças e comportamentos que norteiam os trabalhadores no cotidiano da organização e na busca de seus objetivos, diante disso, os valores da empresa em questão:

- Experiência única;

- Alto padrão;
- Exclusividade;
- Gostinho Brasileiro;
- Valorização da Cultura;
- Consumo consciente.

4. ANÁLISE DE SWOT

A análise de SWOT (ou matriz FOFA) é a abreviação das palavras *Strenghts, Weaknesses, Oportunities* e *Threats* ou Força, Fraqueza, Oportunidade e Ameaça respectivamente. Tal ferramenta é utilizada para análise do cenário interno e externo a empresa, com o objetivo de focar ações para otimizar o desempenho da organização no mercado.

4.1 FORÇAS

As forças são as características positivas e internas da empresa, quais são as atividades melhores realizadas, melhores recursos, o que de fato oferece vantagem em relação a concorrência. As forças da Cachaçaria Mercedes são:

- Diferencial do Pau Brasil;
- Estrutura Física (instalações);
- Diversidade de Produtos;
- Dependência de poucos Fornecedores;
- Grande espaço físico disponível;
- Processos padronizados.

4.2 FRAQUEZAS

As fraquezas são atividades, procedimentos e aptidões que prejudicam o desenvolvimento da empresa em relação ao mercado, como por exemplo falta de treinamentos, mão-de-obra pouco engajada. As fraquezas da empresa em questão são:

- Preço elevado para fabricação do produto;
- Perda de posicionamento de mercado;

- Garrafa com valor elevado;
- Barris de Pau Brasil insubstituíveis;
- Falta de logística para distribuição;
- Estoque pequeno.

4.3 OPORTUNIDADES

São características externas que influenciam a empresa positivamente, podendo catalisar o desenvolvimento da mesma. As oportunidades podem acontecer devido transições políticas – econômicas, por exemplo. São exemplos de oportunidade na cachaçaria:

- Cachaça goiana ganhando presença no mercado nacional;
- Mercado de cachaça *premium* pouco explorado;
- Alta do dólar dificultando entrada de bebidas alcoólicas estrangeiras;
- Crescimento do consumo de bebidas alcoólicas no país;
- Mercado Internacional reconhecendo o valor das cachaças brasileiras;
- Demanda de clientes fixas (clientes fiéis).

4.4 AMEAÇAS

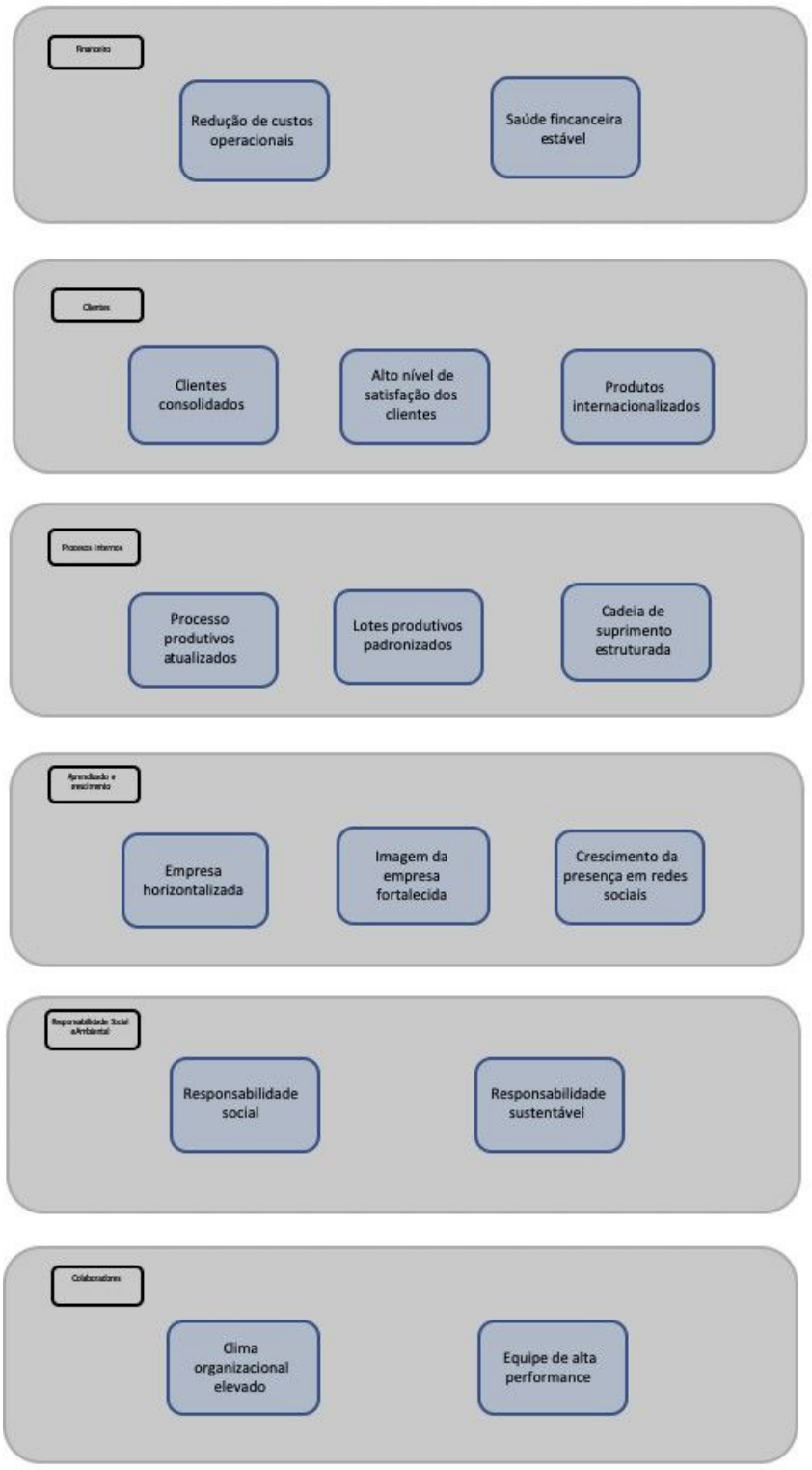
- Perda de investimento no mercado pelas transições políticas;
- Modismo em favor de outros destilados;
- Campanhas contra o consumo de bebidas alcoólicas;
- Associação a imagem da cachaça como algo ruim;
- Altas cotas tarifarias;
- Aumento de pequenos produtores artesanais (ameaça de novos entrantes).

5. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Após definir a visão de futuro e entender o cenário interno e externo da organização pode-se definir objetivos estratégicos da organização afim de promover o desenvolvimento da mesma. Dessa forma, os objetivos são resultados que a Cachaçaria Mercedes deve atingir em determinado tempo. Os

objetivos da empresa devem contemplar áreas distintas para que a mesma atinja seus objetivos de forma orgânica. Dessa maneira foram consideradas 6 perspectivas estratégicas para enunciar os objetivos da empresa, conforme apresentado no esquema a seguir:

Figura 1 – Objetivos Estratégicos



Fonte: Autoria própria (2018)

6. INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

As iniciativas estratégicas são iniciativas específicas, diretamente relacionadas com os objetivos estratégicos, são atividades, projetos, iniciativas que devem ser executadas para que os objetivos previamente estabelecidos sejam atingidos. Dentre os objetivos estratégicos elaborados, foram definidas as seguidas iniciativas conforme as figuras abaixo:

Figura 2 – Iniciativas Estratégicas

Perspectiva	Objetivos		Iniciativas
Financeiro	Redução de custos operacionais	1	Redesenho do processo produtivo com a finalidade de reduzir custos desnecessários
		2	Dimensionamento de equipe para melhor alocação dos colaboradores
	Saúde fincanceira estável	3	Criação do plano financeiro
		4	Desenvolver política de créditos para os novos clientes
Clientes	Clientes consolidados	5	Prospecção de clientes que possuem alta demanda da mercadoria
		6	Criar uma política de venda recorrente
	Alto nível de satisfação dos clientes		Criação de um processo de pós - venda
			Criação de um plano de benefícios para clientes
	Produtos internacionalizados	9	Estudo de demanda internacional
		10	Orçamento financeiro para exportação

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 3 – Iniciativas Estratégicas

Processos Internos	Processo produtivos atualizados	11	Estudo de customização dos processos produtivos
	Lotes produtivos padronizados	13	Elaborar e implementar um projeto interno de gestão de estoque
		14	Elaborar e implementar projeto interno de planejamento e controle da produção
	Cadeia de suprimento estruturada	15	Análise da capacidade produtiva
		16	Identificação de possíveis fornecedores
Aprendizagem e conhecimento	Empresa horizontalizada	17	Desenhar o orgonograma da organização
		18	Otimizar o processo para que se tenha poucos atores executando o mesmo
	Imagem da empresa fortalecida	19	Elaborar e implementar projetos publicitários em midias online e offiline
		20	Participação em congressos e eventos das melhores empresas de cachaça do Brasil
	Crescimento do engajamento em redes sociais em redes sociais	21	Elaborar processos de postagem e engajamento de pessoas em midias sociais
		22	Investir dinheiro em ações de marketing como googlge adwords, por exemplo

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 4 – Iniciativas Estratégicas

Responsabilidade Social e Ambiental	Responsabilidade social	23	Realizar parceriais com ONG's
		24	Doações financeiras periódicas para instituições carentes
	Responsabilidade sustentável	25	Elaborar e implementar estratégias para redução de lixos na insdustria
		26	Adquirir equipamentos que mitiguem gases poluentes
Colaboradores	Clima organizacional elevado	27	Confraternizações periódicas
		28	Criar e implementar políticas que liberem os funcionários em dia de aniversário
	Equipe de alta performance	29	Desenvolvimento de uma cultura baseada em resultados
		30	Elaboração de um processo seletivo de alta qualidade

Fonte: Autoria própria (2018)

7. INDICADORES E METAS

É fundamental para um bom planejamento estratégico que se elabore indicadores para mensuração dos resultados referentes aos objetivos determinados e também, metas como desdobramento tangíveis dos objetivos estratégicos. A meta tem o objetivo de evidenciar o caminho e os resultados a serem atingidos pela organização e os indicadores, como o próprio nome diz, é um indicativo de como estão os resultados referentes aos objetivos determinados pela respectiva empresa. Diante das inciativas estratégias presentes nas figuras anteriores, foram elaborados indicadores e metas referentes as iniciativas estratégicas em seus respectivos campos.

Figura 5 – Indicadores e metas

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Meta
Financeiro	Redução de custos operacionais	- % de custos operacionais no faturamento	Obter 40% dos custos da empresa diretamente ligados a operação
	Saúde fincanceira estável	- % de lucratividade	Obter 25% de lucratividade na empresa
Perspectiva	**Objetivos**	**Indicador**	**Meta**
Clientes	Clientes consolidados	Número de clientes com pedidos recorrentes / Número de clientes totais	Obter 80% dos clientes com pedidos recorrentes
	Alto nível de satisfação dos clientes	NPS (net promoter score)	Ter 50% dos clientes que responderam o questionário com nota maior ou igual a 9
	Produtos internacionalizados	Números de clientes estrangeiros	Possuir 3 clientes estrangeiros

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 6 – Indicadores e metas

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Meta
Processos internos	Processos produtivos atualizados	% de processos internos que estão mapeados e redesenhados	Possuir 90% dos processos produtivos mapeados e redesenhados
	Lotes produtivos padronizados	% de lotes produtivos fora do padrão	Possuir no máximo 5% de lotes produtivos fora do padrão
	Cadeia de suprimento estruturada	Número de fornecedores regionais sobre o total de fornecedores	Possuir 70% de fornecedores sendo categorizados como regionais
		Número de fornecedores de confiança sobre o total de fornecedores	Obter 80% ou mais dos fornecedores sendo categorizados como de confiança
Perspectiva	**Objetivos**	**Indicador**	**Meta**
Aprendizado e Crescimento	Empresa horizontalizada	Número de níveis hierárquicos no organograma	Obter no máximo 3 níveis hierárquicos na empresa
		Número de níveis hierárquicos envolvidos em um mesmo processo	Obter no máximo 2 níveis hierárquicos envolvidos no mesmo processo
	Crescimento do engajamento em redes sociais em redes sociais	% de crescimento da presença em redes sociais	Obter crescimento de 20% nas redes sociais presentes
	Imagem da empresa fortalecida	Números de reconhecimento em eventos, certificados ou cases de sucesso relacionados a gestão ou qualidade da cachaça	Possuir 3 reconhecimentos em eventos, certificados ou cases de sucesso no ano

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 7 – Indicadores e metas

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Meta
Responsabilidade Social e Ambiental	Responsabilidade social	% do faturamento voltada para ações sociais	1% do faturamento voltado para ações sociais
	Responsabilidade sustentável	% de lixo não enviado para aterros sanitários	Ter 80% de lixos não enviados para aterros sanitários
		% de barris reaproveitados	80% dos barris reaproveitados
Perspectiva	**Objetivos**	**Indicador**	**Meta**
Colaboradores	Clima organizacional elevado	Quantidade de anos em média que os trabalhadores permanecem na empresa	Obter 5 anos em média que um trabalhador permanece na empresa
		% funcionários alegando através de questionário o grau de felicidade presente no trabalho	Ter 70% dos trabalhadores felizes com o trabalho na empresa
	Equipe de alta performance	% de metas individuais atingidas	70% das metas individuais dos trabalhadores, atingidas
		% de faturamento reinvestida em capacitação	Ter 2% do faturamento investido em capacitação

Fonte: Autoria própria (2018)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do planejamento estratégico traz análises relevantes acerca de uma empresa, cenários internos e externos como também permitem entender a organização de forma holística, traçando o caminho e a visão de futuro de uma organização.

A definição de metas é muito importante e torna viável o acompanhamento periódico de desempenho da empresa. A organização deve concentrar suas energias na execução das tarefas previamente estabelecidas, mensurado e analisando os resultados coletados, além de ter a disciplina para atingir as metas e conseguir alcançar o patamar desejado. É importante também, que a empresa faça reuniões de análises estratégicas periódicas com o intuito verificar se os objetivos estratégicos e planos de ações elaborados ainda estão condizentes com o cenário e ambição da empresa.

REFERÊNCIAS

KAPLAN, R. S. Mapas Estratégicos – Balanced Scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MATOS, F. G. de. Estratégia de empresa. São Paulo: Makron Books, 1993.

MINTZBERG, Henry et al. O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

OLIVEIRA, D. P. R. Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas. 18ª edição. SP; ATLAS, 2002.

PORTER, M. E. Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SANTOS, L. A. A. Planejamento e gestão estratégica nas empresas. 5ª Edição. SP. Atlas, 1992. WHITTINGTON, Richard. O que é estratégia. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

Capítulo 48

PROPOSTA DE MELHORIA NO SERVIÇO DE ENGENHARIA DE PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO POR MEIO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

Otávio Henrique dos Reis Almeida
Vanessa Maria de Souza
Marina Tomé Maia
Fábio Mariano
José da Silva Ferreira Júnior

Resumo: O presente artigo apresenta a modelagem de um projeto de simulação a eventos discretos realizado em uma empresa de engenharia de segurança e proteção. Tem-se como objetivo principal, estudar e simular o processo referente a um Serviço de Execução de Projeto de Prevenção de Combate a Incêndio e Pânico, a fim de conhecer sua capacidade em um período de um mês, verificar o seu gargalo produtivo e buscar a melhoria do processo. Devido à exigência do Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) pela prefeitura e fiscalização do Corpo de Bombeiros Militar, indústrias, lojas de comércio e prestadoras de serviços, viram-se na obrigatoriedade de se protegerem. Então, com a simulação do cenário atual comparada à melhoria, o ProModel® se firmou como uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão, proporcionando à empresa opção para obter maior produtividade e, consequentemente, maior lucro nas suas operações.

1. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro está se tornando cada vez mais competitivo com empresas sofrendo pressões constantes fazendo com que as empresas se desenvolvam e se adaptem às exigências do mercado, tanto estrategicamente quanto operacionalmente. Apenas análises superficiais ou de cunho qualitativo não se aderem mais às empresas neste ambiente, sendo que os gestores encontraram, atualmente, uma forma mais eficaz para análise e avaliação de alternativas na tomada de decisão, envolvendo modelos computacionais e simulação dos diversos problemas enfrentados pelas empresas e seus respectivos sistemas produtivos.

Segundo Ragsdale (2011) um modelo computacional é um conjunto de dados matemáticos e suposições lógicas, repassados para um computador como representação daquilo que é um problema ou acontecimento de decisão da vida real. Há características e benefícios da modelagem importantes, sendo elas: representações simplificadas da problemática de decisão ou da realidade; possuidoras de um custo financeiro baixo, além de possibilitar uma análise e minimização de prejuízos com sistemas mal elaborados; fornecedoras de informações relevantes no tempo certo; a maneira mais fácil de representar situações tidas como impossíveis de se aplicar na realidade; e principalmente, permitem conhecer e entender a problemática de decisão estudada.

No setor de serviços não seria diferente, pois desempenha um importante e crescente papel no emprego e nas transações econômicas gerais, tanto como atividade principal quanto como fornecedora de insumos ao setor industrial e agrícola. Destaca-se ainda o seu peso nas transações comerciais internacionais e na captação de investimentos externos diretos (CHESNAIS, 1996; CANUTO; LIMA; ALEXANDRE, 2003).

Focando especificamente no setor de prevenção de combate a incêndio e pânico (PCIP), este é um campo de estudo da Engenharia de Segurança que visa a proteção à vida e do patrimônio (construções civis), além de minimizar perdas causadas pelo fogo ou explosões e danos devido a sinistros. Um sistema PCIP, atua de maneira a dificultar o surgimento e propagação do fogo, facilitar a fuga de pessoas presentes no local do incêndio, garantindo, assim, a integridade física das vítimas e facilitando as ações de salvamento pelos bombeiros, cabendo ao Corpo de Bombeiros Militar, atuar como órgão de fiscalização (CAMPOS; CONCEIÇÃO, 2006).

A partir de tal fiscalização feita pelo Corpo de Bombeiros Militar e a obrigatoriedade das prefeituras em exigir o Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros para entregar o alvará de funcionamento, a

demanda por estes serviços aumentou consideravelmente nos últimos anos. Os estabelecimentos como indústrias, lojas de comércio e prestadoras de serviços, viram-se na necessidade de buscar por tal proteção.

Dessa maneira, o presente artigo tem como objetivo estudar e simular virtualmente o processo referente a um Serviço de Execução de um Projeto de PCIP a fim de obter conhecimento da sua capacidade em um período de um mês, verificar qual o seu gargalo e buscar melhorias para tal processo.

A estrutura deste trabalho é formada pela revisão teórica sobre os tópicos de Simulação a Eventos Discretos, Prestação de Serviços e Engenharia de Projeto de PCIP. Posteriormente, será estudado o método de pesquisa Modelagem e Simulação na confecção do projeto de segurança e sua aplicação. Por último, serão apresentadas as conclusões e as referências bibliográficas utilizadas neste artigo.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

A simulação é a importação da realidade para um ambiente controlado onde o comportamento do processo pode ser estudado sob condições variadas, sem riscos físicos e sem altos custos envolvidos. Ela permite avaliar e analisar sistemas reais a partir da construção de modelos computacionais, sendo, assim, uma poderosa ferramenta de apoio à tomada de decisão. Já a partir de meados da década de 1980, a simulação passou a explorar o enorme potencial do computador pessoal, e teve-se, com isso, o surgimento da chamada “simulação visual” (OLIVEIRA; FAVARETTO, 2013; MAURÍCIO; LEAL; LOMBARDI, 2013; CRUZ *et al.*, 2002).

As vantagens trazidas pela simulação são a de se poder visualizar o sistema, implementar mudanças e responder a questões do tipo “o que aconteceria se” (*what-if*), reduzindo gastos desnecessários e tempo, quando em comparação com uma análise no ambiente real. Ou seja, tais vantagens apresentam-se no fato de se poder compreender, manipular e verificar o comportamento do sistema e do objeto de estudo, de forma segura e a custos bem inferiores aos que seriam necessários em análises com modificações no sistema produtivo real (SILVA *et al.*, 2013).

Maciel, Montevechi e Pereira (2013), listam algumas razões para se adotar a simulação como ferramenta de auxílio à decisão, são elas:

- Promover a solução criativa de problemas;

- Identificar causas de problemas;
- Prever resultados;
- Considerar a variação de sistemas;
- Promover soluções totais;
- Ser eficiente do ponto de vista econômico;
- Ser usada para verificar soluções analíticas geradas por outros métodos;
- Ser mais simples que outras ferramentas.

No entanto, a simulação apresenta algumas desvantagens apresentadas por Torres (2001), que são: a construção do modelo requer treinamento especial, demandando tempo e experiência; os resultados da simulação podem ser difíceis de interpretar em função da aleatoriedade; a modelagem e análise de simulações podem levar, relativamente, mais tempo que outras soluções; e, por fim, a simulação pode ser usada inapropriadamente, quando soluções de outra natureza resolveriam o mesmo problema em menor tempo ou custo.

Concluindo este tópico, a simulação a eventos discretos é utilizada para modelar sistemas que mudam o seu estado em momentos discretos no tempo, a partir da ocorrência dos eventos. Esta técnica pode ser aplicada em muitas áreas, inclusive em diversos setores de serviços (CHWIF; MEDINA, 2007).

2.2 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Oliveira e Favaretto (2013) afirmam que serviço é a soma de elementos que se juntam para criar uma experiência inesquecível, em um determinado ponto no tempo, para um cliente. Esses elementos incluem um produto, serviço intangível ou tangível, uma configuração de serviço e um sistema de prestação de serviços, ou seja, pessoas, equipamentos, organização e outros sistemas que permitam a entrega da experiência de atendimento ao cliente. Contudo, Sakurada e Miyake (2009) enfatizam que a distinção entre bens e serviços pode ser aparentemente fácil, porém vale salietar que, na realidade, em muitos sistemas, há uma combinação de ambos em processos de produção de bens ou serviços.

Dentro desta área de serviços, são vários os pontos críticos que podem ser observados. O gerenciamento da demanda e a utilização da capacidade, nas operações de serviços, são dois destes desafios gerenciais de grande importância para obter um melhor aproveitamento na utilização dos

recursos frente a uma demanda de comportamento aleatório (SABBADINI; GONÇALVES; OLIVEIRA, 2006).

Segundo Lustosa *et al.* (2008), muitos dos conceitos e técnicas de programação em manufatura são aplicáveis em serviços e vice-versa. Essas possibilidades ficam claras quando se entende bem tais conceitos e as técnicas desenvolvidas. Por exemplo, regras de sequenciamento de tarefas em uma máquina, podem ser utilizadas para priorizar o atendimento em postos de trabalho. No sentido oposto, alguns conceitos de programação de serviços são úteis na produção de bens personalizados (customização) produzidos sob encomenda.

Já Injerini (2011) argumenta que, por ter características que diferem à produção de bens, a programação de operações e a alocação de recursos de serviços deram origem a métodos próprios. Como o produto de serviços não pode ser estocado, a boa utilização da capacidade tem de ser obtida por meio da sincronização da demanda com a produção, ou do ajuste da capacidade à demanda e que, devido e essa impossibilidade de criar estoques, não é possível de proteger, por esta maneira conta as incertezas da demanda. Outra diferença é que, em operações de serviço, a demanda é menos previsível, pois os clientes podem decidir impulsivamente sobre que serviço ele deseja receber.

2.3. SERVIÇOS DE ENGENHARIA DE PROJETO DE PCIP

A implantação de complexos industriais ou áreas comerciais requer a contratação de empresas projetistas e construtoras que, a partir das necessidades operacionais e ocupacionais da fábrica, desenvolvem projetos básicos para posterior detalhamento. Nas construções civis, cada setor têm suas singularidades, e os riscos de incêndios são classificados conforme a ocupação e os equipamentos instalados (SILVA, 2008).

Entretanto, ainda são raros os trabalhos direcionados à modelagem e simulação de projetos de combate a incêndio e pânico. Tal característica apresenta-se como oportunidade para desenvolvimento de projetos e pesquisas, tornando-se, assim, de grande importância a este setor, a execução desta e outras pesquisas relacionadas.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Adota-se neste trabalho o Método de Modelagem e Simulação, utilizado principalmente para: conhecer detalhadamente a forma de operação do sistema; desenvolver políticas operacionais e

recursos para aperfeiçoar o desempenho do sistema; testar novos conceitos e/ou sistemas antes de implementá-los; e obter informações sem alterar o sistema atual (PEREIRA *et al.*, 2013).

O desenvolvimento de um modelo de simulação compõe-se de três grandes etapas, segundo Chwif e Medina (2007), Montevechi *et al.* (2010) e Machado *et al.* (2014) para melhor execução da pesquisa. As três etapas estão descritas abaixo e serão a base metodológica para este trabalho.

a) Concepção: o programador da simulação deve entender claramente o sistema a ser simulado e os seus objetivos, por meio da discussão do problema com especialistas. Deve-se decidir com perfeição qual será o escopo do modelo, suas hipóteses e o seu nível de detalhamento, coletando, ainda, os dados de entrada. Finalizada esta etapa, o modelo teórico deve ser ilustrado de acordo com alguma técnica de representação de modelos de simulação, a fim de torná-lo um modelo conceitual em que outras pessoas envolvidas no projeto possam entendê-lo.

b) Implantação: o modelo conceitual é convertido em um modelo computacional por meio de alguma linguagem programável de simulação ou de um simulador comercial. Deve posteriormente ser validado com especialistas e por meio de testes de hipótese.

c) Análise: o modelo computacional validado está pronto para a realização do experimento, dando origem ao modelo operacional. Nesta etapa, são efetuadas várias rodadas e os resultados da simulação são analisados e registrados. A partir dos resultados, conclusões e recomendações sobre o sistema podem ser geradas. Se o resultado da simulação não for satisfatório, o modelo pode ser modificado, e este ciclo, formado pelas três etapas, é reiniciado.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada está localizada na cidade de Passos/MG e atua no ramo de prestação de serviços de engenharia, oferecendo projetos de segurança como o de combate a incêndio e pânico. A organização foi escolhida por ser a maior em seu ramo em número de projetos na cidade e devido a abertura dos dados e facilidade de acesso para os pesquisadores. Conta com nove funcionários, os quais cinco deles atuam diretamente na prestação do serviço especificado; produz por volta de dezesseis projetos em um período de um mês, trabalhando quarenta horas semanais.

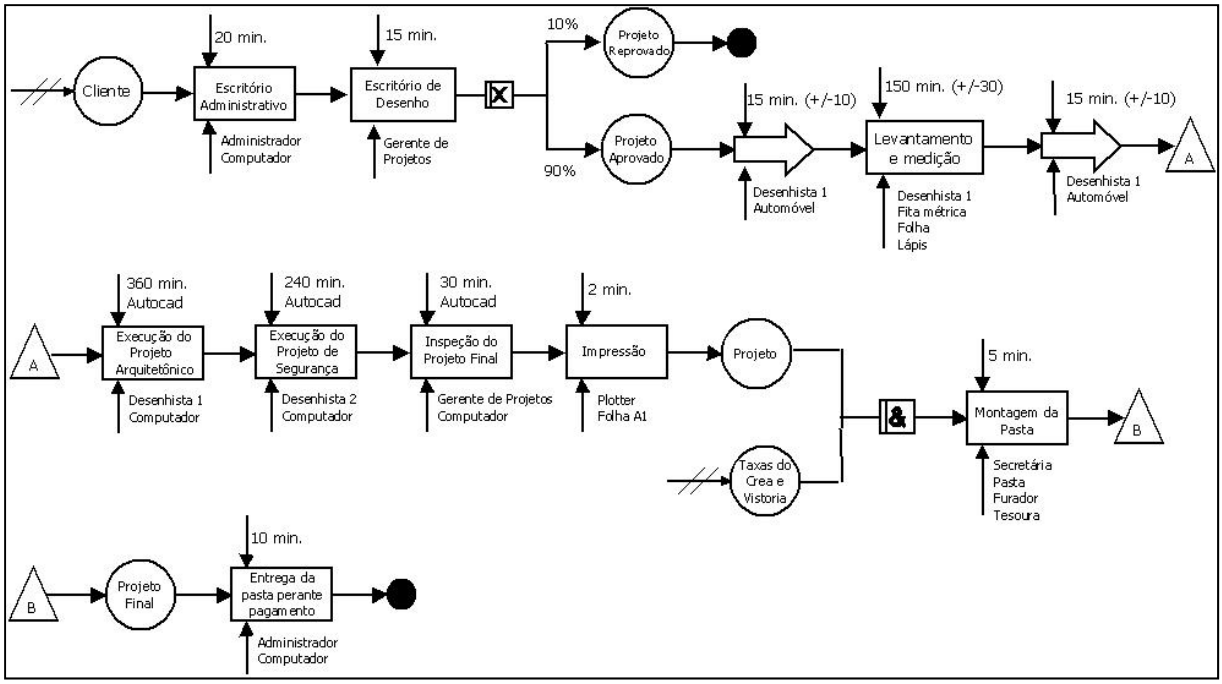
A pesquisa usufruiu-se das três etapas enfatizadas no Método de Pesquisa para a simulação do processo no serviço de engenharia de projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico. Cada etapa está descrita segundo os procedimentos avaliados por estes autores como cruciais para tais procedimentos de modelagem e simulação.

4.2. FASE DE CONCEPÇÃO

Nesta primeira fase, fez-se necessário uma análise do ambiente pelos pesquisadores, mapeando e coletando os dados de tempo de cada atividade/processo. Em resumo, pode-se sequenciar o processo da seguinte forma: O cliente chega à empresa procurando pelo serviço e o escritório administrativo passa os preços e a condição de pagamento, dependendo da área que será analisada no escritório de desenho. Descoberto a área e sabendo a proposta da organização, o cliente decidirá se quer ou não realizar a confecção do projeto. Se sim, um desenhista da empresa irá até o local para fazer um levantamento e medição da área dos cômodos e equipamentos a serem desenhados em arquivo eletrônico. Feito o esboço, o desenhista realizará a execução do projeto arquitetônico e, posteriormente, será feito o projeto de combate a incêndio e pânico. Terminado o projeto, é feito uma inspeção final e, logo em seguida, a plotagem. O projeto impresso é anexado junto às taxas de vistoria e do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e assinado pelo engenheiro responsável e entregue ao cliente em uma pasta personalizada da empresa, de acordo com as normas do bombeiro.

Para a validação desta abstração, os autores encaminharam o esboço para o engenheiro responsável da empresa e para os responsáveis de cada atividade. Todo o processo descrito foi confirmado e mapeado, segundo a técnica IDEF-Sim, na Figura 1. Conforme dissertado por Leal (2008), tal técnica de mapeamento de processos é caracterizada por ser voltada em sua origem, para a modelagem de sistemas, contando com símbolos próprios, esta por sua vez, fornecendo suporte à modelagem computacional. Os tempos de cada operação variam muito da área e do tipo de cada projeto, sendo executada uma aproximação estatística de média e desvio padrão com os dados coletados em cada setor, quando possível extrair o desvio padrão.

Figura 1 – IDEF-Sim do processo de engenharia de projeto de prevenção e combate a incêndio



Fonte: do Autor

4.3. FASE DE IMPLANTAÇÃO

A partir do modelo conceitual apresentado na Figura 1, inicia-se a fase de implantação, com a criação do modelo computacional. Para construir tal modelo, utilizou-se a versão 7.5 *Student* do *software* ProModel®. Em virtude desta versão, foram feitas simplificações do sistema real para o computacional, sem prejudicar os resultados.

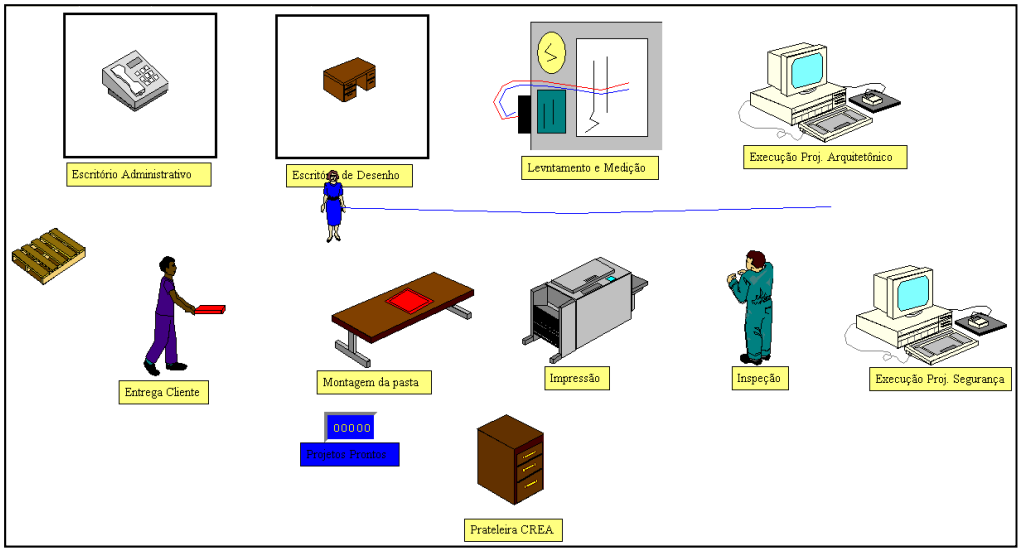
As etapas de programação para a construção deste modelo estão descritas a seguir:

- Criação de locais: Com base no IDEF-Sim, desenvolveram-se figuras específicas para o modelo computacional, sendo assim chamados os locais: escritório administrativo, escritório de desenho, levantamento e medição do local, execução do projeto arquitetônico, execução do projeto de segurança, inspeção do projeto, impressão, montagem da pasta, entrega do produto, saída do escritório e prateleira CREA;
- Criação das Entidades: A partir do modelo conceitual, foram criadas as entidades para o modelo computacional, sendo elas: cliente, projeto impresso, vistorias/taxas CREA, projeto final, projeto aprovado e projeto reprovado;

- Criação de Variáveis: Para saber a quantidade de projetos que a empresa consegue confeccionar e, após a melhoria, quantos irão aumentar, foi criado um contador no local Montagem da Pasta, que caracteriza a finalização do projeto;
- Criação da Rede de Caminho: Criada entre o escritório de desenho, o levantamento e medição e a execução do projeto arquitetônico. Nela caminha o Desenhista 1, que irá até o escritório de desenho para pegar o endereço, depois se locomoverá até o local para desenhar as medidas no papel e, posteriormente, repassará para arquivo eletrônico;
- Criação dos recursos: Apenas o desenhista 1 que atua em mais de um processo foi inserido, sendo que os funcionários, por atuarem em apenas uma atividade, estarão vinculados com seu local de trabalho;
- Criação dos Processos: Foram elabolado, com seus devidos tempos de operação, locais e destinos, regras, lógicas de movimentos e fluxo, conforme explicita a Figura 1;
- Criação do Tempo da Simulação: O tempo de simulação foi estabelecido em 160 (cento e sessenta) horas (oito horas por dia em 20 dias úteis).

A Figura 2 apresenta o *layout* do modelo simulado no *software* ProModel®, utilizando todas as informações apresentadas anteriormente. Para verificação deste modelo computacional, novamente os gestores da empresa avaliaram e deram parecer favorável a utilização deste. Para validação estatística, a Tabela 1 foi utilizada, apresentando os dados da produção real e simulada e a Figura 3 apresenta os dados obtidos pelo software Minitab® para Teste de hipótese *Paired t* com hipótese alternativa diferente de 0. De acordo com Montgomery (2001), como o P-value foi maior do que 0,05, ambas as linhas são iguais estatisticamente, validando assim o modelo virtual. Nos dados apresentados, nota-se maior variação entre os meses no objeto de estudo que são explanados devido a sazonalidades climáticas e alterações legais que se passa o setor.

Figura 2 – *Layout* do modelo simulado no ProModel do processo de execução do PCIP



Fonte: do Autor

Tabela 1 – Comparação entre produção real e simulada

Mês	Projetos aprovados (Real)	Projetos aprovados (Simulação)
1	15	17
2	14	16
3	17	17
4	18	17
5	5	16
6	6	17
7	10	15
8	25	17
9	19	16
10	5	16
11	32	16
12	13	16

Fonte: do Autor

Figura 3 – Teste Paired-t Minitab®

Paired T-Test and CI: Real; Simulado

```
Paired T for Real - Simulado

              N      Mean    StDev  SE Mean
Real         12   14,9167   8,1403   2,3499
Simulado     12   16,3333   0,6513   0,1880
Difference   12  -1,41667  8,03920  2,32072


95% CI for mean difference: (-6,52453; 3,69120)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0,61  P-Value = 0,554
```

Fonte: Do autor

4.4. FASE DE ANÁLISE

Executando a simulação do modelo computacional, vários resultados foram obtidos, como total de entradas, total de saídas, projetos reprovados, taxa de ocupação, entre outros. Conforme a Tabela 2, a maior taxa de ocupação está no levantamento de medição do local, representando o gargalo da empresa. Isso ocorre devido a um único funcionário (Desenhista 1) realizar esta função, além de executar o projeto arquitetônico, levando em conta, ainda, que estas operações demandam maior tempo. Observa-se, também, a falta de balanceamento com os outros setores, pelo fato de alguns processos serem muito rápidos, como é o caso da impressão e da montagem da pasta.

Tabela 2 – Taxa de ocupação dos locais.

Locais	Escritório Administrativo	Escritório de Desenho	Levantamento de Medição do Local	Execução do Projeto Arquitetônico	Execução do Projeto de Segurança	Inspeção do Projeto	Impressão	Montagem da Pasta	Entrega do Produto	Saída do Escritório	Prateleira CREA
Taxa de ocupação (%)	49,97	86,01	89,80	68,40	42,50	5,31	0,35	0,89	1,77	0,00	62,20

Fonte: do Autor

De acordo com os resultados obtidos pela simulação, a organização consegue produzir em média 17 (dezessete) projetos para serem entregues aos clientes, e apenas 1 (um) projeto não foi de interesse do mesmo. A produção simulada ficou muito próxima da produção real, pois a empresa confecciona hoje, uma média de dezesseis por mês, conforme apresentado na Tabela 1.

Os autores observaram ainda que, havia demanda para os projetos, e os mesmos só não eram entregues em uma quantidade maior, por causa da capacidade da empresa. Estudando-se os dados obtidos pelo software ProModel® e já verificado na observação da empresa, percebeu-se a necessidade de uma melhoria, e como o Desenhista 1 estava sobrecarregado e com o seu posto representando a maior taxa de ocupação, decidiu-se propor uma melhoria neste local.

A dúvida da empresa era: “Contratando um funcionário para auxiliar o Desenhista 1, quantos projetos poderiam ser produzidos e se tal contratação seria viável financeiramente, caso fizesse um paralelo

entre o salário do contratado e quantidade de projetos confeccionados a mais". A partir desta dúvida, excluiu-se o Desenhista 1 de uma de suas funções, que foi a de execução do projeto arquitetônico e alocou-se um novo funcionário para a mesma. Na nova simulação, o gargalo deixou de ser o levantamento de medição do local e passou a ser a execução do projeto arquitetônico, conforme a Tabela 3.

Com a melhoria implantada, a empresa consegue, agora, produzir 23 (vinte e três) projetos, seis a mais que na primeira simulação. Com estes projetos executados a mais a empresa seria capaz de sustentar este novo funcionário e obter ainda um lucro de, em média, 25% superior ao atual, conforme os gestores apresentaram em entrevistas posteriores.

Tabela 3 – Taxa de ocupação dos locais após a melhoria.

Locais	Escritório Administrativo	Escritório de Desenho	Levantamento de Medição do Local	Execução do Projeto Arquitetônico	Execução do Projeto de Segurança	Inspeção do Projeto	Impressão	Montagem da Pasta	Entrega do Produto	Saída do Escritório	Prateleira CREA
Taxa de ocupação (%)	11,26	57,15	85,61	90,79	58,39	7,19	0,48	1,20	2,40	0,00	60,19

Fonte: do Autor

5. CONCLUSÕES

Os objetivos desta pesquisa eram de verificar a quantidade de projetos de combate a incêndio e pânico poderiam ser produzidos no objeto de estudo, verificar o gargalo produtivo e propor uma melhoria para o processo. Diante disto, afere-se que todos foram alcançados com êxito seguindo todo o método proposto.

Constatou-se, por meio estatístico, que o modelo simulado ficou muito próximo do modelo real, e após a aplicação da melhoria, os pesquisadores e a empresa puderam concluir que a alteração no número de funcionário era viável. Isso demonstra que é de grande valia a utilização de modelos virtuais para simular condições do ambiente real, tendendo a dados, resultados e variáveis confiáveis e podendo auxiliar aos gestores na tomada de decisões.

As maiores dificuldades desta pesquisa foram: determinar os tempos para cada processo da empresa, principalmente levantamento, execução de projeto arquitetônico e execução de projeto de combate a incêndio e pânico (o tempo destes processos depende muito da área a ser medida e desenhada); e encontrar paralelos na literatura da área, em vista dos raros trabalhos voltados para este tipo de setor de serviços.

Finalizando, o trabalho mostrou-se de grande apoio à empresa e ao setor, pois com ele foi possível demonstrar oportunidades de melhoria para o objeto de estudo, incluindo a possibilidade de se obter maiores lucros. Também é notório que a pesquisa possa servir de base a outros da área, auxiliando na construção do conhecimento de um segmento extremamente importante para a segurança das pessoas como um todo.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. T.; CONCEIÇÃO, A. L. S. Manual de Segurança Contra Incêndio e Pânico Proteção Passiva. Brasília, 2006, 219p. Disponível em: <http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Ebooks_para_download/Prevencao_de_Incendio/manual_protecao_passiva.pdf>. Acesso em: 3 de dezembro de 2014.

CANUTO, O.; LIMA, G. T.; ALEXANDRE, M. Investimentos externos em serviços e efeitos potenciais da negociação da ALCA. Texto para discussão nº 942. Brasília: IPEA, 2003, 86p.

CHESNAIS, F. A Mundialização do Capital. 2. Ed. São Paulo: Xamã, 1996, 335p.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações. 2. Ed. São Paulo: Elsevier, 2007, 320p.

CRUZ, M. M. C.; CAMPO, D. C.; SANTOS, S. B.; CARDOZO, S. Modelo de simulação para o controle das construções. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002, Curitiba. Anais eletrônicos XXII ENEGEP, Curitiba: UFES, 2002.

INJERINI, M. A. Simulação aplicada a processos de prestação de serviços, Itajubá, 2011. Disponível em: <http://orff.uc3m.es/handle/10016/13525>. Acesso em : 3 de novembro de 2014.

LEAL, F. Análise do efeito interativo de falhas em processos de manufatura através de projeto de experimentos simulados. Tese (Doutorado), Engenharia Mecânica, Universidade do Estado de São Paulo, Guaratinguetá/SP, 2008.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 380p.

MACHADO, E. E.; MOUTRA, T. N. R.; FERREIRA, T. S.; SILVA, C. J.; FERREIRA JUNIOR, J. S. Proposta de melhoria por Modelagem e Simulação em uma empresa do setor de confecção de vestuário. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10, 2014, Juiz de Fora. Anais do X EMEPRO 2014.

MACIEL, A. C.; MONTEVECHI, J. A. B.; PEREIRA, T. F. Análise da alteração de leiaute em uma linha de manufatura de um componente automotivo através da simulação a eventos discretos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, 2013, Salvador. Anais eletrônicos ENEGEP/Proceedings ICIEON. Salvador: UNIFEI, 2013.

MAURÍCIO, T. B.; LEAL, F.; LOMBARDI, F. Utilização da Simulação a Eventos Discretos no Dimensionamento de um Layout Celular. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 45, 2013, Natal. Anais eletrônicos do XLV SBPO. Natal: UNIFEI, 2013.

MONTGOMERY, D. C. Design and Analysis of Experiments. 5. Ed. Arizona: Arizona State University, 2001.

MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F. S.; OLIVEIRA, M. L. M.; SILVA, A. L. F. Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: na application in a Brazilian tech

company. In: Winter Simulation Conference, Proceedings. Anais do WSC 2010. Baltimore, MD, USA, 2010.

OLIVEIRA, N. M. C.; FAVARETTO, F. Análise das filas de um sistema de serviços utilizando simulação a eventos discretos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, 2013, Salvador. Anais eletrônicos XXXIII ENEGEP. Salvador: UNIFEI, 2013.

PEREIRA, T. F.; TAKANO, M. A.; LEAL, F.; PINHO, A. F. Aplicação da simulação a eventos discretos em um ambiente hospitalar visando a melhoria no processo de atendimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 45, 2013, Natal. Anais eletrônicos do XLV SBPO. Natal: UNIFEI, 2013.

RAGSDALE, C. T. Modelagem e Análise de Decisão. Edição Revisada. São Paulo: Cengage Learning, 2011, 590p.

SABBADINI, F.; GONÇALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. J. F. Gestão da Capacidade de Atendimento e Simulação Computacional para a Melhoria na Alocação de Recursos e no Nível de Serviço em Hospitais. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 3, 2006, Resente. Anais eletrônicos do SEGET. Resende: UFRJ, 2006.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. I. Aplicação de Simuladores de Eventos Discretos no Processo de Modelagem de Sistemas de Operações de Serviços. Gestão & Produção, v. 16, n. 1, p. 25-43, 2009.

SILVA, A. S. Engenharia de prevenção e combate a incêndios: combate a incêndio por Sprinklers automáticos em bandeja de cabos. 2008. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

SILVA, A. S. B.; OLIVEIRA, G. S.; ARCOS, J. I. L.; FERREIRA JUNIOR, J. S.; ALMEIDA, D. A. Análise por simulação a eventos discretos de uma empresa Calçadista – Lead Time e estoque intermediário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 45, 2013, Natal. Anais eletrônicos do XLV SBPO. Natal, 2013.

TORRES, I. Integração de Ferramentas Computacionais Aplicadas ao Projeto e Desenvolvimento de Arranjo Físico de Instalações Industriais. Dissertação (Mestrado), Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2001.

Capítulo 49

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS PARA AMPLIAÇÃO DA RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTO

Lucas Coelho de Avila (lucascoelho_avila16@yahoo.com.br)
Gudelia g. Morales de Arica (gudelia@uenf.br)

Resumo: As cadeias de suprimento são formadas pela união de várias empresas que trabalham em conjunto com o objetivo de confeccionar um produto ou fornecer um serviço. Atualmente estão inseridas em um contexto de grande dinamismo, estando sujeitas a interrupções

Palavras-chave: resiliência, cadeias de suprimento, teoria das redes complexas, competitividade.

1. INTRODUÇÃO

Uma cadeia de suprimentos (CS) pode ser modelada como uma rede formada por um conjunto de nós (ou vérices) que representam unidades de negócios autônomas (como empresas que são capazes de exercer escolhas soberanas) e um conjunto de conexões (ou arestas) que representam as interações entre essas empresas retratando a possível sequência da criação de determinado produto ou serviço (HEARNSHAW; WILSON, 2013).

As CS são bastante complexas devido à grande quantidade de empresas constituintes, às vezes muito distantes geograficamente, e ao extenso número de conexões, de variados tipos, entre elas. Por isso é estritamente necessário um correto gerenciamento dessas cadeias (PONOMAROV; HOLCOMB, 2009).

Todas as empresas que formam uma CS são interdependentes entre si para a realização de suas atividades, e caso ocorra uma falha em alguma delas poderá se alastrar pela cadeia, gerando vários problemas ao longo da mesma, o que é conhecido como “efeito cascata”, e pode comprometer o funcionamento da mesma. Esta é a razão para buscar mensurar o quão suscetível uma cadeia está e o quanto seria capaz de se recuperar de uma falha em algum de seus componentes. Ao valor dessa medida, atribui-se o nome de resiliência (CRAIGHEAD *et al.* 2007).

As CS resilientes conseguem passar por essa situação de turbulência, de maneira a sofrer o mínimo de danos possíveis, e ainda conseguem voltar ao seu desempenho normal ou a um melhor, de forma rápida e ágil. Sendo assim, torna-se evidente a necessidade de se investir em estratégias que aumentem a resiliência das CS, para que elas possam sobreviver às crescentes incertezas e instabilidades dos mercados, fornecendo seus produtos e serviços corretamente e dentro do prazo estabelecido, independentemente da ocorrência de quaisquer problemas (SHEFFI; RICE, 2005). Hearnshaw e Wilson (2013) atestam que é possível aplicar conceitos teóricos e empíricos da teoria das redes complexas ao contexto das CS, considerando-as como sistemas adaptivos complexos, e com isso encontrar estratégias que otimizem seu desempenho.

Tendo em vista esse cenário, o presente trabalho tem como objetivo identificar estratégias e métodos na tentativa de melhorar o desempenho de CS e garantir seu funcionamento independente de qualquer interrupção. Para tal, será realizada uma aplicação da teoria das redes complexas com relação às CS, considerando-as como redes complexas adaptadas e utilizando-se das teorias existentes nessa área.

1.1 METODOLOGIA

A elaboração do trabalho foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

Etapa 1 – revisão de literatura a respeito da resiliência nas CS: com o objetivo de abordar o conceito de resiliência nas CS de acordo com vários contextos. Foram estudados alguns exemplos de CS resilientes e foram adquiridas informações a respeito de alguns fatores que podem afetar positivamente ou negativamente a resiliência das CS.

Etapa 2 – analogia das CS com a abordagem das redes complexas: tendo em vista o fato de que as CS podem ser entendidas como redes complexas, foram utilizadas as teorias existentes nessa área, com o intuito de identificar características que podem ser positivas ou negativas para sua resiliência.

Etapa 3 – identificação de estratégias para melhorar o desempenho das CS: após analisadas as características, foram listadas algumas estratégias ou sugestões que ajudem a tornar as CS mais resilientes.

2. RESILIÊNCIA EM CS

Atualmente, devido à grande instabilidade e dinamismo da maioria dos mercados, deve-se analisar a CS como um todo e não apenas cada empresa que a constitui de forma isolada. (CHRISTOPHER, 2012).

Segundo Blackhurst *et al.* (2011) *apud* Pereira e Silva (2013), qualquer tipo de ruptura nas CS é capaz de causar impactos econômicos significativos às organizações e se não forem gerenciados de maneira rápida e efetiva, podem desencadear uma série de problemas, comprometer o atendimento da demanda e causar perda de mercado.

Desenvolver resiliência nas CS representa uma possível defesa contra impactos de diferentes níveis, além de poder beneficiar-se da falta de preparo de seus concorrentes em reagir prontamente e, assim, aumentar sua parcela de mercado. A maioria dos autores define resiliência em palavras diferentes, porém a ideia é sempre consistente em relação a todos; geralmente mencionando-se conceitos como capacidade de adaptação, antecipação ao impacto de eventos inesperados e continuidade de operações (PEREIRA; SILVA, 2013).

2.1 EXEMPLOS DE CS RESILIENTES

De acordo com Pereira e Silva (2013) as CS da Nokia e da Chrysler são exemplos de resiliência em momentos críticos. Com isso, conseguiram se recuperar de grandes problemas que poderiam ter

comprometido seu funcionamento, e ainda atingiram um desempenho melhor do que o anterior devido à falta de resiliência de empresas concorrentes que também enfrentaram os mesmos problemas.

2.1.1 CASO DA EMPRESA NOKIA

No dia 17 de março de 2000, ocorreu um incêndio em uma das cinco plantas de semicondutores da Philips, o que deixou as empresas de celulares Nokia e Ericsson em uma delicada situação, pois dependiam totalmente da Philips para a produção de determinados chips. Sendo assim, a Nokia alterou a configuração de seus chips de modo que outros fornecedores pudessem supri-la durante o tempo de recuperação da Philips, e com isso, conseguiu se recuperar em 6 meses. Além disso, ainda conseguiu ampliar sua parcela de mercado, absorvendo a parcela perdida pela Ericsson, que não foi capaz de conseguir fornecedores secundários e se recuperar (PEREIRA; SILVA, 2013).

2.1.2 CASO DA EMPRESA CHRYSLER

Em 11 de setembro de 2001, o ataque terrorista às torres gêmeas nos Estados Unidos levou ao bloqueio de muitos aeroportos por todo o país. Com isso, fornecedores do México e do Canadá que supriam as multinacionais da Ford e Chrysler, (que utilizam o sistema JIT), não conseguiram realizar suas entregas corretamente. Diante da ameaça de um grande prejuízo, a Chrysler decidiu converter o transporte aéreo para terrestre, e com isso conseguiu reduzir o atraso em suas entregas. A Ford não agiu da mesma forma, o que lhe acarretou prejuízos, pois não foi capaz de suprir a demanda (PEREIRA; SILVA, 2013).

3. FATORES QUE SE RELACIONAM COM A RESILIÊNCIA DAS CS

Existem vários fatores que se relacionam com a resiliência de uma CS, podendo esse relacionamento ocorrer de forma positiva (o aumento do fator também acarreta no aumento da resiliência), ou de forma negativa (quando o aumento no fator causa redução da resiliência da cadeia).

Muitos desses fatores são similares aos estudados na abordagem das redes complexas, e podem influenciar significativamente a resiliência das cadeias de suprimentos. Alguns deles serão abordados a seguir.

3.1 RISCOS

O conceito de risco diz respeito à probabilidade de ocorrência de eventos de ordem negativa, com potencial para afetar o desempenho de uma CS quanto à realização de suas atividades.

Qualquer evento que possa vir a afetar negativamente o fluxo de materiais e informações entre o fornecedor inicial e o usuário final deve ser considerado como um risco de interrupção na cadeia de suprimentos (JUTTNER; PECK; CHRISTOPHER, 2003). Segundo Chistopher e Peck (2004), os riscos podem ser decorrentes de fontes internas, externas ou ambientas.

Os riscos se relacionam negativamente em relação à resiliência, pois quantificam a probabilidade de que ocorram interrupções que prejudicam o desempenho da cadeia.

3.2 VULNERABILIDADE

Jüttner e Maklan (2011) definem vulnerabilidade como suscetibilidade da cadeia à ocorrência de possíveis rupturas. As fontes de vulnerabilidades são definidas segundo Vlajic; Van der Vorst e Haijema (2012) apud Santos; Alcântara, (2014) como sendo características da cadeia de suprimentos ou de seu ambiente que levam à ocorrência de eventos inesperados que são causas diretas ou indiretas de distúrbios.

Matematicamente, a vulnerabilidade pode ser medida em termos de "risco", ou seja, como uma combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e de sua gravidade potencial (Craighead et al, 2007; Sheffi; Rice, 2005).

Riscos e vulnerabilidade possuem significados distintos, mas seus conceitos são tratados em conjunto. A vulnerabilidade, por exemplo, pode estar associada à complexidade das cadeias, demora no tempo de resposta e localização de plantas em ambientes de risco (PEREIRA; SILVA, 2013). Dessa forma, caso a ocorrência de um risco se concretize, quantos mais vulnerável a cadeia estiver, maiores serão os danos causados.

Assim como os riscos, a vulnerabilidade também se relaciona negativamente em relação à resiliência, pois reflete o tamanho dos prejuízos que a ocorrência de um evento negativo poderá gerar.

3.3 ROBUSTEZ

O conceito de robustez por sua vez, pode ser definido de acordo com Zsidisin et al. (2005, p.3404) como a habilidade de um sistema em resistir a rupturas. Tal conceito diferencia-se do conceito de

resiliência, por envolver uma ideia de rigidez e não de elasticidade ou flexibilidade. Spiegler et al. (2012) *apud* Pereira; Silva, (2013) afirma que um sistema robusto é capaz de responder a variações razoáveis, enquanto que um sistema resiliente responde a grandes rupturas. Isso acontece porque um sistema robusto sobrevive a pequenas ou médias pressões, porém desmorona após certo limite. Já um sistema resiliente sempre consegue se adaptar e restabelecer seu desempenho, por maior que seja a pressão.

Apesar de não tornar as CS resilientes, a robustez influencia positivamente na resiliência, pois determina o quanto uma CS é capaz de resistir a possíveis impactos.

3.4 FLEXIBILIDADE

Segundo Bowersox (1995), flexibilidade pode ser definida como a habilidade em se adaptar a circunstâncias inesperadas, possibilitando que a empresa possa se adaptar às constantes modificações impostas pelo mercado.

De acordo com Slack (1987) *apud* Scavarda et al. (2013), existem quatro tipos de flexibilidade: do produto (introduzir novos produtos ou fazer novas modificações nos existentes); do volume (capacidade de alterar seu volume global de produção); da mistura (habilidade para aumentar seu mix de produtos) e de distribuição (capacidade de alterar os prazos de entregas planejados).

Além dos conceitos citados acima, existe um leque de possíveis flexibilidades interorganizacionais, tais como: flexibilidade de relacionamento, logística, de abastecimento, entre outras. A flexibilidade se relaciona positivamente com a resiliência, sendo necessário aquisições de competências que estimulem seu fortalecimento.

4. ABORDAGEM DAS REDES COMPLEXAS APLICADA NAS CS

As CS podem ser entendidas como redes complexas de empresas que sofrem turbulências contínuas (PETTIT *et al.* 2010). Isso cria um potencial de perturbações imprevisíveis capazes de gerar interrupções no fornecimento de produtos e serviços aos consumidores finais e grandes transtornos para as empresas que as constituem (SANTOS; ALCÂNTARA, 2014).

Através da associação com as abordagens das redes complexas, pode-se tirar algumas conclusões a respeito do comportamento da resiliência em CS, tendo em vista que as CS resilientes apresentam características em comum. Em primeiro lugar, geralmente são livres de escala e seguem uma lei de potência em relação à distribuição de graus dos seus vértices. Isso significa que há disparidades e

diferenças entre os números de ligações dos nós, pois enquanto um pequeno número de nós detêm grande parte das ligações da rede, um grande número de nós detêm uma quantia ínfima do total de ligações. Os poucos vértices que detêm a maioria das ligações, são conhecidos como empresas hub ou líderes de canal, sendo responsáveis por liderar, difundir comunicação e coordenar a CS, tendo uma importância relevante em seu funcionamento.

Em segundo lugar, outra característica é o comprimento de caminho curto entre os nós (empresas), o que significa que por mais extensa que seja a cadeia, os nós não estão muito distante uns dos outros, o que permite difundir informações rapidamente ao longo de todo o sistema. É importante destacar que esse conceito não se refere à distância geográfica, e sim à distância de conexão; ou seja, a maioria das empresas constituintes da CS mantêm relações ou contatos entre si.

Em terceiro lugar e não menos importante, outra característica é o alto coeficiente de clusterização, que mede a possibilidade de que duas empresas que estejam conectadas com uma terceira, também estejam conectadas entre si. Um alto coeficiente de clusterização ajuda a melhorar a colaboração e a reduzir comportamentos oportunistas,

Além dessas características, pode-se realizar analogias entre conceitos existentes na teoria dos grafos com grandezas ou conceitos existentes em outras áreas para tirar conclusões importantes a respeito do comportamento das cadeias de suprimentos em relação aos riscos aos quais estão expostas.

4.1 RESILIÊNCIA E ENTROPIA

A entropia é um conceito físico originalmente utilizado em termodinâmica, que mede o nível de desordem ou agitação das moléculas de um sistema. O termo é derivado do grego, significando “em mudança”. Nota-se, há presença de incerteza nessa agitação.

A entropia (no sentido da Física) geralmente é representada pela letra S, sendo sua fórmula dada por: $\Delta s = Q / T$, onde Q representa o calor recebido ou cedido por um sistema em Joules, e T representa a temperatura em graus Kelvin, quando esta se mantém constante durante todo o processo.

Quando um sistema recebe calor, sua agitação molecular aumenta, aumentando sua entropia. Nesse caso $\Delta s > 0$. Como exemplo de aumento de entropia, podemos citar a fusão do gelo, pois quando a água se encontra no estado sólido, suas moléculas estão bem mais organizadas e arrumadas próximas às outras, sendo assim, sua entropia é baixa. Porém, quando o gelo derrete, a água passa para o estado líquido, onde a configuração de suas moléculas passa a ser mais bagunçada, se comparada à configuração do estado sólido, o que significa que a sua entropia aumenta.

Da mesma maneira, quando um sistema cede calor, sua agitação molecular diminui e sua entropia também, sendo Δs<0. Pode ser ilustrado como o contrário do exemplo anterior, quando a água líquida se solidifica transformando-se em gelo.

Nas CS uma medição da entropia é justamente o indicativo do que causa a grande heterogeneidade de ligações, mostrando com que a cadeia apresente vários nós com número de ligações que podem ser completamente distintos, dando origem a interpretações, como empresas hub (centrais) ou empresas periféricas (marginais). Portanto, essa desordem em relação ao número de ligações de cada vértice contribui para a resiliência da cadeia. A entropia pode ser considerada como sendo uma média da heterogeneidade das redes, sendo uma medida efetiva da resiliência para o caso de falhas aleatórias. A otimização consistirá em maximizar a entropia da distribuição de graus.

Barbieri (2010) descreve a entropia como um modelo matemático para variáveis aleatórias, onde cada uma dessas variáveis possui uma determinada probabilidade de ocorrência (p1, p2... pn), sendo que o somatório de todas essas probabilidades é igual a 1. Dessa forma, pode ser usada como medida para a predição de uma fonte de informação. Nesse caso, há uma série de prováveis eventos e suas respectivas probabilidades de ocorrência (p1, p2, ..., pn). O valor da entropia é máximo quando todos as probabilidades são iguais (p1 = p2 = pn).

Barbieri (2010) constatou que a entropia das CS atinge maior valor quando as probabilidades de interrupções para cada parte que a compõe são o mais próximo possível umas das outras. Isso significa que as estratégias e ações que buscam resiliência devem ser implementadas por todas as empresas que fazem parte da cadeia e não somente pelas empresas principais, pois somente englobando todas elas a entropia irá conseguir chegar a um valor próximo ao máximo possível.

4.2 RESILIÊNCIA E INVULNERABILIDADE

De acordo com Santos e Alcântara (2014) a análise da literatura permite identificar que o estudo da resiliência em cadeia de suprimentos combina os princípios do conceito de “resiliência” com estudos de vulnerabilidade. Conforme já visto, uma cadeia de suprimento vulnerável apresenta baixa resistência a falhas. Por outro lado, uma cadeia invulnerável representa o oposto disso, podendo ser definida como aquela que apresenta grande resistência a falhas; dessa forma, se alguma falha acontecer, não irá comprometer o desempenho da cadeia, auxiliando positivamente em sua resiliência

.

Através das fórmulas utilizadas para medição da entropia e sua analogia com o conceito de invulnerabilidade, foram realizadas adaptações à realidade das cadeias de suprimentos, e então elaborada uma fórmula diretamente para o cálculo da resiliência de uma rede G, que segundo Li, 2014, pode ser dada por:

$$H(G) = -\sum_{i=1}^{N} \frac{ki}{\sum_{n=1}^{N} kn} log2 \frac{ki}{\sum_{n=1}^{N} kn}$$

De acordo com essa equação, H(G) determina a invulnerabilidade da cadeia, considerando-se falhas em cascata, sendo:

- "ki": o número de vizinhos do nó i em questão, ou seja, o grau do nó i, segundo a teoria de grafos e redes;
- "N": o número de nós inicial da rede.

Analisando a fórmula, pode-se perceber que a invulnerabilidade de cada cadeia depende de sua estrutura, assim como do grau de cada nó que a compõe e do grau de interdependência entre eles. Quanto maior o valor de H(G) mais resiliente a cadeia será, visto que a invulnerabilidade influencia positivamente na resiliência.

4.3 RESILIÊNCIA E ASSORTATIVIDADE

Assortatividade pode ser definida como a tendência de um nó em se conectar com outros nós de grau parecido. Desse modo, uma rede pode ser dita assortativa quando os nós de alto grau possuem grandes chances de se conectar com outros que também possuem um alto grau, assim como os de baixo grau em sua maioria das vezes se conectam com aqueles que também possuem baixo grau. A assortatividade pode ser avaliada através da correlação entre graus de nós vizinhos.

Em Barbieri (2010), a probabilidade de que um vértice de grau k esteja conectado com outro vértice de grau k' dependa do grau do vértice k, pode ser dada pela fórmula da probabilidade condicionada que em Boccaletti et al. de acordo com a fórmula (1):

$$P(k'|k) = \frac{k' P(k')}{<k>} \qquad (1)$$

Onde P(k'/k) representa a probabilidade de que uma aresta de um nó de grau k se conecte a um nó o vértice de gau k', P(k') representa a probabilidade de se encontrar um nó de grau k' na rede, e ⟨ k ⟩ o grau médio da rede.

A média do grau dos vizinhos mais próximos de vértices com grau k, pode ser denotada por $\langle k_{nn} \rangle$, e pode ser expressa de acordo com a fórmula (2):

$$\langle k_{nn} \rangle = \sum_{k'} k' P(k'|k) \qquad (2)$$

Quando $\langle$ knn $\rangle$ é uma função crescente em k, os nós de alto grau tendem a se conectar entre si, e a rede é chamada de assortativa. Porém, quando $\langle$ knn $\rangle$, é decrescente em k, a rede é dita disassortativa. Uma rede disassortativa representa o oposto de uma rede assortativa. Sendo assim, nesse tipo de rede nós de alto grau possuem grande tendência em se conectar com nós de baxo grau, e vice- versa. Caso não haja nenhum tipo de correlação, pode-se concluir que a rede não é nem assortativa, nem disassortativa, sendo portanto $\langle$ knn $\rangle$, independente de k. Segundo Bonatto et al. (2015), as redes assortativas são mais resilientes se comparada às disassortativas, pois os nós hubs encontram-se agrupados o que diminui os prejuízos causados caso ocorra uma interrupção em algum dos nó hub.

5. POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR A RESILIÊNCIA NAS CADEIAS DE SUPRIMENTO

Com base em tudo o que foi analisado, pode-se propor algumas sugestões de estratégias para aumentar a resiliência das CS. Como exemplo:

- Estabelecer planos de gerenciamento de riscos, pois ajudam a empresa a sustentar suas operações durante e após uma ruptura, o que contribui para a resiliência da cadeia;
- Aumento das relações de troca entre empresas de camadas distantes, ou ampliação do processo de desintermediação, como por exemplo, no caso da Dell e Amazon, onde são usadas tecnologias de informação e comunicação para eliminar o varejo convencional, podendo os produtos acabados ser entregues diretamente ao consumidor final. Essa estratégia diminui as distâncias de conexão nas CS, o que reduz custos e facilita a difusão de informações;
- As CS devem ser heterogêneas em relação a distribuição do número de ligações de cada vértice, de modo a gerar maior entropia e possibilitar o surgimento de empresas hub, ou seja, há a necessidade da presença de empresas líderes ou centrais;
- As empresas líderes que detêm grande importância para a cadeia, devem também se conectar preferencialmente com outras líderes, aumentando assim a assortatividade da cadeia;

- Deve-se evitar criar relações de grande dependência com um determinado fornecedor, sendo necessário que existam outras opções de fornecimento a serem recorridas, caso ocorra uma falha ou ataque ao fornecedor principal.

6. CONCLUSÕES

Foi apresentado neste trabalho a importância da resiliência para as CS, e a necessidade de se investigar métodos de identificação de possiveis falhas e implementar estratégias que visam aumentar a resiliência, tendo em vista os benefícios que ela pode gerar tanto para as empresas participantes da cadeia, quanto para os clientes, ao garantir que os produtos e serviços planejados serão elaborados e entregues de forma satisfatória.

Foram apresentadas formulações que buscam mensurar o fator resiliência e assortatividade nas CS, usando-se a representação e analise da estrutura de grandes redes, além de abordados diversos fatores e conceitos que afetam a resiliência, e a partir das inter-relações entre eles, retiradas algumas conclusões e sugeridas algumas estratégias a respeito de alternativas capazes de aumentar a resiliência em CS.

Sendo assim, é possível afirmar que sempre há maneiras compreender a rede que representa uma CS, a fim de melhorar e garantir o bom funcionamento e competitividade das cadeias de suprimento, mesmo em condições adversas, sendo necessário para tal a investigação e busca contínua de métodos que visem aumentar a resiliência, neste caso, interpretando resultados pelo estudo da estrutura de redes complexas.

7. REFERÊNCIAS

BARBIERI, L. A. Análise de Robustez em Redes Complexas. Dissertação do Curso de Pós-Graduação em Ciências na Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos, 2010.

BLACKHURST, J., DUNN, K.S.; CRAIGHEAD, C.W. An Empirically Derived Framework of Global Supply Resiliency. Journal of Business Logistics, v.32, n.4, p.374-391, 2011

BOCCALETTI, S.; LATORA V.; MORENO Y.; CHAVEZ M.; HWANG D. Complex Networks: Structure ad Dynamics. Physics Reports, v.4-5, p 175-308, 2006.

BONATTO, D., FELTES, B. C., POLONI, J., SILVA, F. R. Introduction to systems biology. Research Gate, 10.13140/2.1.3342.6883, 2015. All content following this page was uploaded by Bruno César Feltes on 08 February 2019.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.

CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor. 4 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CHRISTOPHER, M.; PECK, H. Building the resilient supply chain. International Journal of Logistics Management, v.15, n.2, p.1-14, 2004.

CRAIGHEAD, C. W.; BLACKHURST, J.; RUNGTUSANATHAM, M. J.: HANDFIELD, R. B.: The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. Decision Sciences. Vol, 38, nº 1, 2007.

HEARNSHAW, E. J. S.; WILSON, M. M. J. A complex network approach to supply chain network theory. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 33 Iss 4 pp. 442 – 469, 2013.

JUTTNER, U.; MAKLAN, S. Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study. Supply Chain Management: An International Journal, v.16, n.2, p.246-259, 2011.

JUTTNER, U.; PECK, H.; CHRISTOPHER, M.: Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. International Journal of Logistics: Research and Applications. Vol. 6 No. 4, pp. 199-213, 2003.

LI, Y. Networked Analysis Approach of Supply Chain Network. Journal of Networks, China, 8p. 3 mar. 2014.

PEREIRA, R. C., SILVA, L. A. Cadeia de suprimentos resiliente: especificidades de uma abordagem para gestão de rupturas. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador – BA, 08 a 11 out. 2013.

PETTIT, T.J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K.L. (2010). Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework. Journal of Business Logistics, v.31, n.1, p.1-21.

PONOMAROV, S.Y.; HOLCOMB, M.C. Understanding the concept of supply chain resilience. The International Journal of Logistics Management, v.20, n.1, p.124-143, 2009

SANTOS, G. M., ALCÂNTARA, C. R. L. Elementos da gestão de resiliência em cadeias de suprimentos. XXXVIII Encontro da Anpad, Rio de Janeiro/RJ – 13 a 17 set. 2014.

SCAVARDA et al. 2013. Supply Chain Resilience Analysis: A Brazilian Automotive Case. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, FGV-EAESP, V. 55, n.3.

SHEFFI, Y.: RICE JR, J. B.: A Supply Chain View of the Resilient Enterprise. Fall Research Feature. Vol, 47, nº 1, 2005.

SLACK, Nigel et al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1987.

SPIEGLER, V.L.M.; NAIM, M.M.; WIKNER, J. A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. International Journal of Production Research, v.50, n.21, p.6162-6187, 2012.

VLAJIC, J.: van der VORST, J. G. A. J.; HAIJEMA, R.: A framework for designing robust food supply chains. International Journal Production Economics. Vol, 137, pp. 176-189, 2012.

ZSIDISIN, G.A.; MENLYK, S.A.; RAGATZ, G.G. An institutional theory perspective of business continuity planning for purchasing and supply management. International Journal of Production Research, v.43, n.16, p.3401-3420, 2005.

Capítulo 50

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO ESTUDO DE CRONOANÁLISE EM UM LAVA-JATO NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL-PA

Eborah Sampaio Pedreira Aves (deborah.engpro@gmail.com)
Alberto Carlos de Melo Lima (acmlima@gmail.com)
Vanessa da Silva Coutinho (vanessacoutinho592@gmail.com)
Maria de Nazaré Nunes de Maria (nazanunesm@gmail.com)
Maria Luiza de Souza Melo (mluiza1713@gmail.com)

Resumo: O setor de serviços é um ramo de constante crescimento, nesse contexto entram as empresas prestadoras de serviços de limpeza automotiva. Nesse sentido, o presente trabalho trata-se de um estudo de caso realizado em um lava jato de pequeno porte localizado no município de Castanhal-PA, visando analisar o processo das atividades de lavagem externa e interna. Para isso, aplicaram-se ferramentas do estudo de cronoanálise onde foi possível obter informações sobre o processo produtivo realizado pela empresa, e assim, dividi-lo em atividades para registrar o tempo demandado de cada operação levando em consideração o ritmo dos operadores e as necessidades físicas dos mesmos. Por conseguinte, a partir das observações elaborou-se o fluxograma do processo, a coleta das cronometragens das atividades onde foi possível realizar os cálculos para o tempo normal, tempo padrão e capacidade produtiva. Por fim, com base nisso, apresentou-se recomendações de melhoria para esta prestadora de serviço de limpeza.

Palavras-chave: Cronoanálise, capacidade produtiva, serviço.

1. INTRODUÇÃO

Os serviços estão presentes na vida do homem desde os primórdios da vida social, mas foram precisos milênios para que homens públicos, economistas, administradores e a sociedade em geral passassem a prestar mais atenção na importância deles (URDAN, 1993).

Segundo IBGE (2019) o setor de serviços é caracterizado por atividades bastante heterogêneas quanto ao porte das empresas, à remuneração média e à intensidade no uso de tecnologias. Nas últimas décadas, o desempenho das atividades que compõem o setor vem se destacando pelo dinamismo e pela crescente participação na produção econômica brasileira.

Em outras palavras, o serviço representa um tipo de produto que não pode ser palpável e segundo Freire (2009) é qualquer atividade que abastece o mercado de consumo mediante pagamento.

Segundo dados do SEBRAE (2019) entre 2009 e 2010, as ruas brasileiras ganharam 5,456 milhões de carros, um crescimento de 9,19%. O aumento nos registros superou a produção do setor: em 2010, a indústria automobilística produziu 3,638 milhões de veículos, número considerado recorde. Desde então esse número vem crescendo exorbitantemente.

De acordo com o DETRAN (2018) em dezembro de 2018 a frota total de veículos no Brasil foi de 100.746.553, na região norte do Brasil, mais especificamente no Pará o número de veículos vai para 2.013.952 o equivalente a 2% do total nacional. Em Castanhal, cidade que está localizada a pequena empresa que será o objeto de e estudo, possui um número total de

76.417 veículos, o equivalente a 3,8% da quantidade paraense. Entretanto, o número que correspondente à frota de automóveis (carros particulares) no município de Castanhal é 22.474, proporcional a 29,4% do total de veículos.

Nesse sentido, pode-se observar a necessidade que há na prestação de serviços de limpeza desses veículos. Portanto, o presente artigo trata-se de um estudo de caso em uma pequena empresa deste ramo, que tem por finalidade analisar as atividades organizacionais através do estudo de cronoanálise para assim obter a capacidade produtiva e de forma conclusiva apresentar melhorias no processo produtivo da empresa baseando-se nos referidos métodos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SERVIÇOS

Pode-se considerar serviços como um bem não material, levando em conta que são um conjunto de atividades realizadas por uma empresa a fim de atender as necessidades dos clientes. Fitzsimmons e Fitzsimmons (2007) definem serviços como “uma experiência perecível, desenvolvida para um consumidor que desempenha o papel de coprodutor”. Além disso, os serviços possuem características específicas, como intangibilidade, simultaneidade e não-estocabilidade.

Conforme Tyson (2001), o primeiro lava-jato surgiu em 1914 em Detroit nos Estados Unidos. Estes surgiram com a finalidade, de facilitar a vida das pessoas que querem seus carros limpos. Sendo assim, os lava-jatos se caracterizam como serviços que buscam atender as necessidades dos clientes que querem dar ao seu veículo um tratamento especial.

2.2 TEMPOS E MOVIMENTOS

Segundo Peinado e Graeml (2007) o estudo de tempos e movimentos é um dos métodos mais amplamente utilizados quando se fala em planejamento e padronização do trabalho. Esse método teve como seu introdutor Frederick Taylor, no início dos anos de 1881.

Taylor enfatiza que qualquer trabalho precisa de um estudo prévio (planejamento) para que se determine a melhor maneira de executá-lo. Também defendia a necessidade de um rigoroso controle para que as tarefas fossem executadas de acordo com a sequência e um tempo pré- estabelecidos, de modo a não haver desperdício (SENAC, 2014).

Para Taylor, o trabalho é feito de forma mais econômica e eficiente quando pode-se fazer análises dividindo os movimentos necessários para executar cada operação, decompondo cada operação da tarefa de forma ordenada em séries de movimentos simples. Onde os movimentos inúteis eram eliminados e os úteis racionalizados ou simplificados. Com a realização desse tipo de análise, surgia o estudo de tempos e movimentos, determinando o tempo médio para o operário realizar a tarefa, por meio da utilização do cronômetro (PEINADO; GRAEML, 2007).

Portanto, conforme Cury e Saraiva (2018) utilizando o estudo de tempos e métodos, desenvolve-se um melhor modo de realizar as operações de um processo. Atribui-se movimentos e um tempo padrão para cada operação que deve ser seguido para que a organização encontre melhores resultados no mercado em que atua .

2.3 ESTUDO DE CRONOANÁLISE

A cronoanálise representa uma ferramenta muito utilizada no ambiente industrial, especialmente na área de logística. Para Oliveira (2009) a cronoanálise é o método utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas, possíveis quebras de maquinários, entre outras.

Francischini (1997) recomenda um método de oito etapas para realizar estudos de cronoanálise, sendo eles:

1) Obter informações sobre a operação e o operador em estudo;
2) Dividir a operação em elementos e registrar a descrição com o processo do método;
3) Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
4) Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
5) Avaliar o ritmo do operador;
6) Verificar se foi cronometrado o número suficiente de ciclos;
7) Determinar as tolerâncias;
8) Determinar o tempo padrão das operações.

2.4 TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO

Entende-se por tempo normal (TN) o tempo necessário para um colaborador realizar uma operação em ritmo normal de trabalho. Para Barnes (1977) esse tempo é o tempo dispendido para a realização de uma operação onde o trabalhador trabalha em ritmo normal sem levar em conta a tolerância. Esse valor é considerado como o tempo de uma operação, visto que não leva em conta as influências externas ao trabalho.

O tempo normal é representado pela Equação (1):

$$\frac{\quad}{\quad} \qquad (1)$$

Onde:

TN = tempo normal

TC = tempo cronometrado V = velocidade do operário

Por outro lado, ainda de acordo com Barnes (1977) para a determinação do tempo padrão (TP) deve-se considerar a duração de todos os elementos da operação e, deve-se incluir o tempo de todas as tolerâncias necessárias. Em outras palavras, tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por operador apto e treinado, trabalhando em ritmo normal. Sendo assim, o tempo padrão se caracteriza como a soma do tempo normal e as tolerâncias, podendo ser tolerância pessoal, tempo reservado para as necessidades pessoais, ou tolerância para fadiga, que trata da redução momentânea do ritmo de trabalho, principalmente quando delimitam esforços pesados.

O tempo padrão pode ser representado pela Equação (2):

(2)

Onde:

TP = tempo padrão TN = tempo norma

TF = fator de tolerância

O fator de tolerância é calculado a partir da Equação (3):

(3)

Onde 0,17 é o valor adotado para as tolerâncias.

2.5 CAPACIDADE PRODUTIVA

Capacidade produtiva é a quantidade máxima de produtos e/ou serviços que uma empresa é capaz de produzir em determinado período. Slack (2009) diz que a capacidade produtiva que uma empresa possui representa o seu potencial de produção, bem como o volume ideal de produtos ou serviços a ser realizado pela mesma.

(4)

Onde:

C = capacidade produtiva

TD = tempo disponível (8 horas) TP = tempo padrão

2.6 FLUXOGRAMA DO PROCESSO

O fluxograma ou diagrama do fluxo do processo é uma ferramenta da qualidade, que segundo Peinado e Graeml (2007), utiliza símbolos gráficos para representar um processo através da descrição do seu passo a passo, o fluxograma é um recurso visual com o objetivo de mostrar

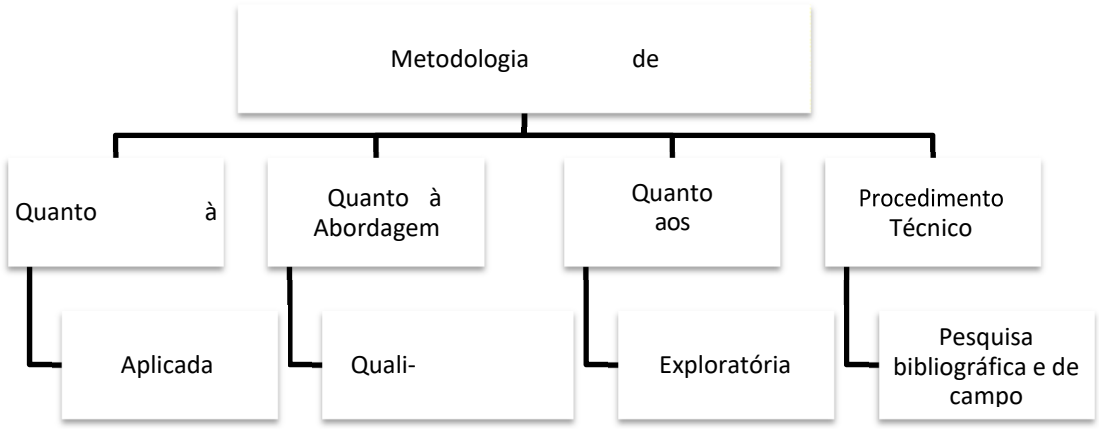
as informações do fluxo do processo e a sequência operacional de uma forma de fácil análise e identificação de oportunidades de melhorar a eficiência da atividade.

De acordo com Oliveira (2013), o fluxograma trata-se da representação gráfica através de diversas formas geométrica que representa a sequência de um trabalho de forma analítica, identificando as operações, os responsáveis e os setores organizacionais envolvidos. Cury (2015) afirma que os símbolos que compõem o fluxograma possuem o objetivo de distinguir e evidenciar a origem da atividade, encadeamento e o destino da informação.

3. METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa cientifica tem como objetivo conhecer cientificamente um ou mais aspectos de determinado assunto. O produto da pesquisa cientifica deve contribuir para o avanço do conhecimento da sociedade. Além disso, uma pesquisa cientifica pode abordar um estudo já existente, como forma de complementar os resultados produzidos na investigação anterior. Na Figura 1 está representada a estrutura metodológica utilizada neste trabalho.

Figura 1: Estrutura da metodologia de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O trabalho quanto à sua natureza, caracteriza-se como aplicada, pois gera conhecimentos dirigidos para a aplicação prática. Quanto à abordagem da pesquisa trata-se de quali- quantitativa, pois a partir

da coleta de dados foram empregados métodos e modelos estatísticos para melhor entendimento e desenvolvimento do conteúdo. Quanto aos fins à investigação é exploratória, que segundo Vergara (2012), uma pesquisa é exploratória quando visa proporcionar uma maior familiaridade com o tema e possíveis descobertas.

Quanto aos procedimentos técnicos o trabalho baseou-se em pesquisa bibliográfica, com o objetivo de reforçar e ter base concreta de conceitos como: estudo de tempo e movimentos, capacidade produtiva, cronoanálise e setor de serviços. Prodanov e Freitas (2013) apontam que a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já publicados, podendo ser livros, revistas, artigos científicos, entre outros. Além disso, é também um estudo de caso, visto que foi feito um estudo a partir de observações dentro de um contexto da vida real.

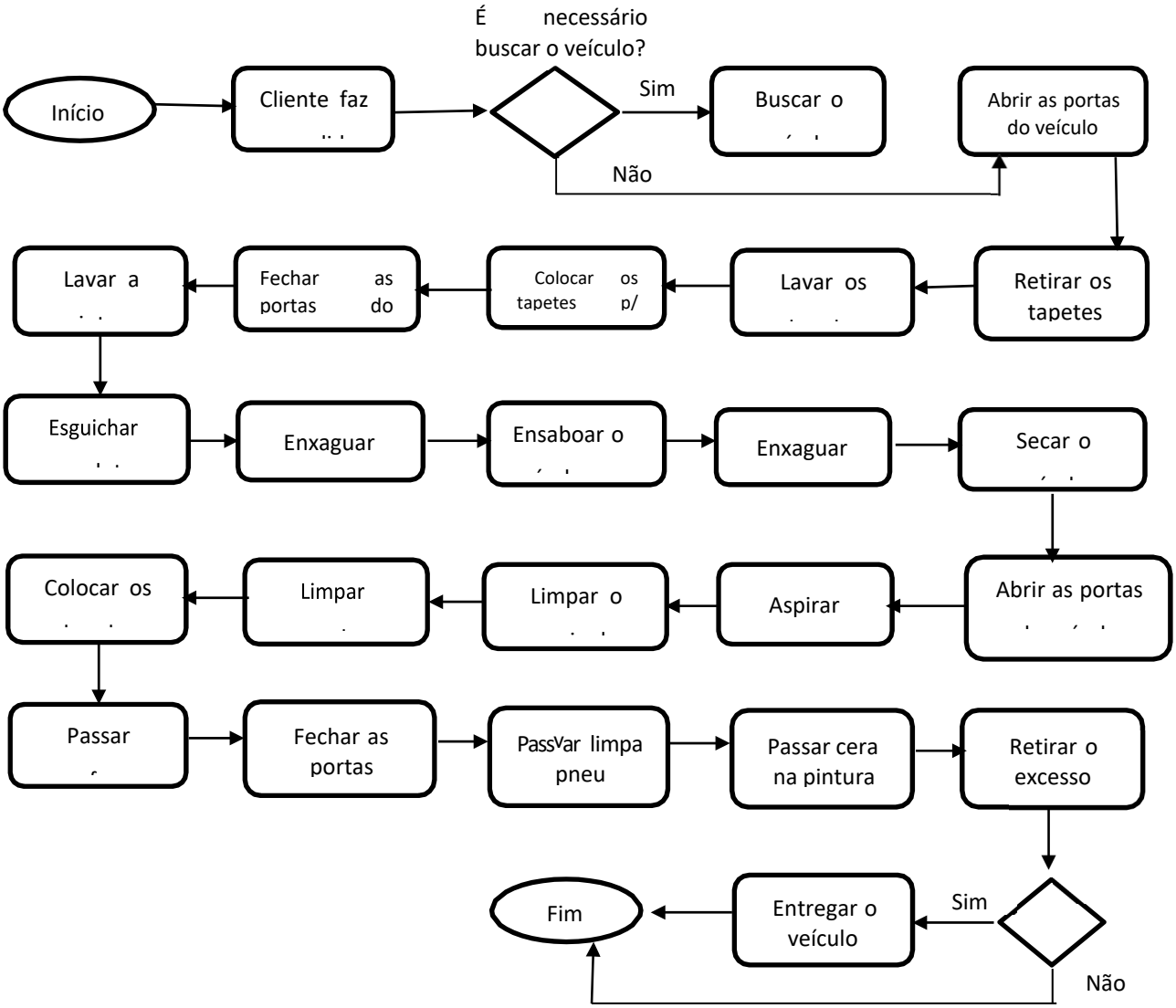
A empresa analisada atua no setor de serviços, sendo um lava-jato de pequeno porte localizado no município de Castanhal, cidade localizada no nordeste do estado do Pará, e distante a 65 km da capital paraense. A empresa está atuando no mercado desde 2011, atualmente o quadro de serviço da empresa é formado por cinco funcionários e realiza serviços de lavagem interna, externa, do motor, completa e enceramento. Entretanto, o presente artigo abordará dois tipos para o estudo de cronoanálise: lavagem interna e externa.

Para a coleta de dados da empresa, foram realizadas entrevistas semiestruturada com o gerente e visitas ao local da realização do estudo, de modo a observar todo o processo da execução do serviço, no intuito de analisar todas as atividades e tornar possível a realização da cronometragem. Após a coleta de dados, foi desenvolvido um fluxograma do processo produtivo do lava-jato, posteriormente para o estudo de cronoanálise foram utilizados materiais como o cronômetro, pranchetas e calculadoras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir de observações do processo produtivo da empresa, foi elaborado um fluxograma descrevendo processo de lavagem externa e interna. A Figura 2 mostra as atividades do procedimento.

Figura 2 – Fluxograma do processo de lavagem externa e interna



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O processo de lavagem tem início no momento que o cliente faz pedido via telefone ou levando o veículo até a empresa, após o posicionamento do veículo é retirado os tapetes e feito a limpeza dos mesmos e a seguir são postos para secar. Em seguida, o funcionário molha a pintura do veículo para a retirada do excesso de sujeira e esguicham os produtos para facilitar a remoção das impurezas, então depois dos produtos agirem o funcionário ensaboa o veículo com o auxílio de flanela e sabão específico para limpeza automotiva, em seguida limpa os pneus e as caixas de roda, logo após é feito o enxague para a retida dos produtos e logo depois a secagem do carro. Posteriormente, inicia-se a lavagem interna onde o veículo é aspirado e é realizada a limpeza do painel com uma flanela umedecida, além disso, também é feita a limpeza das portas e porta mala, em seguida ocorre à secagem dos mesmos e a recolocação dos tapetes. É borrifado um perfume na parte interna do veículo. Depois de concluir a

etapa de limpeza interna do veículo, o funcionário fecha as portas do automóvel encerrando com a pintura do veículo para dar brilho e retirar o excesso do produto com o auxílio de uma flanela. Por fim, para finalizar o processo de lavagem, o funcionário usa um produto específico de limpar pneu dando o toque final.

A lavagem de carro neste estabelecimento é realizada por cinco funcionários, entretanto, para cada veículo apenas dois realizam a tarefa, tendo, portanto, a duração média de 62 minutos, esse valor pode alterar de acordo com a situação de cada carro.

Para a realização do estudo de caso, foram aplicadas ferramentas do estudo de cronoanálise (como a proposta por Francischin, 1997) no intuito de apresentar em modelos numéricos os procedimentos desse tipo de serviço. Nesse sentido, obtiveram-se as informações necessárias sobre as operações realizadas pela lava-jato e por meio disso tornou-se possível a divisão das atividades do processo, registrando assim as cronometragens das atividades de lavagem externa e interna. A Tabela 1 a seguir representa esses valores.

Tabela 1 - Tempos cronometrados

Tempos Cronometrados (segundos)						
Atividades	1	2	3	4	5	6
Lavagem externa	2695	2573	2294	2488	2408	2415
Lavagem interna	1181	1161	1520,00	1098	1374	1449
Total	3876	3734	3814	3586	3782	3864
Tempo Médio	3776					

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Assim, foi possível realizar o cálculo da estimativa do número de observações, para comprovar ou não que os valores cronometrados são realmente suficientes para o estudo.

Nesse sentido, para este cálculo utilizou-se a Tabela 2 e Tabela 3 que apresentam valores necessários para encontrar o número de ciclos a serem cronometrados.

Tabela 2 - Coeficientes de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Barnes (1977)

Tabela 3 - Coeficiente para calcular o número de cronometragem

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: Barnes (1977)

Então substituindo os valores na seguinte fórmula têm-se:

(_____)

n = número de ciclos a serem cronometrados;

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada (confiabilidade);

R = amplitude da amostra;

d2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente; X = média da amostra.

(_____)

Portanto, esse valor afirma que as quantidades de cronometragens foram suficientes.

Dando continuidade aos cálculos, foi possível obter a velocidade dos cinco funcionários. Para este procedimento, utilizou-se 52 cartas onde cada colaborador as distribuiu por três vezes. Assim, fez-se a média de cada e por fim tirou-se a média de das médias. A Tabela 4 representa esses valores:

Tabela 4 - Velocidade dos funcionários

Velocidade (segundos)					
Funcionário	1	2	3	4	5
Média	23,03	23,34	20,77	24,04	20,1
Média das médias	22,26				

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Feito isso, tornou-se possível o cálculo do tempo normal pela Equação (1) sendo este realizado pelo operador considerando velocidade/ritmo em um ambiente adequado para a realização da atividade. Sendo o tempo médio cronometrado dado pela Tabela 1 no valor de 62,56 minutos, então transformando o TC = 3776 segundos.

Aplicando o valor do tempo normal dada pela Equação (1), pode-se calcular o tempo padrão pela Equação (2) sendo o tempo em que de fato o funcionário leva para realizar uma operação, considerando o desgaste físico sob uma tolerância de 17%.

Por fim, calculando a capacidade produtiva, através da Equação (2) temos que o TP é igual a 840,54 então o CP para um dia de 8 horas de trabalho aplicado a Equação (4):

$$(_____)$$

Dessa forma, pode-se afirmar que a capacidade produtiva deste lava-jato é de 29 carros por dia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pôde-se observar a necessidade da utilização de ferramentas da Engenharia de Métodos para tornar o processo de prestação de serviço desta empresa mais eficiente, e como todo negócio, objetivando a redução de custo e o aumento da produtividade e consequentemente maior lucratividade.

Nesse sentido, por meio de análises e discursões, foi possível calcular o tempo padrão deste segmento e assim, obter a capacidade produtiva no valor de 29 carros por dia. Entretanto, o serviço prestado não possui um padrão de limpeza, ou seja, as atividades dos processos de lavagem interna e externa são feitas de maneira aleatória. Não possuindo uma ordem cronológica do que cada funcionário deve fazer, destacando-se como uma problemática para desenvolvimento do serviço, tornando assim um serviço não padronizado.

Além disso, o lava-jato apresenta pouco interesse com a segurança do trabalho. Haja vista que nos dias de visitas, em todos eles os funcionários não faziam uso de equipamentos de proteção para as mãos, pés e narinas. Colocando-se em risco, pois utilizam de produtos fortes capazes de ao longo prazo, corroer os dedos e a inalação de alguns podem ocasionar problemas respiratórios e pulmonares. Outro fator é o descaso com a fiação elétrica de algumas máquinas que os funcionários utilizam para fazer a limpeza, pois elas ficam posicionadas em lugares molhados estando em condições precárias de manutenção, trazendo assim riscos de faiscamento.

Portanto, sugere-se a empresa estudada uma melhor distribuição de tarefas entre os funcionários e padronização dos serviços de lavagens. Ademais, a utilização de EPI’s a fim de amenizar os riscos em ambientes de serviço. Tornando assim, a empresa com uma maior qualidade em seus serviços e sobre tudo, maior lucratividade.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos sinceros a empresa de lava-jato que proporcionou a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo. Edgard Blücher, 1977.

CURY, Pedro H.; SARAIVA, José. Organização e métodos: Uma visão holística. São Paulo: Atlas, 2015.

DETRAN. Frota de Veículos 2018, 2018. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota- 2018> Acesso em: 10 Dezembro 2018.

FITZSIMMONS, J.; FITZSIMMONS, M. Service Management: Operations, Strategy, Information Technology. 6. ed. New York: McGraw Hill/Irwin, 2007.

FRANCISCHINI, P.G. Estudo de Tempos. In: Edgard Blucher; Fundação Vanzolini. (Org.). Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blucher/ Fundação Vanzolini, 199 7, v., p. 137-146.

FREIRE, A. A arte de gerenciar serviços: quando o espírito humano supera a ciência na gestão. São Paulo: Strong Consultoria Educacional, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.
Disponível em: <https://briselemsintese.ibge.gov.br/servicos.html >. Acesso em: 14 Fevereiro 2019.

OLIVEIRA, C. Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

OLIVEIRA, R. P. D. Sistemas, organização e métodos. São Paulo: Atlas, 2013.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013.

SEBRAE. Ideias de Negócios, 2019. Disponível em: http://www.sebrae.com.br. Acesso em 05 Abril 2019.

SENAC. DN. Práticas administrativas em escritório / Ateneia Feijó; Elias Fajardo; Cláudio Ulysses Ferreira Coelho. 19. reimpr. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2014. 152 p.13. ISBN 978-85-7458-249-8

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

TYSON, Roberto. Como funcionam os lava rápidos. 2001.
Disponível em: http://carros.hsw.com.br/lava- rapidos.htm. Acesso em: 02 Janeiro 2019.

URDAN, A.T. Qualidade de Serviço: proposição de um modelo integrativo. 238f. 1993. Tese (Doutorado), Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1993.

VERGARA, S. C. Projeto e relatórios de pesquisa em administração. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

Capítulo 51

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT: ANÁLISE DAS EMPRESAS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL CERTIFICADAS NO MARANHÃO NO PERÍODO DE 2015 A 2018.

Darlene Cristine Teixeira Ferreira (darlenemav@gmail.com)
Kássia Vieira Pereira (kassiavp2@gmail.com)
Greice Kely Ferreira Silva Mousinho (greicemousinho@hotmail.com)

Resumo: Este artigo tem por objetivo analisar as empresas certificadas no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat no estado do Maranhão no período que compreende os anos 2015, 2016, 2017 e 2018, bem como a evolução desta norma ao longo desse tempo. Para isso, foram tabulados em gráficos os dados fornecidos pelo Ministério das Cidades, atualmente conhecido como Ministério de Desenvolvimento Regional, e, também extraídas informações das Portarias que regem o PBQP-H. Com isso, através dessa pesquisa, demonstrar que mesmo em um cenário não propício ao crescimento, as empresas maranhenses do setor da construção civil continuam com visão de mudança ao adotar e/ou manter um sistema de qualidade para garantir a melhoria dos seus processos e serviços.

Palavras-chave: PBQP-H, Qualidade, Construção Civil.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira ainda é um dos setores de atividade que eleva a economia do país e está em constante desenvolvimento, apesar de que nos últimos anos tenha sido afetada diante das crises política e econômica que o país vivenciou ao longo dos tempos. E esse desenvolvimento está diretamente ligado ao crescimento dessa área que sempre promove incentivos capazes de alavancar melhores resultados econômicos. Segundo Teixeira (2009, p. 2), "a indústria de construção pode ser indicada como setor prioritário na alocação de recursos escassos por seus efeitos econômicos e sociais positivos e seu papel fundamental na sustentação do desenvolvimento econômico e na geração de empregos".

Sendo assim, a necessidade de implementação de programas de qualidade específicos para empresas da construção civil começou a surgir, pois os programas outrora existentes eram voltados para a indústria de produtos acabados. Um dos Programas que surgiu, é o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), que o Governo Federal instituiu na década de 90. Este programa trouxe grande mudança e competividade neste setor. E, considerando que a Certificação, conforme Marshall (2008), é um conjunto de atividades desenvolvidas por um organismo independente, sem relação comercial, com o objetivo de atestar publicamente, por escrito, que determinado produto ou processo está em conformidade com os requisitos, que podem ser até internacionais, a garantia do certificado representa uma vantagem competitiva.

A obtenção de um melhor processo produtivo, a minimização dos custos de produção são apenas uns dos exemplos de melhorias na empresa com a certificação. Sem dúvida, as empresas que buscam uma certificação de qualidade, visam a garantia de satisfação dos seus clientes e a melhoria de seus processos. No estado do Maranhão, as empresas deste setor ao aderir ao processo de implantação do PBQP-H se colocam num patamar de inovação e competitividade no mercado. O objetivo geral desta pesquisa é analisar as empresas que foram certificadas e/ou aderiram ao programa no estado do Maranhão e, ainda demostrar a evolução do programa, ou seja, as atualizações que os requisitos e regras obtiveram desde a elaboração inicial até então.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DA QUALIDADE

As organizações ao longo de suas existências têm buscado, mesmo que de forma empírica, caminhos para a sobrevivência e manutenção no mercado competitivo. Quanto maior o nível de complexidade das operações, maior a busca por implementação de ferramentas que resultem na diminuição dos custos e aumento da produtividade. As ferramentas utilizadas nos processos de gestão foram sendo estruturadas a partir de 1950, com base em conceitos e práticas existentes. (MARSHALL, 2008). A partir da década de 90 um novo padrão de desenvolvimento começou a se instalar na economia brasileira: redução de custos, racionalização das cadeias internas cliente-fornecedor, terceirização de atividades secundárias, adoção de novos métodos organizacionais e gerenciais, difusão de programas da qualidade. A busca de maior eficiência e aumento da produtividade passou a ser uma constante no planejamento das organizações. Assim, a certificação de conformidade tornou-se uma das ferramentas mais importantes para este processo de mudança. A certificação dos sistemas de gestão atesta a conformidade do modelo de gestão de fabricantes e prestadores de serviços em relação a requisitos normativos. Segundo Lobo (2010), podemos considerar “Sistema da Qualidade” como um conjunto da estrutura organizacional, dos procedimentos, dos processos e dos recursos necessários para implementar a gestão da qualidade. O sistema da qualidade deve ser tão abrangente quanto necessário para atingirem os objetivos da qualidade, satisfazer as necessidades internas, requisitos do cliente além de garantir o cumprimento de aspectos legais e contratuais. A adoção de um sistema de gestão implica na padronização dos métodos e práticas de uma organização. Marshall Junior et all (2008) preconiza que a promoção da padronização e da melhoria de processos, bens e serviços se dá através da participação e do comprometimento de todos os colaboradores. Estes devem estar imbuídos de uma filosofia de melhoramento contínuo, normalmente representada pelo ciclo PDCA e seus desdobramentos, a fim de se alcançar a satisfação e a superação das expectativas de todas as partes envolvidas: clientes, acionistas, fornecedores, sociedade e colaboradores.

2.2 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil tem sua história fundamentada nas várias mudanças ocorridas com o tempo no setor da indústria. “O Código 45 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE relacionam as atividades da construção civil como as atividades de preparação do terreno, as obras de edificações e de engenharia civil, as instalações de materiais e equipamentos necessários ao

funcionamento dos imóveis e as obras de acabamento, contemplando tanto as construções novas, como as grandes reformas, as restaurações de imóveis e a manutenção corrente.” (OLIVIERA 2012, p.2).

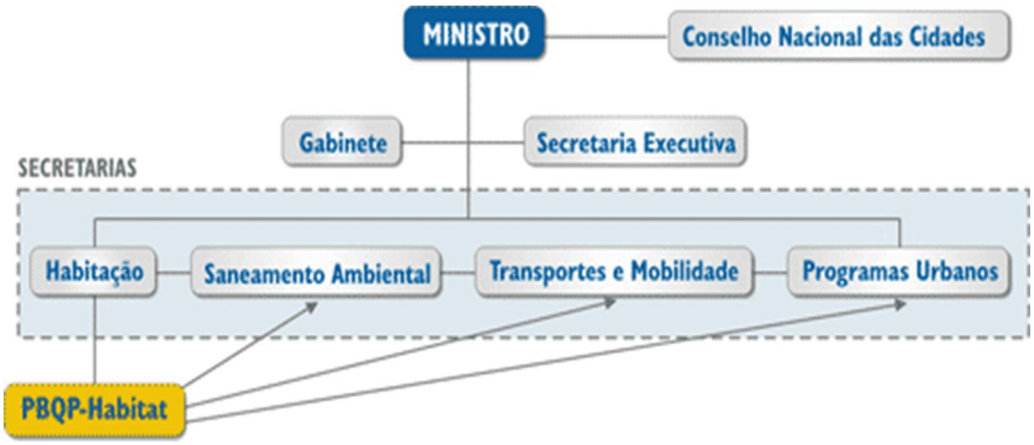
2.3 PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H

O PBQP-H faz parte de um grupo de ferramentas implementadas pelo Governo na Indústria na década de 90, com o objetivo de promover a qualidade e melhorar a produtividade, com isso iniciou-se, especialmente no setor da construção civil uma pressão a competitividade, e contribuindo também de forma importante para adoção das normas ISO 9000 no país. Segundo Maksymowicz (2017), “para o segmento da construção civil, aderir ao PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat representa uma modernização produtiva e, em longo prazo, significa criar soluções baratas e de qualidade para a redução do déficit habitacional no país”. Segundo o site da NBS Consulting Group (2019):

> O PBQP-H é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando a assinatura da Carta Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

Esse programa oferece a empresa um progresso contínuo na produtividade e no produto final, bem como muitas oportunidades, como crédito em instituições públicas e privadas, BNDES, habilitação em licitações públicas e a participação em programas do governo federal, que tem como objetivo ao instituir o programa, melhorar e organizar com qualidade o processo produtivo para um melhor uso dos recursos aplicados pela União. O PBQP-H integra-se à Secretaria Nacional de Habitação, do Ministério das Cidades, e está formalmente inserido como um dos programas do Plano Plurianual, a imagem abaixo demonstra isso:

Figura 1- Estrutura Geral PBQP-H



Fonte: http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php (2019)

O PBQP-H, tem como objetivo principal, organizar o setor da construção civil, tornando-o inovador e competitivo por consequência, como podemos ver na instituição da Portaria nº 134 de 18.12.1998, do então Ministério do Planejamento e Orçamento, chamado de Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (BRASIL, 2007):

> O objetivo geral do programa é organizar o setor da construção civil melhorando a qualidade do habitat e a modernização dos processos construtivos, elevando os patamares da qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial.

Ainda de acordo com a Portaria nº 134 de 18.12.1998 (BRASIL, 2007), estão estabelecidos 10 objetivos específicos:

1. Universalizar o acesso à moradia, ampliando o estoque de moradias e melhorando as existentes;
2. Fomentar o desenvolvimento e a implantação de instrumentos e mecanismos de garantia da qualidade de projetos e obras;
3. Fomentar a garantia da qualidade de materiais, componentes e sistemas construtivos;
4. Combater a não conformidade técnica intencional de materiais, componentes e sistemas construtivos;
5. Estruturar e animar a criação de programas específicos visando à formação e requalificação de mão de obra em todos os níveis;

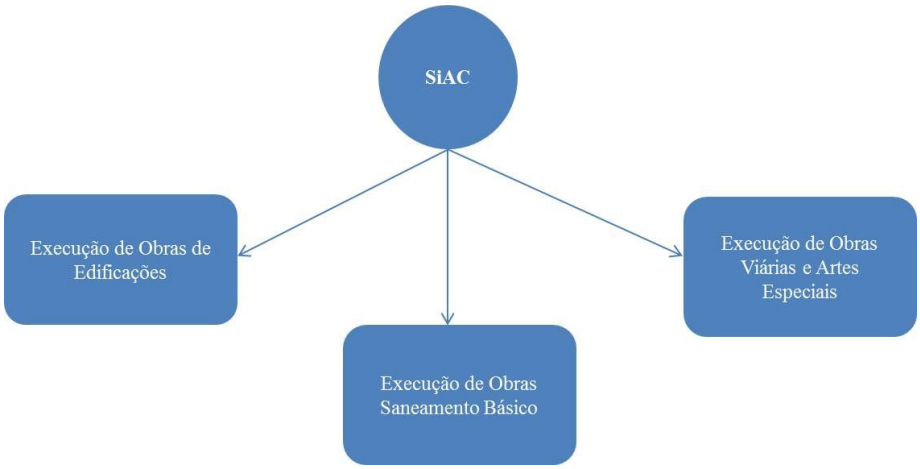
6. Promover o aperfeiçoamento da estrutura de elaboração e difusão de normas técnicas, códigos de práticas e códigos de edificações;
7. Coletar e disponibilizar informações do setor e do Programa;
8. Apoiar a introdução de inovações tecnológicas;
9. Promover a melhoria da qualidade de gestão nas diversas formas de projetos e obras habitacionais;
10. Promover a articulação internacional com ênfase no Conesul.

2.4 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SIAC

De acordo com o site do PBQP-H, “um dos seus projetos propulsores é o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC), que é o resultado da revisão e ampliação do antigo SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras). O SiAC tem como objetivo avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras, considerando as características específicas da atuação dessas empresas no setor da construção civil, e baseando-se na série de normas ISO 9000”.

O SiAC - é uma das normas integrantes do PBQP-H, específica para a Execução de Obras:

Figura 2- SiAC



Fonte: O autor (2019).

O SiAC é dividido em quatro anexos:

- Anexo I - Regimento Geral: Princípios, definições, obrigações do organismo certificador, dentre outros;
- Anexo II – Regimento Específico: Setores do SiAC, regras, dimensionamento da auditoria em dias e obras;
- Anexo III – Referenciais Normativos para os níveis B e A: requisitos para implantação do SiAC;
- Anexo IV – Requisitos Complementares: controle de materiais e serviços por escopo.

Ao longo dos anos, desde a criação até os dias atuais, o SiAC passou por atualizações, conforme exemplificado na figura abaixo:

Figura 3 – Histórico de Portarias do SiAC- Execução de Obras

Fonte: BRASIL, Ministério das Cidades, (2018)

Os principais itens e/ou alterações de cada portaria são:

- 2000: Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ)
- 2005: SiQ passa a ser SiAC com 4 níveis de avaliação da conformidade: Níveis D,C B e A.
- 2012: Adequação à ISO 9001:2008, extinção do nível C e do nível D, criação de um nível de acesso ao sistema por meio da Declaração de Adesão, inclusão de indicadores de sustentabilidade; integração com SiMaC e SiNAT e atendimento a legislação ambiental e de saúde e segurança.
- 2017: Alinhamento à ABNT NBR 15575:2013 (inclusão de requisitos que possibilitem as construtoras demonstrarem sua capacidade de atendimento à Norma de Desempenho), alinhamento à ABNT NBR ISO/IEC 17021:2015 e extinção do nível de adesão.
- 2018: Alinhamento a ABNT ISO 9001:2015 e Alinhamento ao SiNAT convencionais.

No regimento contém os requisitos do sistema de gestão da qualidade necessários para implantação conforme determinado nível que a empresa pretende atender. O quadro abaixo demostra todos os itens:

Quadro I – Requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade

Seção	Requisito		Nível B	Nível A
4 Contexto da organização	4.1 Entendendo a empresa construtora e seu contexto		X	X
	4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas		X	X
	4.3 Determinando o escopo do SGQ		X	X
	4.4 Sistema de gestão da qualidade e seus processos	4.4.1	E	X
		4.4.2	X	X
5 Liderança	5.1Liderança e comprometimento	5.1.1 Generalidades	X	X
		5.1.2 Foco no cliente	E	X
	5.2 Política	5.2.1Desenvolvendo a política da qualidade	X	X
		5.2.2 Comunicando a política da qualidade	X	X
	5.3 Funções, responsabilidades e autoridades organizacionais		X	X
6.Planeja-mento	6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades	6.1.1		X
		6.1.2		X
	6.2 Objetivos da qualidade e planejamento para alcançá-los	6.2.1	E	X
		6.2.2	X	X
	6.3 Planejamento de mudanças			X
7 Apoio	7.1 Recursos	7.1.1 Generalidades	X	X
		7.1.2 Pessoas	X	X
		7.1.3 Infraestrutura	X	X
		7.1.4 Ambiente para a operação dos processos		X
		7.1.5 Recursos de monitoramento e medição 7.1.5.1 Generalidades	E	X
		7.1.5.2 Rastreabilidade de medição		X
		7.1.6 Conhecimento organizacional	E	X
	7.2 Competência		X	X
	7.3 Conscientização		X	X
	7.4 Comunicação			X
	7.5 Informação documentada	7.5.1 Generalidades	X	X
		7.5.2 Criando e atualizando	X	X

		7.5.3 Controle de informação documentada 7.5.3.1	X	X
		7.5.3.2	X	X
8 Execução da obra	8.1 Planejamento e controle operacionais da obra	8.1.1 Plano da Qualidade da Obra	X	X
		8.1.2 Planejamento da execução da obra		X
		8.1.3. Controles operacionais da obra	E	X
	8.2 Requisitos relativos à obra	8.2.1 Comunicação com o cliente		X
		8.2.2 Determinação de requisitos relativos à obra	X	X
		8.2.3 Análise crítica de requisitos relativos à obra 8.2.3.1		X
		8.2.3.2		X
		8.2.4 Mudanças nos requisitos relativos à obra		X
	8.3 Projeto	8.3.1 Generalidades	E	X
		8.3.2 Planejamento da elaboração do projeto	E	X
		8.3.3 Entradas de projeto		X
		8.3.4 Controles de projeto		X
		8.3.5 Saídas de projeto		X
		8.3.6 Mudanças de projeto		X
8 Execução da obra (Continuação)		8.3.7 Análise crítica de projetos fornecidos pelo cliente	X	X
	8.4 Aquisição	8.4.1 Generalidades	X	X
		8.4.1.1. Processo de qualificação de fornecedores	X	X
		8.4.1.2. Processo de avaliação de fornecedores		X
		8.4.2 Tipo e extensão do controle	X	X
		8.4.3 Informação para fornecedores externos	X	X
		8.4.3.1. Materiais controlados	E	X
		8.4.3.2. Serviços controlados	E	X
		8.4.3.3. Serviços laboratoriais	X	X
		8.4.3.4. Serviços de projeto e serviços		X

8 Execução da obra (Continuação)		especializados de engenharia		
		8.4.3.5. Locação de equipamentos de obra		X
	8.5 Produção e fornecimento de serviço	8.5.1 Controle de produção e de fornecimento de serviço	E	X
		8.5.1.1. Controle dos serviços de execução controlados	X	X
		8.5.2 Identificação e rastreabilidade	X	X
		8.5.2.1. Identificação	X	X
		8.5.2.2. Rastreabilidade	X	X
		8.5.3 Propriedade pertencente a clientes e fornecedores externos		X
		8.5.4 Preservação	X	X
		8.5.5 Atividades pós-entrega		X
		8.5.6 Controle de mudanças		X
	8.6 Liberação de obras e serviços	8.6.1 Liberação de materiais e serviços de execução controlados	X	X
		8.6.2 Liberação da obra		X
	8.7 Controle de saídas não conformes	8.7.1	X	X
		8.7.2	X	X
9 Avaliação de desempenho	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	9.1.1 Generalidades	X	X
		9.1.2 Satisfação do cliente	X	X
		9.1.3 Análise e avaliação		X
	9.2 Auditoria interna	9.2.1	X	X
		9.2.2	X	X
	9.3 Análise crítica pela direção	9.3.1 Generalidades	X	X
		9.3.2 Entradas de análise crítica pela direção	E	X
		9.3.3 Saídas de análise crítica pela direção	X	X
10. Melhoria	10.1 Generalidades		X	X
	10.2 Não conformidade e ação corretiva	10.2.1	E	X
		10.2.2	X	X
	10.3 Melhoria contínua			X

Legenda: X indica os requisitos exigíveis no nível de certificação. E significa Evolutivo e indica que apenas parte do requisito é aplicável ao nível B (o requisito completo é exigido apenas no nível A).

Fonte: BRASIL, 2018)

3. MÉTODO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, com finalidade exploratório-descritiva, adotando-se como procedimento técnico pesquisa documental e análise bibliométrica. O desenvolvimento deste, se deu através do levantamento bibliográfico no período de 19 de fevereiro de 2019 à 01 de março de 2019 sobre o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H. Os dados levantados foram analisados e juntamente com dados fornecidos pelo Ministério das cidades, atualmente conhecido como Ministério do Desenvolvimento Regional, foram tabulados em forma de gráficos para que se facilitasse a compreensão do leitor.

Os dados coletados compreendem a quantidade de empresas da construção civil com o escopo obras de edificações, certificadas no estado do Maranhão, em níveis A e B e que aderiram Programa. Consta o quantitativo de três períodos nos 2015, 2016, 2017 e 2018, sendo que nos três primeiros anos os dados são dos meses de maio, setembro e novembro. Já no último ano, os dados são dos meses de abril, agosto e dezembro.

4. Análise dos Resultados

A análise foi realizada com base nos dados fornecidos pelo Ministério das Cidades, atualmente conhecido como Ministério do Desenvolvimento Urbano. Após avaliação, foram criados gráficos de cada ano com os períodos correspondentes, demonstrando o quantitativo de empresas certificadas no Maranhão, nível A, nível B e nível de adesão, naquele período.

A declaração de adesão ao programa foi um dos itens extintos do sistema, na atualização publicada da Portaria N° 13, de 06 de janeiro de 2017 e, instituiu que:

> Art. 37. As Declarações de Adesão ao SiAC 2012 e os certificados emitidos segundo o Regimento Geral do SiAC 2012 - Portaria n° 582 de 5/12/2012, em qualquer dos níveis de certificação, antes da data de publicação da Portaria que institui o presente Regimento Geral, terão sua validade respeitada, limitada a 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias contados da data da publicação.

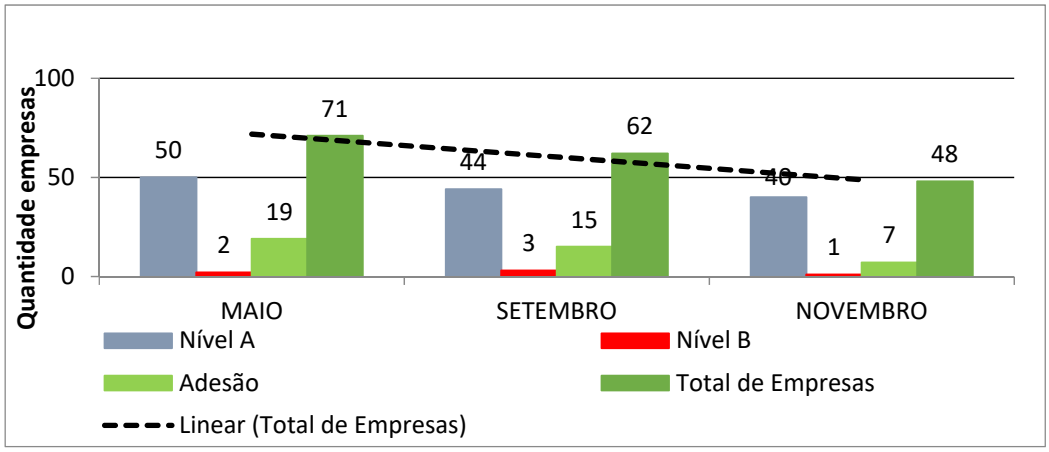
Sendo por isso a existência do número de empresas com Adesão ao programa no ano de 2017, ou seja, haviam definições quanto ao prazo de adequação das empresas quanto ao novo regulamento. Fato que não ocorre no ano seguinte.

Importante ressaltar que o valor de cada período não é cumulativo, ou seja, reflete exatamente a quantidade de empresas certificadas apenas naquela data. Verifica-se que o número pode ser maior ou menor em relação ao período anterior, fato que ocorre devido inclusão de novas empresas que adquiriram a certificação em alguns dos níveis, para o caso de aumento do número. Em caso de

decréscimo, pode ser em virtude do prazo do certificado ter expirado e não alcançaram a recertificação.

A seguir estão os dados expressos em forma de gráficos com o quantitativo de cada período e total de cada um. Existe um gráfico para cada ano avaliado, o que corresponde aos anos de: 2015, 2016, 2017 e 2018.

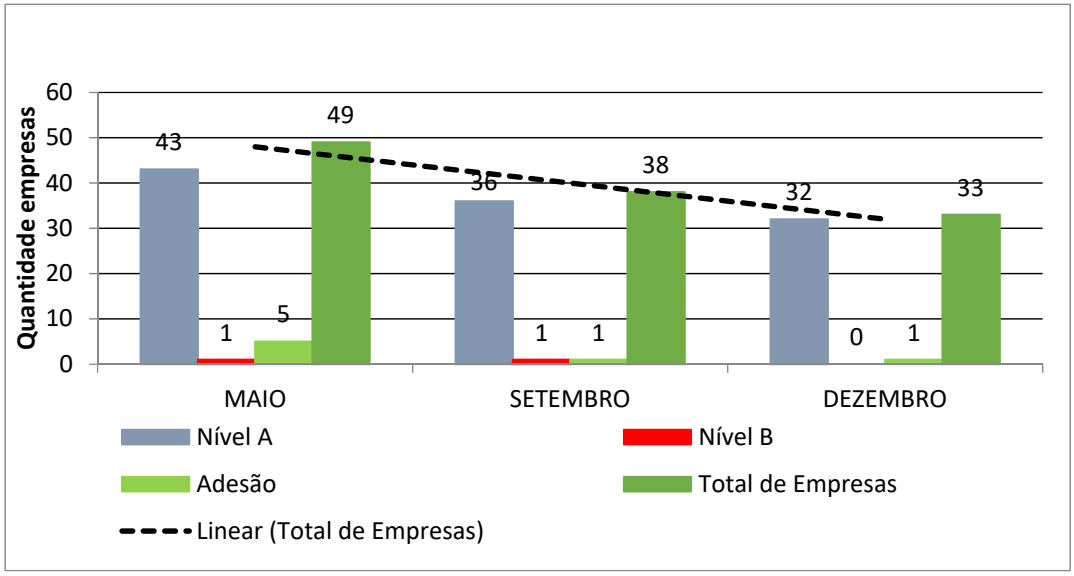
Gráfico 1 – ano 2015



Fonte : O autor (2019)

O gráfico 1 destaca as empresas certificadas no nível A, nível B e nível de adesão. Neste ano as empresas eram avaliadas segundo os requisitos da versão 2012 do PBQP-H, outro fato importante, o número de certificações neste ano são os maiores comparados aos anos seguintes.

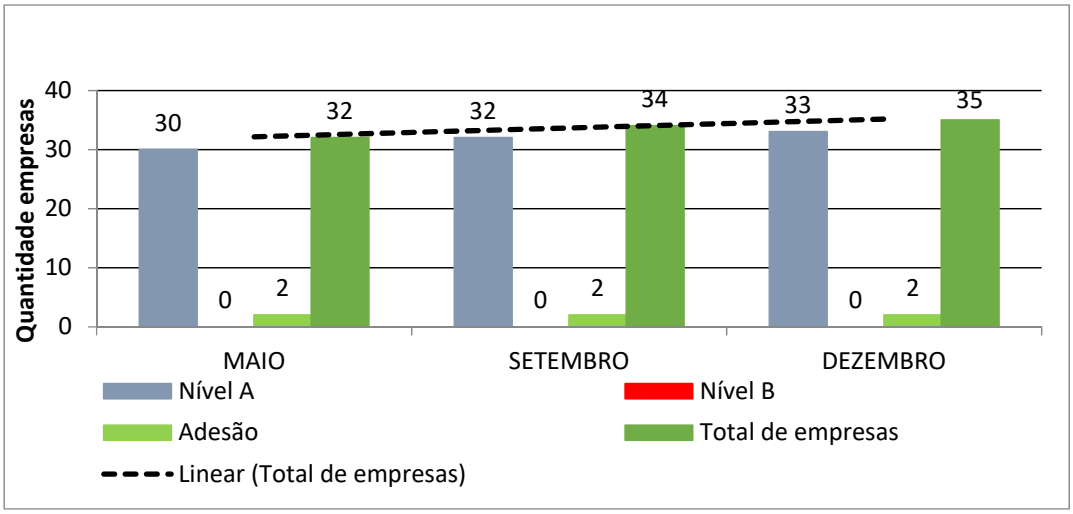
Gráfico 2 – Ano 2016



Fonte: O autor (2019)

No ano de 2016, as empresas continuaram sendo avaliadas na versão 2012 do programa. Porém neste ano, notou-se uma diminuição no número de certificações, conforme demostra a linha de tendência, principalmente no nível de adesão, levando-se em consideração os expressivos números que havia em 2015.

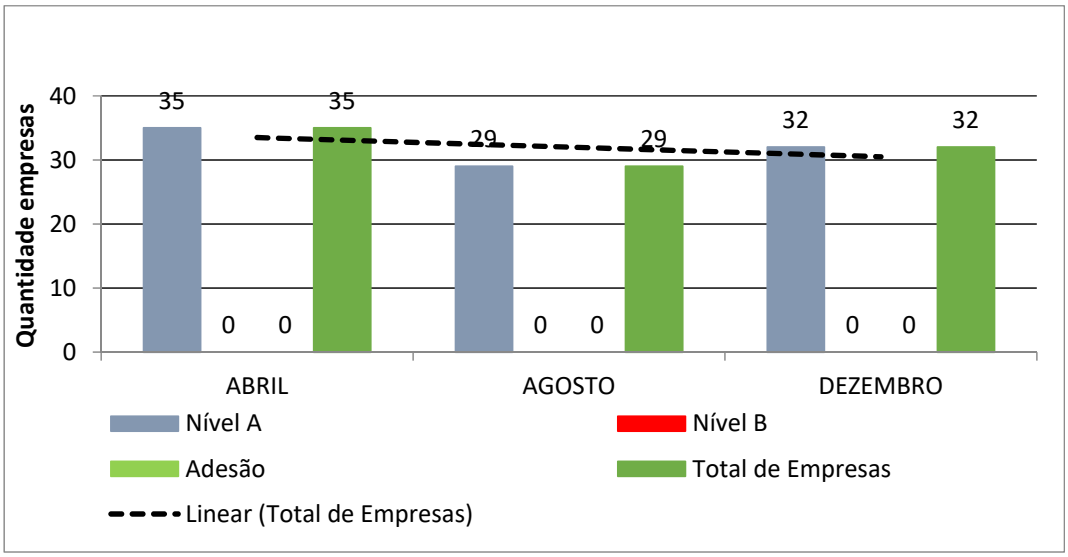
Gráfico 3 –Ano 2017



Fonte : O autor (2019)

No gráfico 3, percebe-se que não houve registro no Maranhão de certificações no nível B, em compensação no nível A verifica-se uma tendência de crescimento, fato observado somente neste ano dentre todos os avaliados nesta pesquisa. O nível de adesão se manteve estável, até porque neste período houve uma atualização dos requisitos e, nesta nova versão o nível de adesão foi extinto do sistema, porém as empresas tinham um prazo de 365 a contar da publicação para se adequarem, ou seja, aquelas que aderiam até antes de 06 de janeiro de 2017 ainda constava nos dados, entretanto a partir daquela data não era permitido emitir a declaração de adesão. Possivelmente, este é um dos motivos do acréscimo no nível A, já que as empresas tiveram que partir para uma decisão de buscar pela certificação.

Gráfico 4 – Ano 2018



Fonte: O autor (2019)

Neste período as empresas foram avaliadas na versão 2017 do programa. Nota-se que não houve empresas certificadas no nível B e também em adesão. O último por já não ser mais permitido. No entanto, o nível B é uma opção de certificação, mas o que tende a acontecer é a organização se preparar para atender todos os requisitos aplicáveis e almejar a certificação máxima, já que possui capacidade em adquirir.

No ano de 2018 o regulamento passou por nova atualização, sendo a principal mudança a adequação aos requisitos da norma ISO 9001 versão 2015. O prazo de transição para a nova versão é de 365 dias contados a partir da publicação da Portaria 383/2018, de modo a atender todas as exigências do PBQP-h. Com isso, a partir de 15 de junho de 2019, as avaliações para certificação só poderão ser efetuadas de acordo com o novo regulamento do SiAC.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, notou-se que ao longo dos quatro últimos anos, no Maranhão, somente em 2017 houve uma crescente na busca pela certificação do PBQP-H, em 2016 e 2018 houve decréscimo e em 2015 foi o ano com maior número de empresas certificadas. Os fatores que levam a aumentar ou diminuir o número de empresas certificadas no PBQP-H podem ser dos mais diversos, geralmente estão relacionados mercado da construção civil e à disponibilidade de recursos do governo federal para programas de habitação de interesse social.

No estado do Maranhão, desde a criação do programa, há registro total de 212 empresas do ramo da construção civil que em algum momento foram certificadas no PBQP-H, o que demonstra um grande avanço no estado para este setor, pois apesar das dificuldades que as empresas enfrentam diante do cenário em que estão, prezar pela qualidade dos serviços, ainda é um fator primordial na tomada de decisão. O período avaliado evidencia vários quantitativos entre acréscimos e decréscimos de certificações e, também evidencia que as empresas se posicionam no mercado de forma inovadora e competitiva.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL. Ministério das cidades. PBQP-H no Brasil. Disponível em:<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/historico.htm> Acesso em fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Habitação. Regimento do SiAC – Especialidades Técnicas Execução de Obras (Portaria n° 383 de 14/06/2018) Anexos I, II, III e IV. < Disponível em:<http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siac.php>. Acesso em fevereiro de 2019.

BRUCHÊZ, A.; DAVILA, A. A. F.; FERNANDES, A. M.; CASTILHOS, N. C.; OLEA, P. M.. METODOLOGIA DE PESQUISA EM DISSERTAÇÕES SOBRE INOVAÇÃO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA. In: XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão Universidade de Caxias do Sul, 2015, Caxias do Sul. XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão Universidade de Caxias do Sul, 2015.

LOBO, Renato Nogueiro. Gestão da Qualidade. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.

MAKSYMOWICZ, Aline. Certificação de qualidade garante benefícios e é diferencial no segmentoa construção civil. Disponível em:< https://paranashop.com.br/2017/04/certificacao-de-qualidade-garante-beneficios-e-e-diferencial-no-segmento-da-construcao-civil/ > < Acesso em fevereiro de 2019>.

MARSHALL Juior, Isnard. CIERCO, Agliberto Alves. ROCHA, Alexandre Varanda. MOTA, Edmarson Bacelar. LEUSIN, Sérgio. Gestão da Qualidade. 9. Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

NBS CONSULTING GRUP. PBQP-H Qualidade na Construção. Disponível em: <http:// www.nbs.com.br/pbqp-h//>. Acesso em fevereiro de 2019.

OLIVEIRA, Kaline Gomes da Silva. Análise das mudanças do novo SiAC (PBQP-H) e os possíveis impactos no setor da construção civil. João Pessoa: UFPB, 2017. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/analise-das-mudancas-do-novo-siac-pbqp-h-e-os-possiveis-impactos-no-setor-da-construcao-civil.pdf/view> Acesso em fevereiro de 2019.

OLIVEIRA, Valéria Faria. O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. São Paulo: UNITAU, 2012

Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat. Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras – SiAC. Disponível em: < http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siac.php>. Acesso em fevereiro de 2019.

SCHERER, Flávia Luciane. A consolidação de empresas brasileira de construção pesada em mercados externos. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

SCHWARTZMAN, Simon. Como a Universidade Está se Pensando? In: PEREIRA, Antonio Gomes (Org.). Para Onde Vai a Universidade Basileira? Fortaleza: UFC, 1983. p. 29-45.

SAVIANI, Demerval. A Universidade e a Problemática da Educação e Cultura. Educação Brasileira, Brasília, v. 1, n. 3, p. 35-58, maio/ago. 1979.

TEIXEIRA, Luciene Pires. A indústria de construção brasileira sob a ótica da demanda efetiva. Viçosa: UFV, 2009.

Capítulo 52

ESTUDO SOBRE A VERIFICAÇÃO DO GARGALO DA ÁREA DE ACABAMENTO DE UM PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE PERFIS ESTRUTURAIS DE UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

Cristiane de Paula Guilherme
Robert Cruzoaldo Maria

Resumo: A atividade de gestão da produção requer o gerenciamento estratégico dos recursos humanos, tecnológicos, informacionais e outros - além da interação destes com os processos que produzem e entregam bens e serviços. Desta forma, o processo produtivo precisa ser investigado periodicamente para que sejam realizadas as melhorias contínuas. Uma maneira de ganho de competitividade é em relação ao tempo de produção e consequentemente o tempo de entrega. No caso do processo de laminação de perfis estruturais, em uma usina siderúrgica mineira, foi identificado um equipamento que, algumas vezes, gera atraso no processo da ampla variedade de produtos, comprometendo a estabilidade. Assim, o tema deste trabalho aborda os efeitos que a formação de feixes provoca no processo produtivo, além de verificar se o equipamento citado pode ser mesmo considerado como gargalo do processo. Para isso, a metodologia adotada foi observação direta dos tempos de processamento do equipamento considerado gargalo: o empilhador. Um estudo realizado anteriormente em cima deste equipamento resultou em uma tabela contendo o tempo médio de produção para os diferentes tipos de produtos, chamado de tempo previsto de processamento. Agora é preciso observar in loco o desenvolvimento do equipamento de empilhar, aquele que o antecede, bem como seu sucessor, para assim, comparar os tempos previstos com os tempos reais e averiguar qual destes equipamentos é o gargalo do acabamento ao processar a variedade de perfis estruturais laminados. Depois de concluir a transparência dos resultados, pode-se verificar que o impacto no

empilhamento é capaz de reduzir a tonelagem horária em até 48,85%, o que resulta financeiramente em uma perda aproximada de R$258.930,16 por hora. Através das análises realizadas foi visto que o equipamento de empilhar é considerado o segundo gargalo de maior potencial do processo, por constituir 38% dos casos, sendo que o conjunto de serras é responsável por representar 48% dos eventos.

Palavras-chave: Gargalo. Equipamento de empilhar. Tempo de processamento.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de gestão da produção requer o gerenciamento estratégico dos recursos humanos, tecnológicos, informacionais e outros - além da interação destes com os processos que produzem e entregam bens e serviços. Visa-se atender necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo (CORRÊA; CORRÊA, 2008). Desta forma, o processo produtivo precisa ser investigado periodicamente para que sejam realizadas as melhorias contínuas. Uma maneira de ganho de competitividade é em relação ao tempo de produção e consequentemente o tempo de entrega.

Para o tempo de produção ser menor e a entrega ser realizada mais rapidamente, é preciso que os equipamentos produzam com menos ociosidade possível. Goldratt (1996) já dizia que é necessário observar as causas e efeitos na relação de interdependência dos elementos de um sistema, pois a performance global está relacionada ao comportamento do conjunto e não do desempenho individual. O mesmo autor define esse fator de restrição do sistema como gargalo.

No caso do processo de laminação a quente de perfis estruturais, em uma usina siderúrgica mineira, foi identificado um equipamento que, algumas vezes, gera atraso no processo da ampla variedade de produtos, comprometendo a estabilidade. O problema a ser resolvido integra: com que frequência o empilhador restringe o processo produtivo? Assim, o tema deste trabalho aborda os efeitos que a formação de feixes provoca no processo produtivo, além de verificar se o equipamento citado pode ser mesmo considerado como gargalo do processo. Para isso, a metodologia adotada foi observação direta dos tempos de processamento do equipamento considerado gargalo: o empilhador. Um estudo realizado anteriormente em cima deste equipamento resultou em uma tabela contendo o tempo médio de produção para os diferentes tipos de produtos, chamado de tempo previsto de processamento. Agora é preciso observar *in loco* o desenvolvimento do equipamento de empilhar, aquele que o antecede, bem como seu sucessor, para assim, comparar os tempos previstos com os tempos reais e averiguar qual destes equipamentos é o gargalo do acabamento ao processar a variedade de perfis estruturais laminados.

De natureza aplicada, objetivo descritivo e abordagem qualitativa e quantitativa, este estudo de caso tem como objetivo principal apurar se o equipamento de empilhar pode ser o gargalo da área de acabamento de perfis, ao processar a variedade de produtos da laminação de perfis da usina siderúrgica. Para atender este objetivo é preciso analisar se as interferências no empilhador são capazes de reduzir significativamente a tonelagem horária do equipamento, interferindo no

desempenho do processo, e verificar se há influência direta dos equipamentos antecessor e sucessor no empilhador.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições, no inglês como *Theory of Constraints* (TOC), para Corbett Neto (1997), se baseia no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, onde os fenômenos vistos são consequências de causas profundas e a empresa nada mais é que um conjunto de elementos entre os quais há alguma relação de interdependência.

A Teoria das Restrições, então, trata-se de uma abordagem de gestão empresarial que inclui conceitos, princípios de gerenciamento e prescrições, suas ferramentas e aplicações, conforme Goldratt (1996). Assim, tem como objetivo auxiliar na tomada de decisões relacionadas à maximização do ganho através da otimização da produção, o que para Cogan (2005), se torna uma técnica poderosa de otimização de mix de produtos no curto prazo devido sua capacidade de gerenciar as restrições.

Através do livro “A Meta”, Goldratt e Cox (1993) definem restrição como algo que impede de melhorar o desempenho de um sistema em relação à meta já definida, ou seja, é o fator que restringe a atuação do sistema como um todo, também conhecido como gargalo. Assim, para Goldratt (1996), a base do raciocínio da Teoria das Restrições está nos conceitos de causa e efeito e na relação de interdependência dos elementos de um sistema. Desta forma, cada elemento do sistema depende um do outro, e o desempenho global está relacionado ao desempenho do conjunto e não do desempenho individual e isolado de cada parte. Podendo, desta forma, descartar, o ótimo local.

Para Goldratt (1996), o devido controle da restrição do sistema possibilita uma produção mais sincronizada que tem como consequência o aumento da eficiência produtiva. Assim, para que as empresas adquiram a competitividade que almejam, necessita-se que seu processo produtivo seja investigado continuamente, para que haja o funcionamento adequado de seus equipamentos (PELISSARI, 2007).

2.2. AS PERDAS DE PRODUÇÃO

Dentro de um sistema produtivo, a garantia da disponibilidade do equipamento é fundamental para melhorar a competitividade da empresa. A disponibilidade, para Paschoal et al. (2009) consiste no tempo que um equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições para

produzir. Assim, o conceito de disponibilidade se relaciona como o tempo que os equipamentos ficam à disposição para atuarem de forma produtiva.

Quando o assunto é competitividade, as organizações buscam eliminar perdas e aumentar seu desempenho. Junior (2008) cita assim que a forma mais eficaz para se atingir um alto nível de performance em uma organização é reduzir as ineficiências da produção, que prejudicam os resultados e são fontes causadoras da falta de organização, o que impacta no ambiente de trabalho. Slack et al. (2006) afirmam então que a parte mais significativa da filosofia enxuta é ter seu foco na eliminação de toda e qualquer forma de perdas (atividades que não agregam valor).

Para garantia da melhoria do processo produtivo, o Sistema Toyota de Produção (STP), para Ghinato (1996), se diferencia pelo fato de ser um conjunto de técnicas gerenciais que tem como princípio a completa eliminação de perdas, que pode ser visto, como uma maneira de melhoria contínua. Tratando-se de perdas, Ohno (1997) as classifica em sete tipos, juntamente com Shingo (1996), que são: perdas por superprodução, por espera, por movimentação, por estoque excessivo, no transporte, no processamento, pela fabricação de produtos defeituosos. O ato de eliminá-las pode ocorrer em qualquer processo produtivo, seja qual for a área de atuação da empresa.

2.3. O PROCESSO SIDERÚRGICO

Após transformar o ferro gusa em aço, o próximo passo é o Lingotamento Contínuo. Chiaverini (1986) explica que este processo de conformação mecânica, trabalha dentro da fase plástica do metal. O trabalho de conformação é realizado em lingotes, de modos a produzir formas simples e é chamado de trabalho mecânico primário. Nesta ocasião, Silva e Shibata (2013), explicam que o lingotamento contínuo é o processo onde o metal líquido é solidificado em um produto semi – acabado, na forma de bloco, placa, tarugo ou *Beam Blank*. Estes materiais são matérias primas para o processo de laminação, que pode ocorrer a quente, ou a frio.

3. METODOLOGIA

De natureza aplicada e caráter descritivo, este trabalho busca descrever o processo real de empilhar perfis metálicos para a formação de feixes, a fim de verificar a assertividade em relação ao tempo de processamento teórico obtido anteriormente e verificar quando o mesmo é restrição do processo. A abordagem é considerada quantitativa e qualitativa pelo fato de trabalhar com números e percentuais além de dados descritivos do empilhador, e de seus equipamentos sucessor e antecessor (GERHARDTH; SILVEIRA, 2009).

A partir de uma análise feita anteriormente, onde foram encontrados tempos teóricos de processamento do equipamento estudado, o objetivo agora é adquirir dados reais *in loco* e compará-los com os teóricos já obtidos de forma a conhecer os momentos onde o empilhador restringe o processo. Assim, será possível apurar se o equipamento de empilhar pode ser o gargalo da área de acabamento de perfis, ao processar a variedade de produtos da laminação de perfis da usina siderúrgica.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. LOCAL DE ESTUDO

Na linha produtiva de perfis metálicos são fabricados cinco modelos, cada qual com uma grande variedade de bitolas, contendo largura, espessura, altura e Kg/m diferentes. O equipamento de empilhar, objeto de estudo, se localiza na área de acabamento. É responsável por formar um conjunto ordenado de peças de produtos, chamado feixes. Cada uma destas peças precisam estar no tamanho solicitado pelo cliente, sendo necessário, assim, que o conjunto de serras seja o equipamento antecessor ao empilhamento. Elas possuem a capacidade de cortar mais de uma peça por vez. A largura de sua mesa de corte é de 1300mm, por isso, a quantidade de material a ser cortado de uma só vez varia conforme a bitola do material que foi laminado: quanto mais largo o produto, menos peças caberão na mesa.

O empilhador possui dois grupos de trabalho, que podem trabalhar independentes ou juntos. Dependendo do material que está sendo empilhado, usa-se um grupo ou os dois grupos de trabalho. Teoricamente, a utilização de dois grupos dobra a tonelagem horária do equipamento. A tonelagem horária é o quanto de material que saiu durante o um período de tempo. Por exemplo, se ao utilizar um grupo de trabalho, sai um feixe de 1.000 kg, no período de 100 segundos, ao utilizar dois grupos de trabalho deveria sair dois feixes (2.000 kg) nos mesmos 100 segundos, que daria uma média de um feixe a cada 50 segundos (100/2).

Depois de formado o feixe é preciso transportá-lo até o próximo equipamento: a amarradeira. Esse tem a função de amarrar os feixes para que as peças não soltem a fim de evitar algum problema no transporte. Normalmente trabalham duas amarradeiras juntas em um único feixe. Algumas vezes, por problemas mecânicos, usa-se apenas uma delas para executar o trabalho, o que ocasiona um grande atraso no processo, pois apenas um equipamento precisa executar o trabalho que dois fariam simultaneamente.

4.2. COLETA DE DADOS

Anteriormente foi realizado um estudo sobre o equipamento de empilhar cujo objetivo era encontrar os tempos de processamento ideais para cada tipo de bitola produzida neste processo. A meta, desta vez, é verificar se o equipamento em questão se comporta como previsto, ou seja, se os tempos de processamento se assemelham aos tempos teóricos calculados. Através desta observação é possível identificar as restrições do processo e qual impacto elas exercem sobre o processo.

Para verificação do comportamento do equipamento, foi realizada uma primeira coleta de dados. Para isso, foi necessário ir até o equipamento e analisar dados do produto que está sendo empilhado no momento, como: tempo de processamento, interferências e problemas no equipamento, quantidade de grupos utilizados, e outras informações relevantes do momento. A coleta de dados desta vez durou dois meses e envolveu 17 produtos no total de 21 situações, sendo que: 10 bitolas foram registradas utilizando apenas um grupo de trabalho; 03 utilizaram os dois grupos simultaneamente e houve relatos de 04 bitolas empilhadas das duas formas (utilizando apenas um grupo e em dois grupos simultâneos), formando um total de 21 análises, como mostrado através da Figura 1.

Figura 1 – Produtos estudados

N°	Produto	Grupo de trabalho	
		1G	2G
1	W310X142	X	
2	W250X38,5	X	
3	W610X82	X	
4	W610X82		X
5	W530X92	X	
6	W360X51	X	
7	W360X51		X
8	W310X44,5	X	
9	W200X52	X	
10	W150X22,5	X	
11	L203X203X19	X	
12	W250X22,3	X	
13	W250X17,9		X
14	W250X15	X	
15	PDUIC865X12	X	
16	PDUIC865X12		X
17	W150X13	X	
18	L152X152X9,5	X	
19	L152X152X9,5		X
20	L152X152X12,7		X
21	L152X152X12,7		X
TOTAL		14	7
%		67%	33%

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Após coletados, os dados foram inseridos em outra planilha do Microsoft Office Excel ®. O tratamento de resultados é de teor qualitativo e quantitativo. As informações coletadas in loco foram observações quanto ao comportamento do equipamento e sua movimentação. Além disto, foram cronometradas as formações dos feixes, dando origem ao tempo real de processamento. Tendo conhecimento sobre tal tempo, é possível comparar com o tempo teórico obtido através de outro estudo, identificar os gargalos do processo e os problemas encontrados, além de propor melhorias para saná-los.

5. APRESENTAÇÃO DOS DADOS E RESULTADOS

A pesquisa teve seu início devido à necessidade de averiguar se o empilhador é o gargalo do processo. Empiricamente, o mesmo é considerado restrição do processo, porém, essa informação não é devidamente confirmada, já que a área de acabamento da laminação de perfis não possui um valor de cadência (tempo de processamento) separado por equipamento. É certo que foi realizado um levantamento anterior apresentado o tempo teórico de processamento do equipamento de empilhar. Por isso, agora será possível verificar quando o processo extrapola o tempo estipulado e como isso interfere nos resultados da empresa.

5.1. ANÁLISE DOS CASOS

Dos casos analisados foi visto que ao processar o W610x82 em um grupo de trabalho, o empilhador não consegue acompanhar o ritmo estipulado pelo conjunto de serras, tornando-se gargalo naquele momento. Tratando-se, da utilização simultânea deste material em dois grupos, a análise ocorre de maneira diferente: enquanto para um grupo, o tempo teórico de saída do material foi de 101 segundos, ao utilizar dois grupos, esse tempo deveria ser de 50,5 segundos. A média real de saída, para este caso, porém, foi de aproximadamente 91 segundos. Isso ocorre porque o equipamento anterior não estava conseguindo entregar material suficiente para atender os dois grupos do equipamento, deixando o empilhador ocioso, aguardando material.

Ao ser processado por um grupo de trabalho, a média real do W360x51 foi de 127 segundos, provando a assertividade em relação ao tempo teórico. Se para um grupo, o tempo de saída do material é de 133 segundos, quando se utiliza dois grupos, esse tempo deveria ser de 66,5 segundos (133/2). Só que, a média real para este caso, é de aproximadamente 130 segundos. Isso ocorre porque o equipamento anterior não consegue manter o empilhador. Desta forma, nota-se que empilhar em dois grupos não é viável neste caso.

Em relação ao PDUIC865x12, o empilhamento não consegue atender ao tempo estipulado e como não há nada externo atrapalhando seu desenvolvimento, verifica-se que não há assertividade em relação ao tempo teórico estipulado a ele. Isso já havia sido constatado no estudo do tempo teórico, pelo fato de que este tipo de material tem uma particularidade quanto à sua maneira de empilhar, que não foi levada em consideração durante o estudo, resultando no erro da elaboração do tempo teórico. Mesmo relevando esta situação, foi visualizado o comportamento deste tipo de material no equipamento de empilhar. Foi visto que, quando empilhado em um grupo o tempo de processamento foi de 230 segundos. Desta forma, pode-se afirmar que o tempo ideal na utilização de dois grupos seria de 115 segundos (230/2). Porém, neste caso a serra está interferindo no desenvolvimento do empilhamento, ocasionando um tempo médio de saída de 266 segundos, ou seja, não é viável utilizar dois grupos.

Quanto à cantoneira L152x152x12, ao utilizar um grupo de trabalho, não houve nada que atrapalhasse o seu desempenho no empilhador, desta forma, o tempo médio de processamento do equipamento foi de 471 segundos, ou seja, encontra-se próximo do tempo teórico de 464 segundos. Quando utilizando dois grupos, mesmo a amarradeira influenciando a saída de feixes do empilhamento, o tempo real de saída não variou tanto em relação ao teórico. Sendo estipulado em 232 segundos, o tempo real foi de 238 segundos. Assim, vê-se que é viável utilizar dois grupos de trabalho para este tipo de material, mas observa-se que esta utilização não dobra a tonelagem horária do equipamento, conforme era esperado.

No equipamento de empilhar a cantoneira é o único produto que possui um método diferente de ser empilhada. Desta vez, devido a um teste realizado pelo gestor, a cantoneira L152x152x12,7 foi empilhada da mesma maneira que os perfis metálicos anteriores. Como este material possui 6 camadas, teoricamente, da maneira como foi empilhada, deveria gastar 197 segundos ao utilizar um grupo de trabalho e 98,5 segundos ao utilizar dois grupos. No entanto, o tempo real médio para dois grupos foi de 165 segundos já que o conjunto de serras está interferindo no desenvolvimento do empilhador. Quando empilhada em seu método tradicional, porém, o tempo teórico, ao usar dois grupos de trabalho torna-se aproximadamente 186 segundos, mas neste caso o tempo real médio foi de 244 segundos. Comparando o método tradicional de cantoneira com o método de empilhar perfil I/H, o anterior tem tempo de processamento inferior (165 segundos), tornando-se mais viável para o processo.

Em relação aos demais materiais, não tem-se nada relevante. Vê-se que o empilhador é gargalo somente quando se empilha em um grupo de trabalho, pois as oito evidências de gargalo para este equipamento se encontram dentro dos 14 produtos empilhados em um grupo. Dos sete produtos que foram empilhados em dois grupos de trabalho, seis tem como gargalo o conjunto de serra, e apenas uma evidencia é vinculada à amarradeira. Quanto à assertividade em relação ao tempo teórico, pode-se notar 12 casos de assertividade, apenas um não foi assertivo e os outros oito são considerados não aplicáveis, pelo fato do gargalo (serra ou amarradeira) interferir no resultado final, não sendo possível realizar a constatação. Em síntese, apresenta-se a Figura 2 como resumo da pesquisa realizada.

Figura 2 – Resumo da pesquisa

Produto	Grupo de trabalho		Gargalo			Assertividade		
	1G	2G	Empilhador	Serras	Amarradeira	Sim	Não	Não aplica
W310X142	X		X			X		
W250X38,5	X		X			X		
W610X82	X		X			X		
W610X82		X		X				X
W530X92	X				X	X		
W360X51	X		X			X		
W360X51		X		X				X
W310X44,5	X		X			X		
W200X52	X		X			X		
W150X22,5	X			X		X		
L203X203X19	X				X	X		
W250X22,3	X			X				X
W250X17,9		X		X				X
W250X15	X			X				X
PDUIC865X12	X		X				X	
PDUIC865X12		X		X				X
W150X13	X			X		X		
L152X152X9,5	X		X			X		
L152X152X9,5		X			X	X		
L152X152X12,7		X		X				X
L152X152X12,7		X		X				X
TOTAL	14	7	8	10	3	12	1	8
%	67%	33%	38%	48%	14%	57%	5%	38%

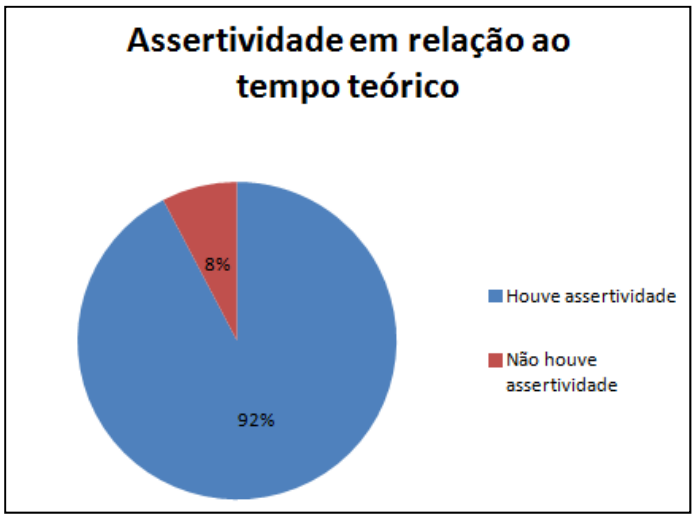
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Dos 21 casos analisados, 67% utilizaram um grupo de trabalho, enquanto 33% foram vistos utilizando dois grupos simultaneamente. Como, teoricamente, a utilização de dois grupos dobra a tonelagem horária do equipamento, era esperado encontrar mais casos de empilhamento usando as duas áreas, o que não ocorreu.

5.3. ASSERTIVIDADE QUANTO AO TEMPO TEÓRICO

Das 21 ocorrências exploradas, 57% mostram assertividade em relação ao tempo teórico, 38% são dados a analisar devido a interferência de outros equipamentos e apenas 5% não houve assertividade. Levando em consideração a exclusão dos dados onde não pode-se afirmar a assertividade devido a interferência externa de outros equipamentos, tem-se a Figura 3, que mostra que a assertividade corresponde a 92%.

Figura 3 – Assertividade



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Depois de verificar todos esses relatos e a Figura 03, pode-se concluir que há assertividade do estudo anterior em relação ao tempo de processamento do empilhamento, pois, quando os equipamentos antecessor e sucessor do empilhador não interferem no desenvolvimento do mesmo, o tempo real de processamento aproxima-se do tempo já estimado.

5.4. TONELAGEM HORÁRIA

A coluna “perda” da Figura 4 é a diferença entre os valores teórico e real da tonelagem horária (kg/h). Ela mostra que na maioria dos produtos empilhados das duas formas disponíveis, houve perda de tonelagem horária ao utilizar dois grupos de trabalho.

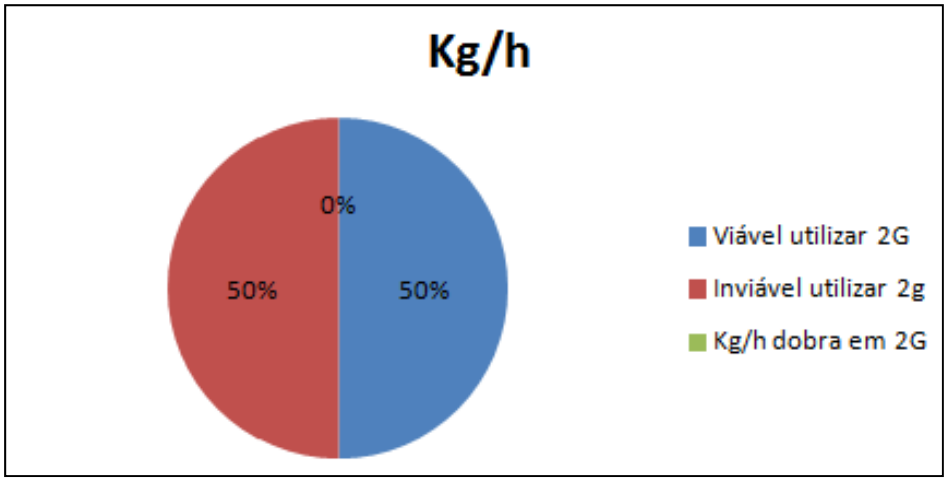
Figura 4 – Tonelagem horária teórica, real e perda

	Teórico		Real		Perda	
Bitola	Kg/h	Kg/h para dois grupos	Kg/h	Kg/h para dois grupos	Kg/h 1G	Kg/h 2G
PDUIC865X12,0	31.577,66	63.155,33	27.046,96	23.386,47	-4.530,71	-39.768,86
W610x82	105.219,80	210.439,60	102.184,62	116.782,42	-3.035,19	-93.657,19
L152X152X9,5	13.267,24	26.534,48	13.070,06	25.865,55	-197,18	-668,94
W360x51	132.523,31	265.046,62	138.784,25	135.581,54	6.260,94	-129.465,08

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Ao considerar a coluna “real”, vê-se quem 50% dos casos a tonelagem horária para dois grupos é menor do que quando se utiliza um grupo de trabalho, sendo inviável ao processo. Nos outros dois casos onde a tonelagem horária para dois grupos é maior do que a de um grupo, nota-se que os não foram dobrados, mas ainda são viáveis ao processo. Através dos levantamentos realizados, então, pode-se afirmar que o maior impacto ocasionado, quando o empilhamento não cumpre sua tarefa no tempo estimado, é a perda da tonelagem horária, Figura 5.

Figura 5 – Kg/m analisado



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Com base nestes últimos dados pode-se dizer que os impactos causados no equipamento de empilhar, por si próprio ou pelo conjunto de serras e amarradeira, podem afetar diretamente a tonelagem horária do equipamento.

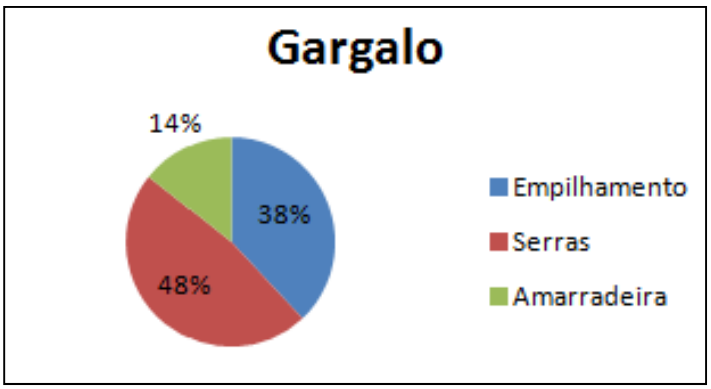
5.5. FINANCEIRO

Quanto ao prejuízo financeiro, se for tomado por base que o preço do quilo do material vendido é de R$2,00 e utilizando o maior desvio de tonelagem horária levantado em (-129.465,08Kg/h), apresenta-se uma perda de aproximadamente R$258.930,16 por hora de atraso ao empilhar o W310x51.

5.6. GARGALO

O comportamento do empilhamento varia conforme a entrega de material pela serra e a possibilidade de sair feixes para serem amarrados. O empilhador é gargalo em 08 das 21 análises realizadas, Figura 6.

Figura 6 – Gargalo do processo



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Como há intervenções de outros equipamentos no desenvolvimento do empilhador, conforme exposto durante a pesquisa, pode-se afirmar que o mesmo não é o principal gargalo do processo ao empilhar todos os produtos fabricados na laminação de perfis.

6. CONCLUSÃO

O comportamento do empilhador varia conforme a entrega de material pela serra e a possibilidade de sair feixes para serem amarrados. Se o conjunto de serras não entregar material suficiente, o empilhador ficará aguardando a realização da entrega, ocasionando assim, um aumento no tempo de processamento e a impressão de que o mesmo está ocasionando demora no processo. Isso também acontece quando a amarradeira está realizando sua atividade e estando impossibilitada de receber o feixe. Assim, pode-se afirmar que há influência direta dos equipamentos antecessor e sucessor no empilhador.

Sobre os dois métodos de empilhar a cantoneira, foi concluído que, para o produto analisado, é viável que a mesma deixe de ser empilhada no método tradicional e comece a ser empilhada da mesma forma do perfil I/H.

Outra conclusão relevante seria a informação de que, atualmente, a utilização de dois grupos não dobra a tonelagem horária do equipamento de empilhar. Isso porque em nenhum dos quatro casos observados houve confirmação desta “dobra” de tonelagem horária, muito pelo contrário, há evidências de que a tonelagem horária na utilização de dois grupos pode ser menor que quando se utiliza apenas um grupo de trabalho.

Depois de concluir a transparência dos resultados, pode-se verificar que o impacto no empilhamento é capaz de reduzir a tonelagem horaria em até 48,85%. Isso ocorre porque, ao desenvolver o W360x51 em dois grupos de trabalho, o equipamento poderia processar até 265.046,62 Kg/h e na verdade está sequenciando apenas 51,15% de sua capacidade (135.581,54 Kg/h). Nesta situação, essa diferença representa, financeiramente, uma perda aproximada de R$258.930,16 por hora.

Por fim, afirma-se que o objetivo geral de pesquisa foi atendido, pois foi constatado que o equipamento de empilhar é considerado o segundo gargalo de maior potencial do processo, por constituir 38% dos casos, sendo que o conjunto de serras é responsável por representar 48% dos eventos. Esse fato também responde a pergunta problema de pesquisa.

O devido acompanhamento do equipamento transmite a necessidade de melhoria do mesmo. Por esta razão, sugiro como estudos futuros: expandir essa análise a um número maior de bitolas a fim de estender a verificação do gargalo no acabamento para cada um deles; observar o comportamento de cada material na utilização de um ou dois grupos de empilhamento com a finalidade de examinar qual método conduz maior retorno na tonelagem horária; realizar este mesmo estudo para os outros

equipamentos do acabamento (desempenadeira, formador de camadas, serra e amarradeira) a fim de melhorar o entendimento do processo e verificar o gargalo do acabamento.

REFERÊNCIAS

CHIAVERINI, V. Tecnologia Mecânica. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

COGAN, S. Teoria das Restrições Versus Outros Métodos de Custeio: uma questão de curto ou longo prazo. Revista Universo Contábil, ISSN 1809-3337. Blumenau, v.1, n.3, p. 08-20, 2005.

CORBETT NETO, T. Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições. São Paulo: Nobel, 1997.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS: 2009.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time. Caxias do Sul: Editora da UCS, 1996.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. A meta: um processo de aprimoramento contínuo. 7. ed. São Paulo: Educator, 1993. 318 p.

GOLDRATT, E. M. A Síndrome do Palheiro: garimpando informações num oceano de dados. São Paul: Educator, 1996.

GUERREIRO, R. A meta da empresa: seu alcance sem mistérios. São Paulo: Atlas, 1995.

JUNIOR, E. L. C. Gestão em processos produtivos. Curitiba: IBPEX, 2008.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1997.

PASCHOAL, D. R. de S.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, R. D.; GITAHY, P. F. S. de C. R.; LEMOS, M. A. Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA, n° 3, 2009.

PELISSARI, A. S. Processo de formulação de estratégias em pequenas empresas com base na cultura corporativa e competências gerenciais. 2007. 221f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara d'Oeste, SP: 2007.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

SILVA, L. A; SHIBATA, D. Solidificação: Lingotamento Contínuo. São Paulo: Escola de Engenharia de Lorena, 2013. 10f. Apostila.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. Gerenciamento de operações e de processos. Princípios e prática de impacto estratégico. Porto Alegre: Artmed, 2006.

Capítulo 53

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: UMA DINÂMICA DE ENSINO APLICADO AO PROCESSO DE MONTAGEM DO ROBÔCANO

Ian Kauê Soares Francisco
Vanessa Rodrigues dos Santos
Beatriz Vieira Vilas Boas
Yuri Nascimento Lima

Resumo: O estudo de tempos e movimentos vem sendo amplamente utilizado no contexto das organizações que visam otimizar os seus processos produtivos a partir da minimização de gargalos operacionais. Nesse sentido, é necessário que os profissionais da Engenharia de Produção estejam aptos a lidar com esses desafios no mercado de trabalho. Sendo assim, o presente artigo tem como finalidade expor a dinâmica do ROBÔCANO que, utilizando de conexões de PVC e, simulando processos de montagem, permite a aproximação da teoria com a realidade das indústrias. Para isso, o método do estudo consistiu em pesquisas acerca do tema e, em etapas de descrição dos elementos de trabalho, bem como das tarefas necessárias para a montagem do ROBÔCANO, análises críticas do processo, cronometragem das operações, balanceamento da linha de montagem e, por fim, a elaboração de um modelo de instrução de trabalho. Como resultado, foi possível desenvolver uma visão crítica do processo de forma a buscar melhorias na ordem de montagem e definir a alocação das atividades para cada posto de trabalho. Além disso, o estudo possibilitou o levantamento de alguns questionamentos que até então não eram discutidos por estarem camuflados pela teoria, como por exemplo, o fato do tempo de montagem das primeiras peças ser maior devido ao ritmo de trabalho

entre ambos os postos ainda está em fase de adaptação e, por causa da dependência de alguns postos com relação à outros. Por fim, fica clara a relação entre a definição de tempos e capacidade produtiva, auxiliando as empresas nas tomadas de decisões estratégicas que visam propor ações com o intuito de atingir a demanda.

Palavras-Chave: estudo de tempos e movimentos. eficiência. balanceamento de linha. cronoanálise.

1. INTRODUÇÃO

Com os diversos desafios encontrados atualmente no mercado e com a necessidade de se manter de forma competitiva, bem como ter uma produção eficiente e eficaz, reduzindo desperdícios, custo e tempo dentro da empresa, o estudo de tempos e movimentos se tornou um dos principais instrumentos para as empresas, bem como para a Engenharia de Produção. Estes, garantem estudar tarefas, padronizar atividades e determinar com isso, o tempo padrão que auxilia a empresa a diminuir seus desperdícios e aumentar dessa forma, a produtividade (BARNES, 2004).

A utilização das ferramentas de estudo de tempos e movimentos visa: eliminar esforços desnecessários ao executar uma operação, habilitar os operadores a sua função, estabelecer normas para execução do trabalho e descobrir novos métodos que possam proporcionar melhorias no processo produtivo (FIGUEIREDO; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

No presente trabalho foi abordado o tema estudo de tempos e movimentos, onde foi realizado o estudo do processo de montagem de um ROBÔCANO, utilizando conexões de PVC, que quando unidas umas às outras, permitem formar diferentes combinações que representam produtos fictícios. Foi realizada a descrição, análise e cronometragem do processo de montagem, de forma a definir um tempo padrão para cada operação, eliminando perdas durante o processo e possibilitando um balanceamento eficiente da linha de produção.

Para chegar ao tempo padrão foi utilizado a cronoanálise. Esta ferramenta faz uso da cronometragem como forma de alcançar melhores resultados, indicando o tempo gasto para executar uma operação. É através desta, que se torna possível determinar o método mais rápido e eficiente para execução de uma operação promovendo assim a identificação de possíveis falhas e consequentemente redução de custos dos produtos (FIGUEIREDO; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

Esse estudo tem como finalidade, auxiliar no conhecimento prático sobre conceitos utilizados na Engenharia de Produção, dentre eles, o estudo de tempos e movimentos, balanceamento de linhas de produção e a cronoanálise. Bem como, o trabalho em equipe, raciocínio lógico, liderança e planejamento, habilidades necessárias para formação de profissionais cada vez mais preparados para os desafios do mercado de trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Durante o projeto foram abordados temáticas relacionadas ao Planejamento e Controle da Produção, fazendo estudo de tempos e movimentos através da cronoanálise e a divisão de operações, com

intuito de tornar o desenvolvimento das atividades mais tangíveis. Ainda, de forma a ter um processo eficiente, e para conseguir atender ao nível de produção desejado, foi utilizado do conceito de balanceamento de linha de produção.

2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Com a crescente competitividade vigente e a busca pelo destaque no mercado, as empresas precisam se adaptar continuamente. Para isso, a utilização de sistemas de produção flexíveis e bem estruturados são determinantes. Neste aspecto, destaca-se o Planejamento e Controle de Produção (PCP), que utiliza de técnicas e conceitos adequados de forma a maximizar a capacidade produtiva, retornando processos bem definidos, com alto grau de eficiência e qualidade.

Um sistema de produção pode ser entendido como um conjunto de entradas e saídas que ao final do seu processo, vai gerar um produto tangível ou não, com valor agregado. Consequentemente, o sistema de produção é composto por um conjunto de atividades e operações envolvidas na produção de bens ou serviços que interagem entre si, cada qual com sua responsabilidade, e essa integração vai determinar o resultado do sistema como um todo (MARTINS, 2014).

No cenário atual de sistemas produtivos, surge a necessidade de planejar e controlar todas as variáveis que envolvem diretamente tais sistemas. Assim, Fernandes (2010) define o conceito de Planejamento e Controle da Produção como uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir.

2.1.1. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

O estudo de tempos e movimentos foi introduzido por Taylor, para a racionalização dos métodos de trabalho do operário e fixação de tempos padrões para execução de cada atividade, passando elas a serem mais claras e detalhadas (NASCIMENTO, 2014). Desde então, tem se destacado como maneira de determinar a melhor e mais eficiente forma de desenvolver uma tarefa específica.

O estudo de tempos e movimentos se trata do estudo sistemático dos sistemas de trabalhos, aplicando técnicas capazes de fazer análises de atividades, podendo eliminar itens desnecessários de forma a tornar os processos mais eficientes. O estudo do movimento tem como objetivo a eliminação de esforços que não agregam valor ao produto, reduzindo assim, operações desnecessárias e atingindo uma maior produtividade do operário (MOREIRA, 2008).

De acordo com Muniz (2011) a finalidade do estudo de tempos e movimentos é:

- Evitar movimentos inúteis na execução de uma tarefa;
- Execução econômica dos movimentos úteis do ponto de vista fisiológico;
- Estabelecer padrões de produção;
- Fornecer dados para determinação de custos;
- Fornecer dados para balanceamento de linhas de produção.

Como metodologia para o estudo de tempo é utilizado da cronoanálise que é de grande importância para as empresas, pois permite visualizar o período de duração da execução das atividades, permitindo controlar a produção, direcionar esforços para atividades críticas, além de auxiliar na organização dos processos. Figueiredo, Oliveira e Santos (2011) afirmam que a utilização da cronoanálise (cronometragem) pode determinar o método mais eficiente e rápido para execução de uma operação, dispondo também da possível identificação de falhas e redução de custos de produção. Ainda, Peinado e Graeml (2007) complementam que é comum observar na prática, em empresas brasileiras, a utilização quase que exclusiva desta ferramenta.

2.1.2. DIVISÃO DAS OPERAÇÕES EM ELEMENTOS

A utilização de cronoanálise como técnica de determinação de tempo de produção é eficiente para conhecer o desenvolvimento de determinado elemento. No entanto, muitas vezes, ao analisar processos grandes e que envolve muitas tarefas, os resultados obtidos podem ser inconclusivos e não suficiente para a tomada de decisões. Como forma de contornar esse problema, a divisão da operação em elementos contribui para o controle e visualização das atividades que são mais exigentes e que precisam de uma maior atenção, de forma a evitar e/ou reduzir gargalos produtivos, tanto de ociosidade, como de estoque intermediário.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) são três as regras gerais para a divisão das operações:

1) Separar o trabalho em partes, de maneira que sejam mais curtas possíveis, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro;
2) As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado;
3) Definir o atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento separadamente.

Utilizando essas três regras é possível obter processos bem definidos, que possibilitam uma visão mais abrangente, garantindo que o método de trabalho possa ser cronometrado com maior assertividade, e prevenindo que a operação seja dividida de forma exagerada ou com poucas tarefas.

2.1.3. BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Uma linha de produção é um fluxo de operações e atividades que tem como objetivo a elaboração de um produto acabado ou semiacabado. Tubino (2008) destaca que a linha de montagem é formada por vários centros de trabalhos que podem ser montagens ou até máquinas para conformações específicas. Moreira (2008, p.381) afirma que a linha de montagem "representa o clássico do fluxo e operações em um sistema contínuo".

O balanceamento da linha de produção tem como objetivo designar as tarefas aos postos ou centros de trabalho de forma a atingir uma taxa de produção e de forma também que o trabalho seja igualmente dividido entre os postos (MOREIRA, 2008).

O balanceamento não tem como único objetivo dividir os elementos de trabalho de uma forma proporcional aos postos, ele também deve ser capaz de dimensionar o abastecimento de material na linha de produção (TUBINO, 2008).

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa é de caráter exploratório, pois de forma inicial, buscou-se uma familiaridade com a situação a ser registrada, de maneira a torná-la mais explícita, e permitindo uma maior compreensão dos processos. Como recurso metodológico, a pesquisa contou com um levantamento bibliográfico, através de livros, sites, artigos publicados em congressos e eventos de engenharia de produção, permitindo assim, técnicas adequadas para a aplicação da cronoanálise e o tratamento de dados.

Marconi e Lakatos (2010, p. 62) cita que o conhecimento cientifico é real (factual) porque lida com ocorrência ou fatos, dessa forma, é necessário um inquérito minucioso com intuito de resolver problemáticas e entender os fatos. De maneira a atender o supracitado, foi utilizado como modalidade de pesquisa o estudo de caso que segundo Yin (2010, p. 39), se trata de uma investigação empírica que estuda um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real. O estudo baseou-se em delimitar o tempo necessário para a montagem de um ROBÔCANO, que se trata da utilização de várias peças unitárias de canos, que em conjunto, através de conexões específicas se apresentam como robôs.

Figura 11 - Demonstração de modelos de ROBÔCANOS

Fonte: Santos (2010)

Para a montagem dos ROBÔCANOS, foi necessária a utilização dos componentes que estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 4 - Componentes necessários para a montagem do robô

ITEM	QUANTIDADE
Cap Rosqueável (1/2)	1
Cap Rosqueável (3/4)	4
Joelho 45º Rosqueável (1/2)	1
Joelho 90º Rosqueável (1/2)	3
Nípel Rosqueável (1/2)	9
Nípel Rosqueável (3/4)	4
Redutor Rosqueável (3/4) x (1/2)	2
Tampão Rosqueável (1/2)	2
Tê Rosqueável (1/2)	3
Tê Rosqueável (3/4)	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A montagem dos robôs com a utilização de canos, ocorreu como uma proposta de projeto disciplinar, de forma a aproximar os estudantes dos conceitos de Planejamento e Controle de Produção, focando esforços em possibilitar o conhecimento prático em cronoanálise, balanceamento de linha e trabalhando conceitos de ociosidade e estoque entre estações. Para a realização do processo de montagem foi necessário a divisão em períodos, que segundo Santos (2010) se baseia nas seguintes etapas:

a) Descrever (individualmente) o processo de montagem do ROBÔCANO;

b) Analisar (em grupo) o método de montagem de cada membro da equipe e propor um método melhorado;

c) Cronometrar a operação (por elemento) e determinar o tempo padrão;

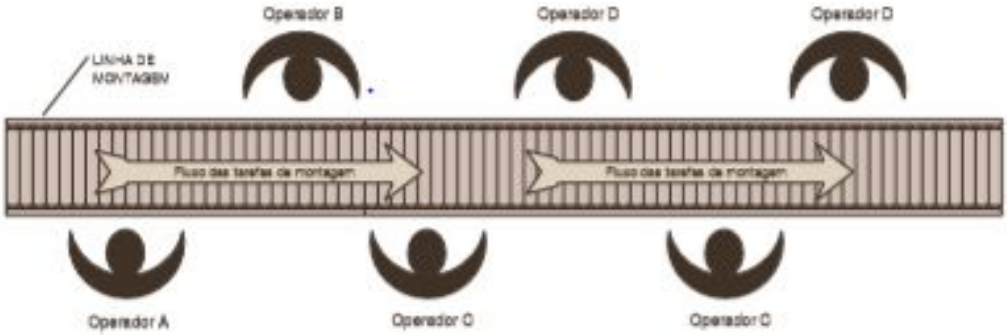
d) De acordo com os dados fornecidos, balancear a linha de montagem.

De acordo com Furlani (2011) o estudo de tempos e movimentos pode ser definido como um estudo de sistema que possui pontos identificáveis de entrada - transformação - saída, estabelecendo padrões que facilitam as tomadas de decisões. Assim, é necessário entender todo o processo de forma a otimizar os procedimentos e reduzir o tempo de produção. A definição dos movimentos é feita de forma a minimizar a quantidade de operações, podendo otimizar a sequência operacional e reduzir o tempo total de trabalho.

Para a coleta de dados, foram analisados durante 8 dias o processo de montagem do ROBÔCANO, para o processo, utilizou-se de um cronômetro e tabela de observações, onde foram registrados os tempos observados e anotações pertinentes para o tratamento de dados. Ainda, aderiu-se dos *softwares* Excel e Visio de forma a facilitar os cálculos e delimitar um mapeamento do processo de montagem.

Durante o processo, foi utilizado o arranjo físico por produto, neste tipo, os equipamentos, máquinas e elemento necessários são colocados de acordo com a ordem da montagem. Sendo assim, o produto segue um fluxo determinado de processos. O maior benefício desse tipo de arranjo é a divisão de trabalhos em tarefas elementares com curvas de aprendizagem próximas a 100% (PEINADO & GRAEML, 2007).

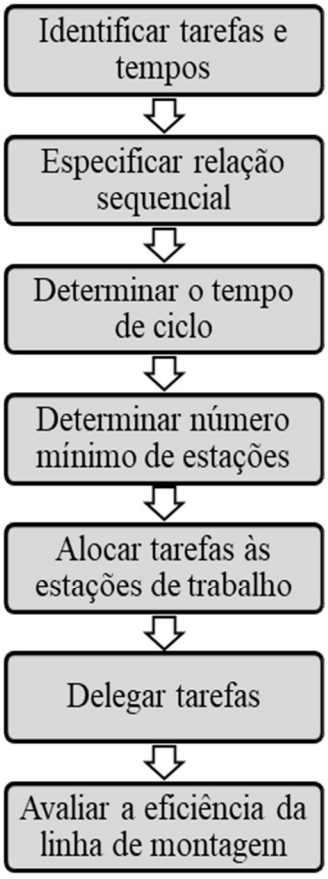
Figura 12 - Fluxo de operações em uma linha de montagem do arranjo físico por produto



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p.205)

De forma a fazer o balanceamento da linha de produção foi utilizado a seguinte sequência lógica.

Figura 13 - Etapas do balanceamento da linha de produção



Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

A sequência foi seguida de forma a obter o melhor balanceamento possível, para a primeira tarefa, foi observado e cronometrado as etapas das montagens dos robôs, em seguida, analisando o processo, foi definida uma relação sequencial a ser seguida para a realização das montagens de forma a otimizar o processo. Dessa maneira, foi utilizado de indicadores de produção para facilitar e padronizar as

tarefas, o primeiro foi o tempo de ciclo, que segundo Peinado e Graeml (2007, p.206) se trata do tempo máximo permitido para cada estação de trabalho montar uma peça antes que a tarefa seja passada para a estação seguinte. Dado um determinado nível de produção desejado, usa-se da seguinte fórmula para o cálculo do tempo de ciclo:

$$Tempo\ de\ ciclo = \frac{Capacidade\ disponível}{Demanda} \quad (1)$$

Também, foi determinado o número mínimo de estações de trabalho de forma que seja possível atender ao que foi demandado.

$$Número\ de\ estações\ de\ trabalho = \frac{\sum Tempos\ individuais}{Tempo\ de\ ciclo} \quad (2)$$

Por mais que uma linha de produção esteja bem balanceada e com as estações de trabalho cumprindo o tempo de ciclo determinado, sempre existem ociosidades e outros fatores que impedem que o processo seja 100% eficiente. Dessa forma, com o intuito de verificar o processo, foi utilizada da equação abaixo, que dá uma porcentagem de quanto o processo está sendo eficiente.

$$Eficiência = \frac{\sum Tempos\ das\ estações}{Número\ de\ estações\ \times Tempo\ de\ ciclo} \quad (3)$$

Dessa maneira, utilizando dos equipamentos adequados de medições e análises, e posteriormente, com auxílio das equações expostas, foi determinado o balanceamento adequado para a montagem do ROBÔCANO.

4. RESULTADOS

Com o objetivo de compreender na prática alguns dos conceitos relacionados a disciplina Planejamento e Controle de Produção, a turma foi orientada a simular a projeção de uma linha de montagem para o modelo de um ROBÔCANO, conforme Figura 4.

Figura 14 - ROBÔCANO montado

Fonte: Autores (2019)

Inicialmente, a ideia proposta pelo facilitador foi de que deveria ser montada uma linha de produção que atendesse a uma demanda de 950 ROBÔCANOS em um período de 7 horas e 30 minutos por dia (27.000 segundos), descontado as tolerâncias das operações. Dessa forma, dispondo dessas informações, foi possível calcular o tempo máximo por posto, de acordo com a Equação 1.

$$Tempo\ de\ ciclo = \frac{27.000}{950} = 28{,}42\ seg\ por\ peça$$

Posteriormente, para a realização das cronometragens e a definição dos mecanismos para a montagem dos robôs, a turma foi dividida em duas equipes, com intuito de verificar a diferença de processos e as diferentes possibilidades de produção abordadas por cada grupo. Para o estudo de tempos e do balanceamento de linha de produção, o presente artigo está focado nos resultados obtidos por apenas uma das equipes.

De forma a dar segmento ao estudo, a equipe foi orientada a dividir a montagem do ROBÔCANO em partes menores, designadas de elementos de trabalho. Então, feito isto, esses elementos foram divididos conforme a Tabela 2 e, em seguida, puderam ser mensurados.

Tabela 5 - Elementos de trabalho e suas respectivas cronometragens

ELEMENTOS DE TRABALHO		TEMPO MÉDIO CRONOMETRADO (s)
CINTURA	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral de um Tê (1/2)	5,84
	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral do Tê (1/2)	5,03
	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral do Tê (1/2)	4,92
	Colocar um Joelho de 90º (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral	7,01
	Colocar um Joelho de 90º (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral	4,24
TRONCO	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral de um Tê (1/2)	4,06
	Colocar um Nipel (1/2) na saída central do mesmo Tê (1/2)	3,85
	Colocar um segundo Tê (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral	4,86
	Colocar um Nipel (1/2) na saída central do segundo Tê (1/2)	4,97
	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral do segundo Tê (1/2)	5,00
	Colocar um Joelho de 45º (1/2) no Nipel (1/2) da saída central do primeiro Tê (1/2)	6,32
	Colocar um Joelho de 90º (1/2) no Nipel (1/2) da saída central do segundo Tê (1/2)	5,78
	Colocar um tampão (1/2) no Joelho de 90º	4,75
	Colocar um tampão (1/2) no Joelho de 45º	6,58
	Colocar um Cap (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral do segundo Tê (1/2)	3,88
PERNAS	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral de um Tê (3/4)	4,90
	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral do mesmo Tê (3/4)	5,62
	Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral	4,61
	Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral	2,94
	Colocar um Redutor (3/4 - 1/2) na saída central do Tê (3/4)	4,80
	Colocar um Nipel (1/2) no Redutor (3/4 - 1/2)	5,32
	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral de um segundo Tê (3/4)	4,14
	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral do mesmo Tê (3/4)	4,05
	Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral	3,57
	Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral	3,10
	Colocar um Redutor (3/4 - 1/2) na saída central do Tê (3/4)	3,27
	Colocar um Nipel (1/2) no Redutor (3/4 - 1/2)	3,80
MONTAGEM	Colocar a perna na cintura	6,27
	Colocar a outra perna na cintura	4,65
	Colocar tronco na cintura	7,02
SOMA DOS TEMPOS MÉDIOS CRONOMETRADOS		145,14

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Assim, utilizando a Equação 2 e dispondo dos tempos médios cronometrados para cada elemento de trabalho, foi possível determinar um número teórico de postos necessários para atender a demanda proposta de 950 peças por dia.

$$Número\ de\ estações\ de\ trabalho = \frac{145{,}14}{28{,}42} = 5{,}11 = 6\ estações$$

Desse modo, tem-se que para o ritmo de trabalho da equipe, o número mínimo de postos para atender a demanda proposta é aproximadamente igual a seis. Tendo em vista essa informação, a equipe pôde estruturar a linha do processo de montagem dividindo os elementos de trabalho da Tabela 2 em 6 postos, de acordo com as precedências das atividades e, levando em consideração o tempo máximo por posto. Ou seja, os dados da Tabela 2 foram coletados apenas com o intuito de nortear a equipe com relação ao balanceamento da linha, além de possibilitar uma curva de aprendizagem aos montadores com relação à execução das tarefas. Sendo assim, as amostragens coletadas na Tabela 2 puderam ser desconsideradas após o balanceamento e, foi realizada uma nova cronoanálise para o processo. Essa última consistiu em coletar cerca de 10 mensurações para cada elemento de trabalho, considerando a ordem de montagem e assim, evitando grandes erros nas cronometragens que poderiam afetar o balanceamento.

Dessa maneira, a Tabela 3 foi elaborada utilizando do conceito de balanceamento de linha, auxiliando na alocação das tarefas de forma a manter o tempo médio de cada posto inferior a 28,42 segundos e assim, obter êxito no processo de montagem do ROBÔCANO.

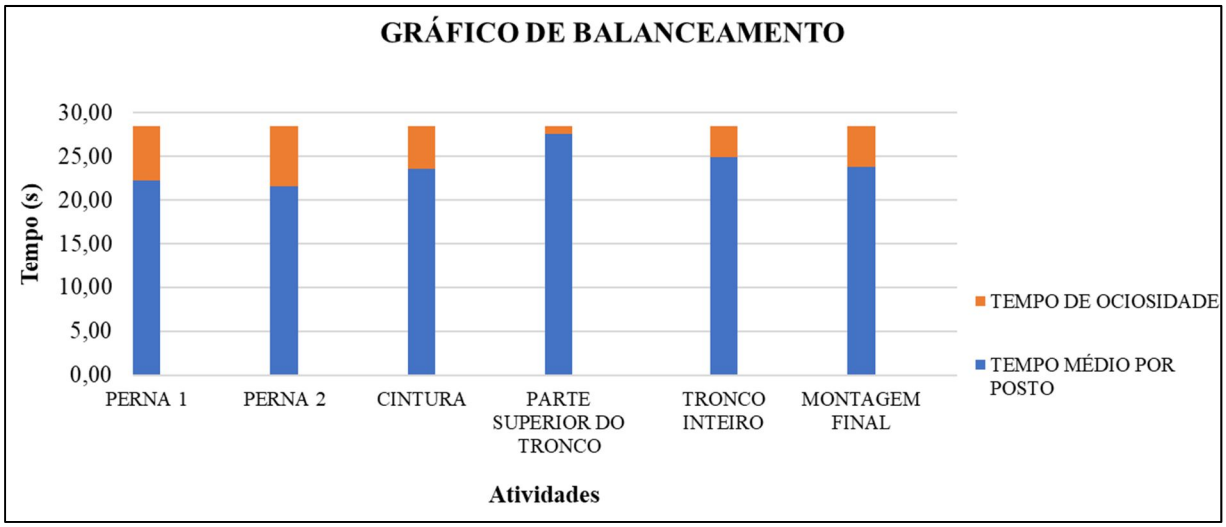
Tabela 6 - Balanceamento de linha para a montagem do ROBÔCANO

BALANCEAMENTO FINAL - ORDEM DE MONTAGEM DO ROBÔCANO				
Nº DO POSTO	**NOME DA ATIVIDADE**	**ELEMENTOS DE TRABALHO**	**TEMPO MÉDIO (s)**	**TEMPO MÉDIO POR POSTO (s)**
1	PERNA 1	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral de um Tê (3/4)	4,34	22,21
		Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral do Tê (3/4)	3,65	
		Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral do mesmo Tê (3/4)	4,37	
		Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral do Tê (3/4)	4,17	
		Colocar um Redutor (3/4 - 1/2) na saída central do mesmo Tê (3/4)	5,69	
2	PERNA 2	Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral de um Tê (3/4)	4,16	21,57
		Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral do Tê (3/4)	3,88	
		Colocar um Nipel (3/4) na saída lateral do mesmo Tê (3/4)	4,26	
		Colocar um Cap (3/4) no Nipel (3/4) da saída lateral do Tê (3/4)	3,69	
		Colocar um Redutor (3/4 - 1/2) na saída central do mesmo Tê (3/4)	5,59	
3	CINTURA	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral de um Tê (1/2)	3,93	23,54
		Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral do mesmo Tê (1/2)	4,78	
		Colocar um Joelho de 90° (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral	4,71	
		Colocar um Joelho de 90° (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral	5,36	
		Colocar um Nipel (1/2) em um dos Joelhos 90° (1/2)	4,76	
4	PARTE SUPERIOR DO TRONCO	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral de um Tê (1/2)	4,78	27,51
		Colocar um Nipel (1/2) na saída central do Tê (1/2)	4,00	
		Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral do Tê (1/2)	3,94	
		Colocar um Cap (1/2) no Nipel (1/2) da saída lateral do Tê (1/2)	3,47	
		Colocar um Joelho de 90° (1/2) no Nipel (1/2) da saída central do Tê (1/2)	5,08	
		Colocar um tampão (1/2) no Joelho de 90° (1/2)	6,23	
5	TRONCO INTEIRO	Colocar um Nipel (1/2) na saída lateral de um Tê (1/2)	4,56	24,88
		Colocar um Nipel (1/2) na saída central do mesmo Tê (1/2)	4,19	
		Colocar um Joelho de 45° (1/2) no Nipel (1/2) da saída central do Tê (1/2)	6,52	
		Colocar um tampão (1/2) no Joelho de 45°	4,67	
		Montar a estrutura do posto 4 com a do posto 5	4,95	
6	MONTAGEM FINAL	Colocar Nipel (1/2) no Redutor de uma das pernas	4,13	23,80
		Colocar perna com Nipel (1/2) na cintura	6,56	
		Colocar perna sem Nipel (1/2) na cintura	6,93	
		Colocar tronco na cintura	6,18	
SOMA DOS TEMPOS				143,51

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Figura 5 a seguir mostra um resumo da Tabela 3 de forma gráfica, explorando o tempo de ociosidade de cada posto com relação ao tempo máximo permitido. Além disso, a partir da Figura 5 fica muito mais fácil visualizar o balanceamento geral do processo de montagem.

Figura 15 - Representação gráfica do balanceamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com base na análise gráfica, pode-se perceber que o posto 4 foi a estação de trabalho cujo o tempo de ociosidade foi o menor, enquanto que os postos referentes a montagem das pernas tiveram um tempo de ociosidade maior. Além disso, a análise permite concluir também que há diversos fatores que implicam na linha de produção como, por exemplo, a velocidade com que o operador realiza a montagem. Isso fica bem claro quando se avalia os postos 1 e 2 que, apesar de possuírem os mesmos elementos de trabalho e se apresentarem bem equilibrados, é perceptível uma pequena diferença no tempo médio entre ambos.

Após o balanceamento, a equipe simulou uma linha de produção, fazendo a montagem de 3 ROBÔCANOS. A partir dessa prática, alguns questionamentos puderam ser colocados em discussão. O primeiro trata-se a respeito da montagem do primeiro ROBÔCANO, onde o operador do posto da montagem final fica ocioso em torno de 21 à 23 segundos no momento inicial, esperando as primeiras peças chegaram para dar início à montagem. Esse fato que até o momento era desconhecido pela equipe, vai sempre tornar a montagem do primeiro ROBÔCANO mais demorada e, por esse motivo, a primeira cronometragem não deve ser utilizada para generalizar o tempo de montagem de todo um processo produtivo. O segundo questionamento foi que, ao montar 6 ROBÔCANOS (número máximo de elementos disponíveis no laboratório), ficou evidente que, a partir do segundo ROBÔCANO, o tempo gasto para a montagem completa de cada um deles, ia diminuindo. Isso ocorre porque os

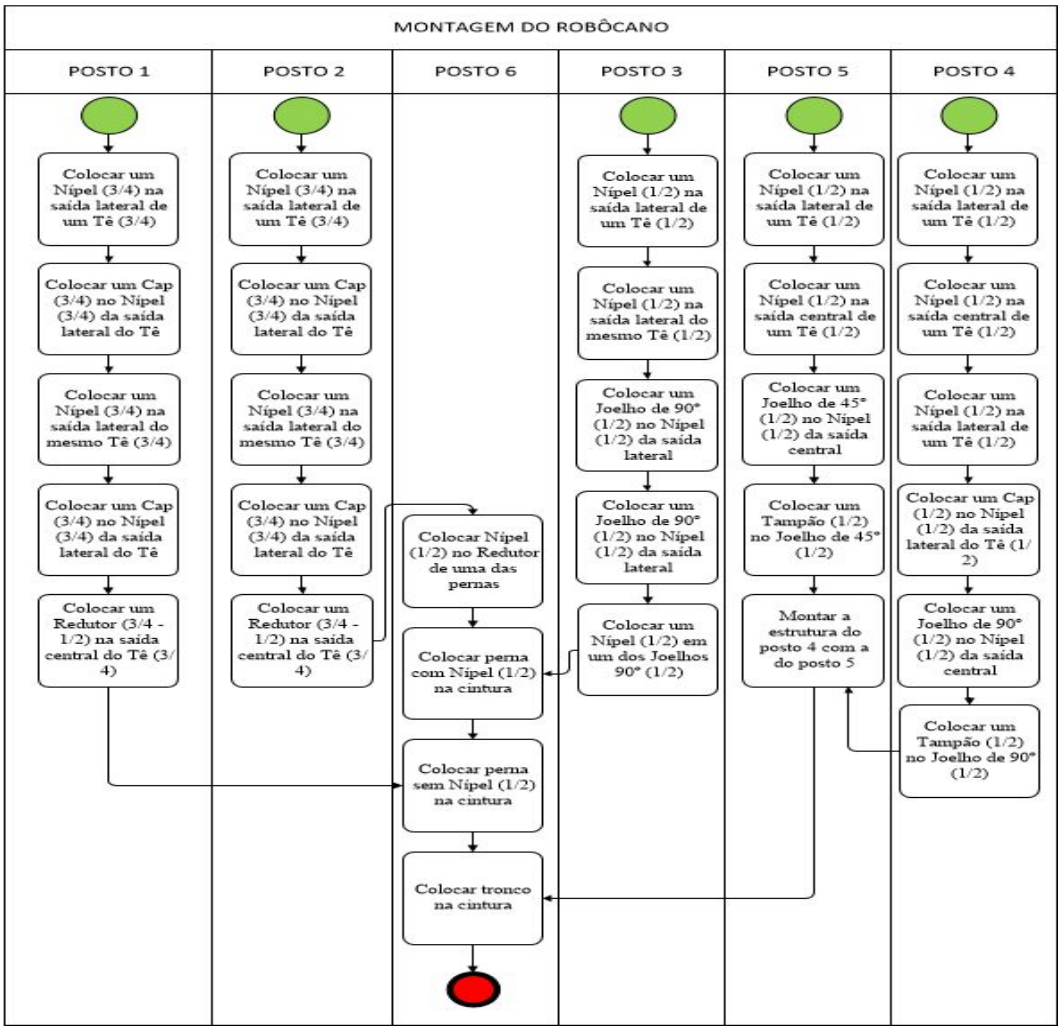
operadores de todos os postos começaram a trabalhar no mesmo ritmo e, simultaneamente. Então, o tempo ocioso inicial do posto 6 passou a ser compensado.

Conforme a Figura 5, pode-se visualizar que todas as tarefas tiveram ociosidades o que influencia diretamente na eficiência do processo. Sendo assim, com o intuito de verificar o índice de eficiência do sistema de montagem, foi utilizado da equação 3 conforme segue.

$$Eficiência = \frac{143{,}51}{6 \times 28{,}42} = 0{,}8416 = 84{,}16\%$$

Ao término de todas essas análises e, com o balanceamento de linha finalizado, o facilitador do projeto orientou a equipe a elaborar um modelo de instrução de trabalho para cada posto com o intuito de praticar o conceito de padronização de processos. Sendo assim, foi utilizada a ferramenta Visio para auxiliar na elaboração do fluxograma do processo produtivo.

Figura 16 - Instruções de trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Por fim, vale ressaltar que o projeto ainda está em andamento e, por esse motivo, outros pontos acerca da linha de produção ainda serão discutidos e colocados em prática com a dinâmica do ROBÔCANO. Contudo, é importante ressaltar que com essa parte inicial da aplicação, as equipes já conseguiram visualizar e compreender na prática a relação do estudo de tempos com o balanceamento de linha a partir dos questionamentos citados que, até então, estavam camuflados pela teoria.

5. CONCLUSÃO

O mercado está em alta competitividade, exigindo que a produção seja a mais otimizada possível de forma a atender as demandas dos clientes ao mesmo tempo em que a produção deve-se manter organizada para reduzir gargalos. O estudo de tempos e movimentos, utilizando da cronoanálise contribui de forma direta para organizar processos, balancear linhas de produção e garantir que o fluxo produtivo ocorra com baixo índice de ociosidade e de estoques entre as estações de trabalho.

Com a utilização das técnicas adequadas, o presente trabalho possibilitou determinar um método de produção eficaz para a confecção de ROBÔCANOS, determinando o tempo necessário de realização de cada etapa de montagem e a quantidade necessária de estações de trabalho de forma que fosse possível atender ao que foi demandado.

De acordo com a utilização das equações de tempo de ciclo e número de estações de trabalho e com a observação dos processos de montagem, foi possível determinar as atividades que exigiam um maior tempo, sendo necessário delimitar um maior cuidado para que tais atividade não gerassem atrasos nas posteriores. Assim, o procedimento que mais demorou na execução foi a parte superior do tronco, vale ressaltar que nenhuma das atividades ultrapassou o tempo de ciclo calculado que foi de 28,42 segundos.

Durante a realização das análises de tempos e cronometragens, pode-se perceber, que um mapeamento de processos adequado contribui para a realização das atividades com maior assertividade. Além disso, houve uma evidência da curva de aprendizagem, sendo que na primeira tomada de tempo de montagem a duração geral foi muito maior do que nas montagens predecessoras.

Esse estudo apresentou dados capazes de mostrar quais etapas, operações e procedimentos precisavam ser reavaliados para tornar o processo mais eficiente e a partir disso elaborar, definir e implementar medidas de otimização da linha de produção e por consequência alavancar a capacidade produtiva.

Por fim, percebe-se a nítida relação entre definição de tempos e efetividade produtiva, deixando claro que empresas que conhecem a sua eficiência e sua capacidade de produção são capazes de agir e tomar decisões estratégicas de forma a possibilitar ações corretivas e atender as demandas exigidas através das análises e modificações de processos.

Como alternativa para projetos futuros, sugere-se o incremento na produção de robôs. Com a capacidade de material disponível para produção atualmente, é possível a montagem de até seis robôs, por conta disso, durante o processo de produção do primeiro robô, o último posto (montagem final) ficou em processo de ociosidade, atrapalhando a eficiência geral da montagem. O aumento da capacidade produtiva vai possibilitar visualizar de forma mais concreta os processos de indústrias de montagem, dando possibilidades de enxergar a realidade e a importância de linhas de produção bem balanceadas.

REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida de Trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

FERNANDES, Flavio Cesar F. Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FIGUEIREDO Francisca Jeanne Sidrim de; OLIVEIRA Teresa Rachel Costa de; SANTOS Ana Paula Bezerra Machado. Estudo de tempos em uma indústria e comércio de calçados e injetados LTDA. XXXI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_19103.pdf>. Acesso em: 08 maio 2019.

FURLANI, Kleber. Estudos de Tempos e Métodos. 2011. Disponível em: <http://www.kleberfurlani.com/2011/01/estudo-de-tempos-e-metodos_5257.html>. Acesso em: 07 maio 2019.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamento de Metodologia Científica. 7ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

MARTINS, Rosemary. Sistemas de Produção. Blog da Qualidade. Jan. 2014. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/sistemas-de-producao/>. Acesso em: 13 maio 2019.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MUNIZ, Jorge. Organização da Produção: ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS. Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.dequi.eel.usp.br/~fabricio/materia1>. Acesso em: 13 maio 2019.

NASCIMENTO, Lenuzia Santos do, et al. Estudo de tempos e movimentos no processo produtivo de uma organização do ramo alimentício. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, Curitiba (PR), vol. 2, n. 3, jul./dez. 2014. Disponível em:<https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/38420/23523>. Acesso em: 13 maio 2019.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. Administração da Produção: operações industriais e de serviços. 1 ed. Curitiba: Unicemp, 2007.

SANTOS, Luciano Costa. Oficina ROBOCANO. XV ENCEP – Encontro Nacional de Coordenadores do curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/33/robocano.pdf>. Acesso em: 07 maio 2019.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Capítulo 54

A GESTÃO INOVADORA DA LOGÍSTICA COM APLICAÇÃO DE SISTEMAS INTELIGENTES NA REDE POMMEDOR

Ana Lídia Zoni Ribeiro (analidiarochazoni@gmail.com)
Alan Rilson Brito Jastes (alan_jastes@hotmail.com)
Luiz Roberto da Silveira almeida (luis_almeid_13@hotmail.com)
Roger Ribeiro da Silva (rogerdasilva@gmail.com)
Bruno da Paixão Monteiro (brunodapaixaomonteiro@yahoo.com.br)
Wanessa Tarão Mendes (mendes.wanessa@estacio.br)

Resumo: A lógica fuzzy constitui a base para o desenvolvimento de métodos e algoritmos de modelagem e controle de processo, possibilitando a redução da complexidade do projeto e implementação, transformando-se na solução para a questão de controle até então não tratáveis por técnicas clássicas. A finalidade da pesquisa é a aplicação da lógica fuzzy na central de distribuição da rede Pomme D'or para elaboração de sistemas inteligentes e controle financeiro, resultando em melhores decisões de compra para atender a demanda de pedidos de todos os restaurantes, casas de eventos e eventos de terceiros, não gerando estoque acumulado, e haja capital parado na empresa. Finalmente apresenta-se um panorama do funcionamento operacional atual, incluindo as principais práticas utilizadas por compradores, fornecedores e diretoria na atual tomada de decisão quanto à aquisição dos produtos.

Palavras-chave: Controle, Compras, Lógica Fuzzy, Sistemas Inteligentes, Matlab.

1. INTRODUÇÃO

No sistema globalizado atual, as empresas percebem a necessidade de interagir com novas tecnologias que auxiliem na gestão de estoque. Esta tendência está exigindo das empresas novos posicionamentos, com implementação de modernas metodologias em práticas de gestão. Para que as melhorias ou ações implementadas na gestão de estoque não falhem, é necessário que seus resultados sejam constantemente mensurados, avaliados e as medidas corretivas adequadamente implementadas. Tendo como implementação no estoque o sistema de controle de processos, o qual é de suma importância para auxiliar a metodologia para o controle da eficiência de suprimentos, onde sua principal importância é diminuir a margem de erro, evitando desperdícios e aplicando o capital da empresa de maneira eficiente, visando sua saúde financeira.

Há diversas técnicas para implementar ou aprimorar um sistema de controle de processos como o uso de ferramentas administrativas como: Ishikawa e 5w2h e a utilização de sistema especialista através da lógica fuzzy. As ferramentas administrativas foram aplicadas para identificar e resolver os problemas da gestão do estoque, sendo, o diagrama de Ishikawa utilizado para quantificar as causas geradoras do problema de controle de estoque. Segundo Werkema (1995), o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta, utilizada para expor a relação existente entre o resultado de um processo, e as causas que tecnicamente possam afetar esse resultado. O autor afirma que a ferramenta como uma forma de utilização para expor a relação existente entre o resultado de um processo, e as causas que tecnicamente possam afetar esse resultado. Para a resolução do problema identificado foi aplicado um plano de ação utilizando o 5W2H, de forma a explorar atividades e processos adequados de assertividade no controle dos suprimentos.

Os conjuntos fuzzy são funções que mapeiam um elemento a um valor escalar entre 0 e 1, o que indica o seu grau de pertinência no grupo. Assim torna-se viável tratar a imprecisão dando a ela um grau de veracidade ou falsidade em um conjunto (ZADEH, 1965). Nesta aplicação podem ser classificados da seguinte forma dentro do intervalo [0,1]: péssimo-[0,2]; ruim-[0,4]; regular- [0,6]; bom- [0,8] e excelente [1,0]. PEREIRA et al desenvolveram um sistema de inferência fuzzy para auxiliar na tomada de decisão a fim de classificar fornecedores para uma indústria de alimentos.

Este sistema será implantado em uma cadeia de restaurantes de Belém com quatro restaurantes, uma cozinha centralizada para eventos, 3 casas de recepção além de atender eventos de terceiros em outros salões. Esta empresa é a maior no segmento alimentício da cidade, com uma tradição de 23 anos e com uma capacidade produtiva para atender a 35 mil pessoas/dia em sua totalidade. Com o

uso desse sistema, espera-se controlar o pedido das compras, enxugando os pedidos e cobrindo a real necessidade de abastecimento para o período de uma semana na central de distribuição da rede, comprando dos fornecedores com melhores preços e garantindo a qualidade dos suprimentos.

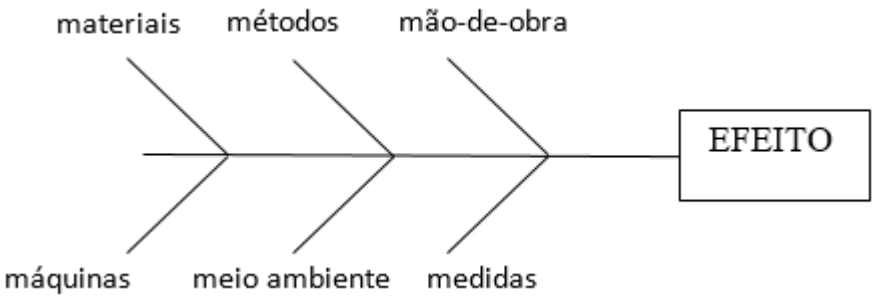
Portanto, este estudo de caso tem finalidade apresentar modelo de indicadores quantitativos e qualitativos que desempenhem e a tomada de decisão no setor de compras. Sendo assim, fez-se necessário a utilização da lógica fuzzy para melhorar o controle de processos. Utilizando questionário estruturado para obter dados e técnicas que considerem o modo pela falta de precisão, são descritas as incertezas quando aplicadas, tornam-se poderosas para manipular com segurança este conhecimento. A sua utilização em sistemas de controle de processos em tempo real, em computadores ou micro controladores, é das mais oportunas e convenientes, por não envolver nenhum problema computacional extremamente sério (LEE, 1990.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DIAGRAMA DE *ISHIKAWA*

Slack (1995), afirma que o diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, é um método particularmente efetivo e ajuda a pesquisar as raízes de problemas. São pontos levantados com perguntas como: o que, onde, como e por que anteriores. O diagrama torna-se exclusivamente um programa para a aplicação de melhoramentos. Podendo-se dividir as causas encontradas em categorias, são elas: máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra. (CAMPOS, 1999). Os materiais representam como a qualidade e o tipo utilizados influenciam no problema, os métodos mostram como a forma de desenvolver o trabalho influencia no problema, a mão-de-obra resulta em como as pessoas envolvidas na atividade influenciam no problema, as máquinas mostram como os equipamentos utilizados no processo influenciam no problema, o meio ambiente como o meio em que a atividade está sendo desenvolvida influencia no problema e por fim, as medidas que são as métricas utilizadas para medir o desenvolvimento da atividade influenciam no problema.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa e Método 6M



Fonte: Campos, (1999).

2.2 PLANO DE AÇÃO 5W2H

Werkema (1995) afirma, que no planejamento de um plano de ação a estratégia elaborada, faz-se necessário realizar reuniões com o grupo das pessoas envolvidas nas atividades, para definir o plano de ação com base na estrutura 5W2H. O plano de ação elaborado deve deixar claro todas as etapas as quais deverão ser realizadas, assim, desenvolveram uma verificação de *check list*, evidenciando os principais pontos de ação a serem realizados (MESQUITA e VASCONCELLOS, 2009).

A ferramenta 5W2H deverá levar em consideração todas as atividades a serem realizadas com maior efetividade e eficácia, ficando de uma forma bem clara todas as atividades a serem efetuadas pelos seus responsáveis. Meira (2003), afirma que o objetivo do 5W2H é responder as setes perguntas, de forma eficiente e planejada, como podem ser observadas no Tabela 1.

Tabela 1 – Estrutura do 5W2H

Métodos dos 5W2H			
5W	WHAT	O Que?	Que ação será executada?
	WHO	Quem?	Quem irá Executar/Participar da ação?
	WHERE	Onde?	Onde executada a ação?
	WHEN	Quando?	Quando a ação será executada?
	WHY	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	HOW	Como?	Como será executada a ação?
	HOW MUCH	Quanto Custa?	Quanto custa a ação?

Fonte: Adaptado de Meira (2003)

Conforme Oliveira (1996), o plano de ação é um planejamento capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas. Serve de referência às decisões, permitindo assim que seja feito o acompanhamento do desenvolvimento do projeto.

2.3 LÓGICA FUZZY

A lógica *fuzzy* é utilizada pela teoria dos conjuntos *fuzzy*. Ela difere dos sistemas lógicos tradicionais nos detalhes e suas características. Nesta lógica trabalha-se com um caso limite do raciocínio aproximado como um processo de composição de relações nebulosas. (*Zadeh*, 1965)

Nos sistemas lógicos multivalores, o valor verdade de uma preposição pode ser ou um elemento de conjunto finito, num intervalo ou uma álgebra booleana; ao contrário dos sistemas lógicos binários, onde o valor verdade só pode assumir dois valores: verdadeiro (1) e falso (o) onde cada termo linguístico é interpretado como um sub conjunto fuzzy do intervalo unitário.

Uma variável linguística é uma variável cujos valores são nomes de conjuntos fuzzy. Sua principal função é fornecer uma maneira sistemática de aproximação de fenômenos complexos ou mal definidos (GONÇALVES, 2007).

- Na teoria dos conjuntos "fuzzy" existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto.
- Diagrama de blocos é a representação gráfica de um processo ou modelo de um sistema complexo. Através de figuras geométricas e ligações, descreve-se as relações entre cada subsistema e o fluxo de informação. É a representação gráfica da solução de um problema. Os símbolos devem ser dispostos em ordem lógica e com sintaxe correta para atingir o objetivo de resolver o problema. Os diagramas diferem os fluxogramas por representarem pequenas partes de um grande sistema com foco no processo lógico.
- Variáveis linguísticas descrevem uma entidade utilizada para representar de modo impreciso (linguístico) um conceito ou uma variável de um dado problema. Admite-se como valores expressões linguísticas que, por sua vez, são representados por conjuntos fuzzy existentes no universo U [1]
- Defuzzy é a etapa no qual as regiões resultantes são convertidas em valores para a variável de saída do sistema; Esta etapa corresponde a ligação funcional entre as regiões fuzzy e o valor esperado;

3. METODOLOGIA

O processo de construção do estudo de caso foi desenvolvido através de pesquisas bibliográficas e aplicação de questionários composto de 56 perguntas objetivas subjetivas, cuidadosamente

elaborados com peso de:[0,1] insuficiente- [0,2]; regular-[0,4]; bom- [0,6]; excelente- [0,8] e não se aplica [1,0] para inserir as inferências na lógica fuzzy através de uma análise estatística, foi possível coletar dados importantes que permitam relacionar tempo de pedido, separação de material, tempo de suprimento e compra programada. As variáveis linguísticas utilizadas foram: preço com os requisitos de barato, padrão e caro; quantidade correta com níveis de satisfação como péssimo, satisfatório e insatisfatório, com prazos de entrega com seus tempos marcados como, antes do programado, em tempo e depois do combinado, foi aplicado para o produto bacalhau desfiado, conforme a Tabela 2.

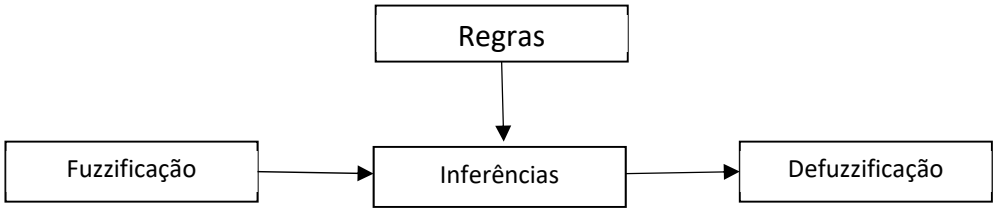
Tabela 2- Variáveis linguísticas.

Variáveis linguísticas	
Preço	Barato
	Padrão
	Caro
Quantidade correta	Péssimo
	Insatisfatório
	Satisfatório
Prazo de entrega	Antes do programado
	Em tempo
	Depois do combinado
Qualidade de compra	Péssimo
	Ruim
	Regular
	Bom
	Excelente

Fonte: Autor (2019)

Todas essas variáveis passam pela *fuzzificação,* onde são processadas pelo sistema de inferências com base em regras previamente estabelecidas, que após *defuzzificção* indicam na saída uma resposta, conforme ilustrada na Figura 2.

Figura 2: Sistema *Fuzzy*



Fonte: autor (2019)

Com base nos resultados pode observar a necessidade da atuação de um moderador entre os setores para ajustar os erros dos pedidos das unidades e erro nas compras. A aplicação do *software Matlab* mostrará as saídas mais adequadas para cada avaliação.

Nesse trabalho a saída é o índice da qualidade de compra, a saber: péssimo, ruim, regular, bom e excelente e foram utilizadas 12 regras de inferência.

4. ESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DA REDE QUE GIRA EM TORNO DA CENTRAL DE DISTRIBUIÇÃO E NUTRIÇÃO ABASTECEM AS UNIDADES DE (U1) ATÉ A (U9).

Tabela 3: Identificação das unidades abastecidas pelo setor de nutrição e distribuição.

Unidade *Privilége*(U1)	Localizada na Serzedelo Côrrea em frente à praça Batista Campos é a unidade que atende em dois períodos com horário de almoço, à La Carte (porções individuais) às sextas e sábados e nos demais dias atende com eventos. Seu perfil é a alta gastronomia, com capacidade para atender eventos entre 70 e 120 pessoas e com ticket médio de 200 a 350 atendimentos dia.
Unidade Generalíssimo (U2)	Funciona como o ponto de apoio para atender os pedidos de encomendas para terceiros, restaurante e central de eventos com todo o operacional, totalizando como três setores no mesmo espaço físico e com capacidade para eventos de 70 a 150 pessoas e com atendimento médio de 300 a 500 atendimentos dia.
Unidade Parque (U3)	É a segunda unidade mais antiga e referência como ponto turístico para apresentações de comidas típicas Com capacidade de atendimento para eventos de 70 a 130 pessoas e com horário de atendimento pela manhã, com média de 200 a 300 dia atendimento dia.
Unidade Pátio (U4)	É a unidade mais nova localizada dentro do Shopping Pátio Belém conta com uma logística diferenciada por obedecer as regras do condomínio e com atendimento médio de 300 a 500 atendimentos dia.
Unidade Usina 265 (U5)	A casa de recepção localizada na Municipalidade e com a capacidade para atender de 180 a 400 pessoas.
Unidade Maison Brilhante (U6)	Atua como a casa de recepção mais antiga do grupo, localizado na Avenida Magalhães Barata, com capacidade de atendimento de 70 a 160 pessoas.
Unidade Maison cristal (U7)	Atua como a casa de recepção mais antiga do grupo e integrada com o salão Brilhante, localizado na Avenida Magalhães Barata, com capacidade de 200 a 500 pessoas.
Unidade fábrica 242 (U8)	É a casa de recepção mais nova, localizada na Avertano Rocha com a São Francisco, com capacidade entre 180 a 400 pessoas.
Unidade eventos de terceiros (U9)	A casa de recepção localizada na Municipalidade e com a capacidade para atender de 180 a 400 pessoas.

Fonte: Arquivo autor (2018)

A funcionalidade da central de distribuição está concentrada na compra e armazenagem e processamento de todos os produtos que entram para atender as unidades U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8 e U9. Existe uma estrutura de cozinha industrial que atende às demandas da centralização do almoço das unidades U1, U2, U3 e U4 como as unidades que atendem exclusivamente aos eventos.

O setor de nutrição é responsável por toda a produção da rede Pomme D'or e pelo controle de qualidade como na solicitação de produtos do estoque, sendo capacitada com mais de 33,3% total das compras somente no item bacalhau desfiado dentre os mais de 200 itens cadastrados no sistema utilizado pela rede em geral.

Segundo entrevistados, membros da diretoria, afirmam que sua capacidade atinge na totalidade o limite de atendimento para 35.000 por dia. É o único restaurante de Belém com essa capacidade, dispõe de uma cozinha industrial equipada com fornos industriais capazes de alcançar altas temperaturas, acelerar a produção e garantir o controle de qualidade e com sabor espetacular através deste recurso de ponta.

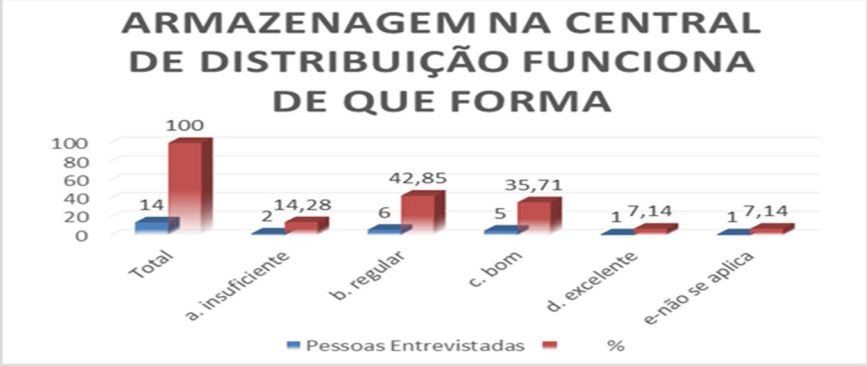
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante do contexto podemos observar a grande falta de integração entre os setores, apresentando falhas nas compras, atrasos na produção e largos períodos da espera de chegada de produtos até a compra de produtos mais caros, para atender a urgência das solicitações.

Os resultados dos questionários mostram o grau de satisfação quanto ao funcionamento dos setores e dos responsáveis por eles através de pesos ponderados [0,1] que são: insuficiente, regular, bom, excelente e não se aplica, já que resultou a aplicação do questionários a vários setores, solicitando o ponto de vista nos setores que não correspondem a função de cada empregado .Sendo assim, o principal benefício de um sistema de gestão do desempenho para cadeias de suprimentos é fornecer um quadro compreensível e atual de informações sobre o desempenho de um negócio. Outra contribuição é possibilitar um diagnóstico das fraquezas do negócio e decidir quando e onde ações corretivas se tornam necessárias, a fim de avaliar o impacto dessas ações sobre o desempenho do todo (KUENG; WETTSTEIN; LIST, 2001).

Quanto a organização da central de distribuição é responsável pelo abastecimento de todas as unidades de restaurantes, casas de eventos e eventos de terceiros. Vimos sua distribuição conforme figuras 3, 4 e 5 que avalia sua funcionalidade de abastecimento, processamento e expedição dos materiais.

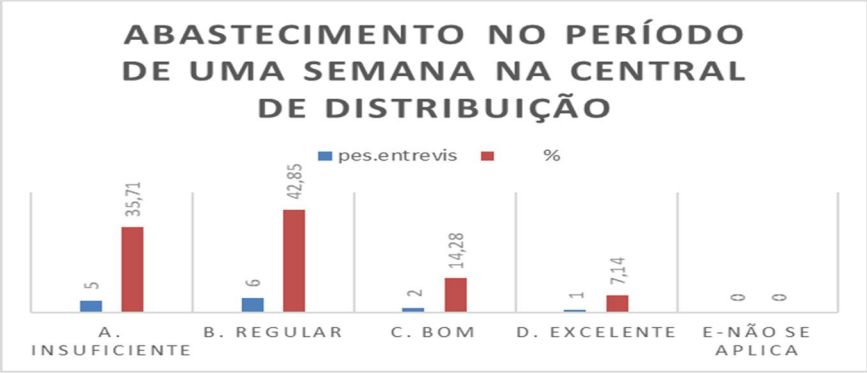
Figura 3 - Armazenagem na Central de Distribuição e sua capacidade



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A central de distribuição apresentou-se como regular pela falta de compromisso dos gerentes de eventos em repassar essas informações no início da semana para que se programe a compra que é realizada geralmente na terça-feira.

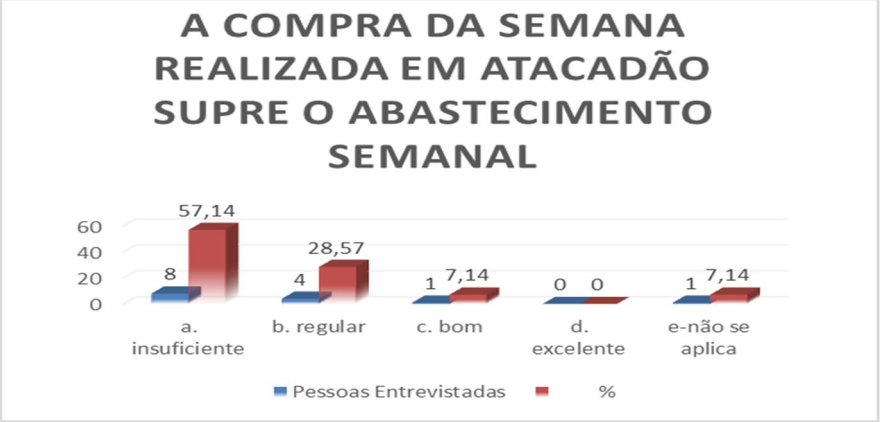
Figura 4 - Abastecimento no período de uma semana para atender as unidades U1 a U9



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A repetição da insuficiência e a apresentação como regular na maioria, notou-se a grande insatisfação do setor operacional que tende a trabalhar de forma improvisada e tendendo a ter momentos ociosos durante a operacionalidade e causando até a necessidade da contratação de extras para atender ao excesso de trabalho e que deveria ter sido distribuído nas horas ociosas pela falta de material.

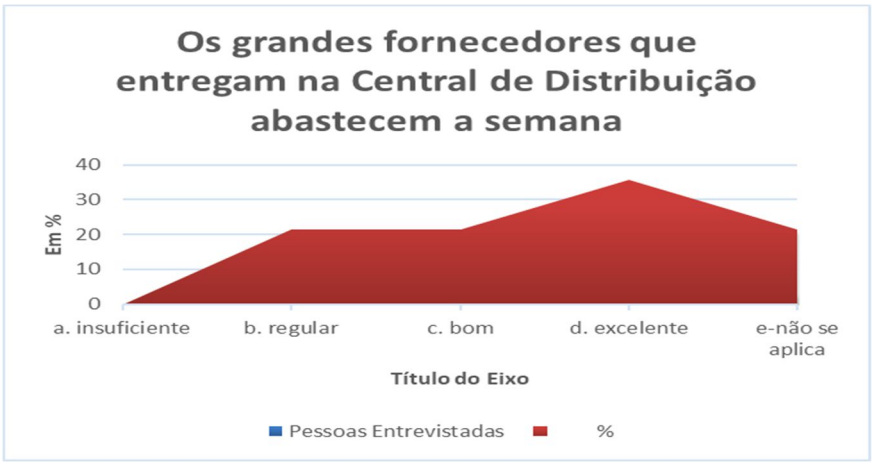
Figura 5 - Compra do início da semana no atacadão e seu suprimento na central de distribuição



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os grandes fornecedores sempre abastecem com excelência os pedidos, com qualidade e entrega no prazo estabelecido, até mesmo nos pedidos extras, buscam sempre atender as solicitações de compra como mostra a figura 6.

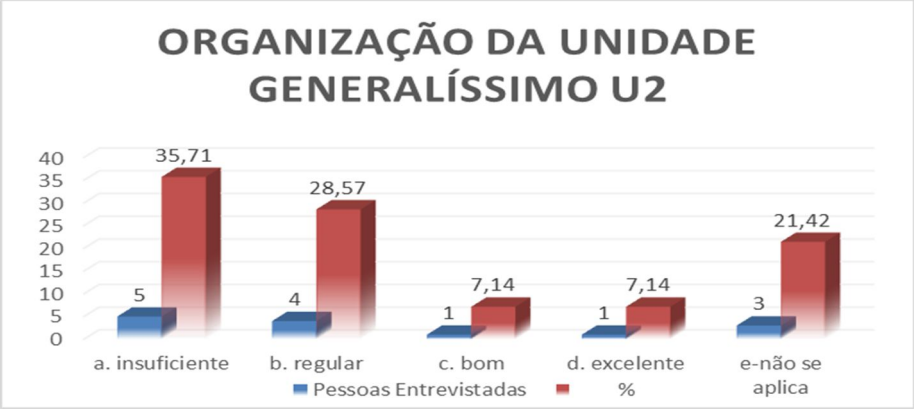
Figura 6 - Pedidos e entregas dos grandes fornecedores na central de distribuição



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Para obter uma boa previsão de compra é necessário que haja comunicação entre os setores, que pode informar via e-mail de maneira formalizada a média de eventos e pessoas atendidas, assim pode-se saber a necessidade de compra o mais próximo do real pois sabe-se que existe o fechamento de eventos no mesmo dia ou para o dia seguinte porém não alcança nem 20% do que foge do controlado. Não existe a checagem dos estoques das unidades o que nos mostra uma maior insatisfação com a unidade Generalíssimo U2 que envia os pedidos diários de estiva e que se repetem muitas das vezes com o pedido do mesmo item como mostra a figura 7.

Figura 7 - A organização geral da unidade Generalíssimo.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

As demais unidades estão na média com uma boa organização quanto a solicitação de pedidos de estiva e centralização e as bebidas.

A formulação ideal para o sucesso do gerenciamento de estoque em qualquer sistema de produção é que ele não seja insuficiente ou excedente. O equilíbrio entre a quantidade de bens produzidos, a de matéria-prima no estoque e, a demanda pelos itens produzidos deve ser o mais harmônico possível, com a finalidade de enxugar custos no geral (CHEN et al., 2007).

Essa afirmação pode ser verificada observando-se o que ocorre com os sistemas produtivos nos extremos opostos e distantes desse equilíbrio que podem sofrer com atrasos em sua cadeia produtiva, risco de não entrega do que está demandado, comprar produtos mais caros, perder economia de escala na aquisição de matéria-prima, entre outros. Em contrapartida, um estoque em excesso pode representar obsolescência da matéria prima estocada, capital da empresa parado e mal aplicado, custos de manutenção e congelamento de recursos financeiros. Portanto, um estoque alinhado com a produção evita todo esse conjunto de obstáculos que encarecem a produção.

Para *Ganeshan & Harrison* (1995), a escolha das ferramentas adequadas na gestão de estoques não apenas aumenta o nível de serviço ao cliente, mas também auxilia na coordenação entre o suprimento e demanda, atendendo de forma eficiente a produção e suas necessidades, bem como auxilia no planejamento da cadeia de suprimentos de uma empresa. Contudo, mostra-se adequada a adoção de metodologias que auxiliem os gestores nas escolhas estratégicas, táticas e operacionais, em relação ao gerenciamento logístico.

Na tabela 4 de produtos, fornecedores e preços, observa-se o exemplo de uma falha com alto valor significativo na compra de uma semana, levando em consideração tempo de pedido, envio de carga

como no caso no fornecedor 2 de São Paulo, que precisa do prazo de 8 dias até a entrega do pedido em Belém, o que leva a uma compra do fornecedor 1 de Belém com valor altíssimo pelo erro no cálculo dos eventos pois nos restaurantes seguem uma padronização de cardápio o que facilita, a programação de compra que visa estruturar a real necessidade e não utilizando de cortes, que influenciam no resultado final com, compras de urgências em locais mais próximos e pagando bem mais caro, fora a ausência do poder de barganha para negociar preços mais baixos e prazos mais parcelados e com melhores preços.

Tabela 4 - Produtos e preços.

Descrição do produto (completa)	Data do registro	Fornecedor	Quantidade total (Kg)	Valor unitário (R$)	Valor total (R$)
Picanha kg	30/10/2018	Fornecedor1	26,442	R$37,00	R$978,35
Picanha kg	06/11/2018	Fornecedor2	26,142	R$35,00	R$949,97
Alcatra kg	03/11/2018	Fornecedor1	41,945	R$17,00	R$713,22
Alcatra kg	30/10/2018	Fornecedor2	10,288	R$39,90	R$410,49
Bacalhau desfiado	31/10/2018	Fornecedor1	10	R$65,00	R$650,00
Bacalhau desfiado	05/11/2018	Fornecedor2	126	R$43,33	R$5460,00

Fonte: Sistema rede *Pomme D'or*, novembro, 2018)

Sem uma previsão da real necessidade de abastecimento no período de uma semana, existirão sempre falhas que irão onerar o valor total das compras por períodos e pela necessidade de compra rápida, passando a pagar mais caro como percebe-se nos itens da tabela de produtos acima, como por exemplo: o bacalhau com valores mínimo de R$43,30 através de pedidos realizados na quarta-feira para a empresa fornecedor 2 de São Paulo e com data de chegada prevista oito dias; contra R$65,50 no fornecedor 1 de Belém, por atender aos pedidos fora do programado ou não planejados Esta compra depende diretamente do setor de fechamento de eventos em outra unidade, podendo gerar uma diferença de primeiro para segundo fornecedor, um acréscimo de 51% acima da média programada. O estudo no período de 5 a 11 de novembro poderia ter aumentado em até R$2484,65 somente pelo item bacalhau desfiado como demonstrado na tabela 5. Se mensurar o volume de 812 produtos cadastrados, haveria uma grande economia apenas em relação ao setor de compras.

Tabela 5: consumo na semana de bacalhau desfiado somando 114,5kg

Produto	Data do envio	Unidade enviada	Quantidade em kg	Valor total
Bacalhau desfiado	05/11/2018	Centralização	80	R$ 3.640
Bacalhau desfiado	07/11/2018	Eventos de 3°	17,5	R$ 1.088,75
Bacalhau desfiado	07/11/2018	Restô do Parque	4	R$ 182
Bacalhau desfiado	08/11/2018	Eventos de 3°	4,5	R$ 204,75
Bacalhau desfiado	08/11/2018	Privilége	3,5	R$ 198,25
Bacalhau desfiado	09/11/2018	Eventos de 3°	1	R$ 45,50
Bacalhau desfiado	09/11/2018	Restô do Parque	4	R$ 182
			114,5	R$ 5.541

Fonte: Fonte Sistema Rede *Pomme D'or*, novembro, 2018)

5.1. PLANO DE AÇÃO

A implantação da metodologia de controle que utiliza informações dos itens requisitados nas notas, que após passados para a planilha, o arquivo será compartilhado entre os setores da expedição, suprimentos, produção e centralização. Alerta em cores de destaque onde faltam produtos observados na planilha em Excel compartilhados, sobre erros de pedidos e falta de mercadorias, para atender os cardápios de eventos e centralização.

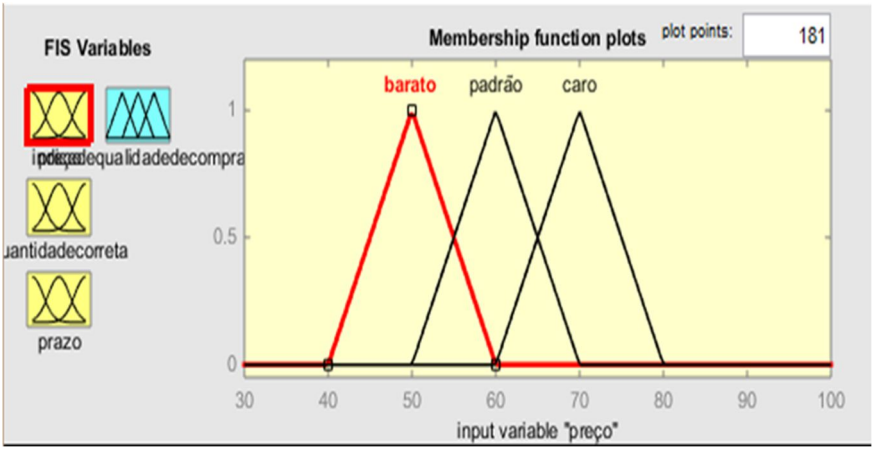
Conferência nos estoques das unidades antes do pedido de estiva com (suprimento para uma semana) e acompanhar a solicitação, antecipação da relação do fechamento dos eventos, com número de pessoas, local a ser realizado, gerentes responsáveis e proteínas principais com lead time de uma semana para organizar a real necessidade de compra da semana corrente e para os fornecedores de São Paulo essa antecipação passa para o período de duas semanas. Conferência de estoque na segunda e quarta-feira para solicitar pedido na quinta-feira com o quê ainda possuir em estoque, repassando a conferência da parte física com o gerente de TI para identificar de imediato as falhas com a quantidade existente no sistema.

Corroborando com a motivação para a escolha da otimização de metodologias de gestão de estoques, resulta do impacto que uma gestão precisa ter no controle de estoques, e tem responsabilidade sobre os outros setores da empresa, em especial o financeiro e a produção (VASCONCELOS SEGUNDO et al., 2013). O esforço em se utilizar técnicas e métodos de diversos campos de conhecimento para o aperfeiçoamento da gestão de estoques tem se mostrado uma prática bastante recorrente, justamente pelo caráter múltiplo de atuação nesta área, que envolve Tecnologia da Informação, Engenharia e planejamento organizacional. (MARTELLI & DANDARO, 2015).

5.2. APLICAÇÃO DA LÓGICA *FUZZY*

Com a utilização do *software Matlab* utilizou-se três entradas que passam por preço, quantidade correta e prazo. Foram criadas as regras de inferência que através das combinações geram a saída que demonstra o índice de qualidade de compra como péssimo, ruim, regular, bom e excelente.

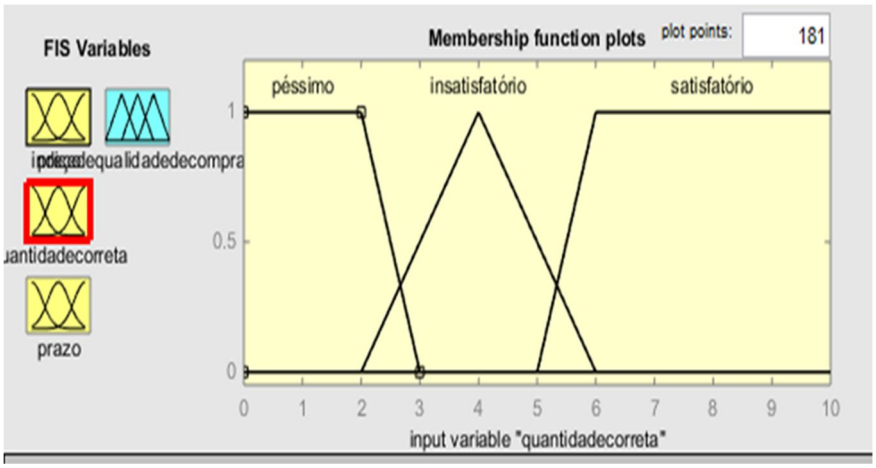
Figura 8: Referente a preço.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A figura 8 mostra as funções de pertinência para a entrada preço, sendo as funções: barato, padrão e caro. Sendo o valor admissível mais baixo de R$43,30 e o mais caro R$65,00, estes valores foram adotados para o produto bacalhau desfiado.

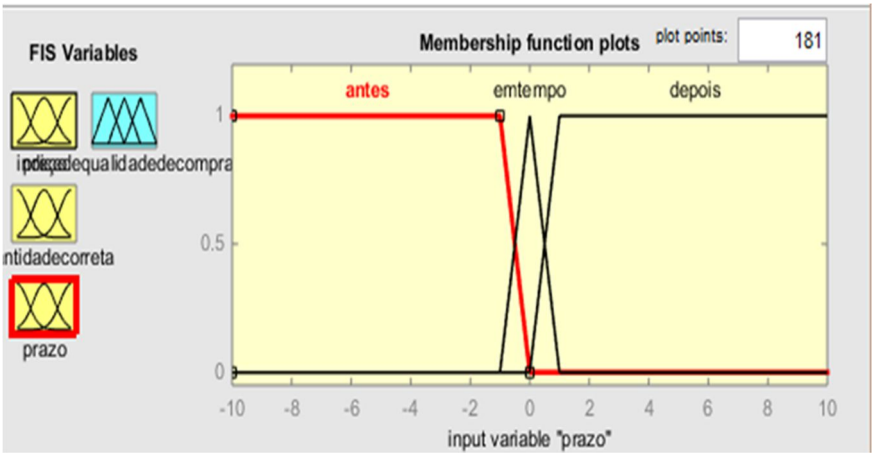
Figura 9: Referente a quantidade correta.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A figura 9 mostra as funções de pertinência da entrada, “quantidade correta”, o qual é a quantidade de produtos para o abastecimento semanal. As funções são: péssimo [0,3], insatisfatório [2,6] e satisfatório [5,10].

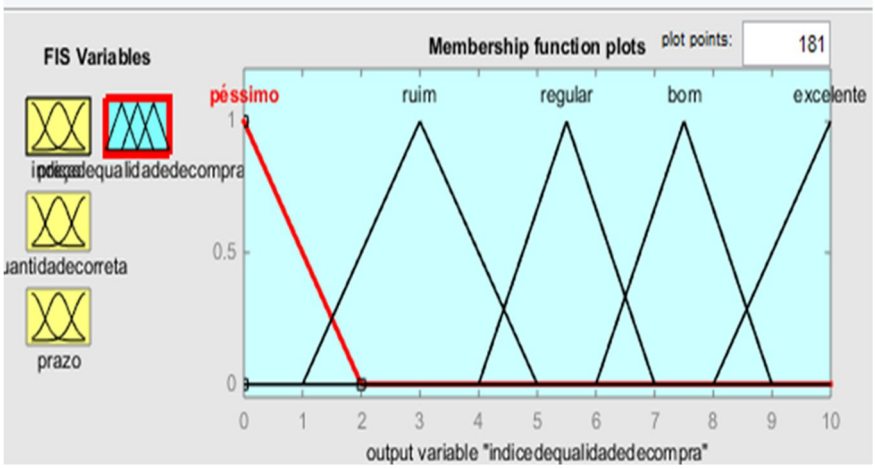
Figura 10: Referente ao prazo na entrega.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A figura 10 mostra as funções de pertinência para a entrada “prazo”, o qual é o prazo de entrega em dias dos pedidos de compra semanal, realizado no início da semana, a saber: antes do tempo [-10,0], em tempo [-1,1] e depois do tempo [0,10].

Figura 11: Referente a qualidade da compra.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A figura 11 mostra as funções de pertinência da saída onde após o processamento pode-se ver a nota para determinada compra, onde o melhor resultado é 10 e o pior é zero. O impacto é positivo pois mensura os erros das compras em valores e qualidade facilitando a tomada de decisão para a programação das compras futuras e pressiona o setor de eventos com a responsabilidade de passar as solicitações na segunda-feira a programação semanal, de todos os eventos já fechados. Com a informação correta, evitará o custo de mais de 33,33% do produto bacalhau desfiado, como o desperdício de horas/homens e o problema de excesso de horas de ociosidade de cada funcionário da central de distribuição e, a possível contratação de funcionários extras para trabalhar na cozinha no

final de semana quando chega o produto em atraso pela falta de informação, causador de custo excedente e não programado.

Tabela 5: Custos com hora extra, ociosidade e variação de produto.

Horas ociosas semanal	Horas extras	Custo % bacalhau desfiado
2° a 4°-feira	6° e sábado	Diferença de preço
10 horas por 5 cozinheiros	40horas por 5 extras	Maior que 33%

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

6. CONCLUSÃO

Pode-se considerar que através da aplicação do software Matlab lógica fuzzy, é possível tomar as melhores decisões sobre solicitações de compras proporcionando ao restante da cadeia de suprimentos e, suprirá todas as falhas, atrasos e custos em cima de compras mal programadas.

A responsabilidade pela parte da gerência das unidades é notória quanto ao bom funcionamento das casas, obedecendo os padrões de controle estabelecidos. No setor de eventos a grande falha é a falta de cobrança e tomada de responsabilidade do que se atenderá no período estabelecido e programado de uma semana no mínimo para os fornecedores locais e quanto aos fornecedores de São Paulo o período de duas semanas. Para programar a lógica fuzzy que mostrará as melhores combinações de compras através das entradas: preço, quantidade correta e prazo e resultarão nos melhores resultados de saída como o nível da qualidade de compra como: péssimo, ruim, regular, bom e excelente.

Como trabalhos futuros, têm-se a expectativa de se expandir para outros elementos de valores representativos mais altos identificados na curva ABC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.

CHEN, X.; SIM, M.; SIMCHI-LEVI, D.; SUN, P. Risk aversion in inventory management. Operations Research, v. 55, n. 5, p. 828-842, 2007.

DANDARO, F.; MARTELLO, L. L. Planejamento e controle de estoques nas organizações. Revista Gestão Industrial, v. 11, n. 2, 2015.

GANESHAN, R. HARRISON, T. P. An introduction to supply chain management. Department of Management Science and Information Systems, Penn State University, 1995.

GONÇALVES, André Paim. Aplicação de Lógica Fuzzy em Guerra Eletrônica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2007.

KUENG, P.; WETTSTEIN, T.; LIST, B. A holistic process performance analysis through a performance data warehouse. In: AMERICAS CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEM, 7., 2001, Boston. Proceedings. Boston, 2001.,p. 349-356

LEE. C.C (1990) Fuzzy Logic Controller, part I and II. IEEE trans on systems Man and Cybernetics, vol 20, pp 404-435

MEIRA, R. C. As ferramentas para a melhoria da qualidade. 2. Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2003.

OLIVEIRA, S. T. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade. Colaboração da Equipe Grifo. 2. ed. – São Paulo: Pioneira, 1996.

SLACK, Nigel (1995). Administração da Produção edição compactada, 1ª ed. – 10. Reimp. – São Paulo: Atlas,2006, p. 468-469.

VASCONCELOS SEGUNDO, J. E.; FERRAZ SEGUNDO, D. W.; FONTANA, M. E. Controle de Estoque em Pequena Empresa e Média Empresa Localizada: Um Estudo de Caso Aplicado no Polo de Confecção do Agreste de Pernambuco. Anais do XX Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), Bauru, 2013.

PEREIRA V. R. Sistema de inferência fuzzy para auxiliar na tomada de decisão em classificação de fornecedores de uma indústria de alimentos. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção “a engenharia de produção e suas contribuições para o desenvolvimento do brasil” Maceió, alagoas, brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

WERKEMA, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. Information Control. Volume 8, issue 3. Pag 338-353. June, 1965.

Capítulo 55

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) NA MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

José Evandro Wilvert (UFSC - joseevandrow@hotmail.com)
Amanda Manes Koch (UFSC - amandamaneskoch@hotmail.com)
Eduarda Dutra de Souza (UFSC - eduardadutradesouza@gmail.com)
Nazare Toyoda Machado (UFSC - nazaretoyoda@hotmail.com)
Carlos Manuel Taboada Rodriguez (UFSC - carlos.taboada@ufsc.br)

Resumo: Caracterizada pela conexão de sistemas e máquinas inteligentes, a Indústria 4.0 promete tornar os processos industriais tradicionais mais rápidos e eficientes, a partir da tecnologia de informação avançada. Em paralelo com a crescente busca por maior eficiência dos processos industriais, a sustentabilidade ganha cada vez mais destaque, em razão da sua importância para o meio ambiente e para a qualidade de vida das gerações futuras. Nesse contexto, este estudo tem o intuito de verificar como os pilares da Indústria 4.0 impactam o tripé da sustentabilidade, a partir da percepção de pesquisadores especialistas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Para alcançar o objetivo proposto, aplicou-se o método Analytic Hierarchy Process (AHP), com base em entrevistas estruturadas, para mensurar os impactos dos pilares no cenário industrial e nas dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade. Os resultados apontam que o pilar correspondente aos sistemas integrados possui maior representatividade nos impactos do setor industrial, por permitirem a conexão e a interação entre produtos, máquinas e equipamentos. Já o pilar referente a realidade aumentada é evidenciado com o menor grau de impacto, em parte pela sua maior acessibilidade e facilidade de manipulação. A partir dos achados, verifica-se que a dimensão

econômica é a mais afetada pelos conceitos introduzidos pela nova revolução, em razão da otimização dos processos e, consequentemente, do aumento da produtividade. Dessa forma, com redução de desperdícios e retrabalho, empresas tendem a melhorar seus resultados econômicos, o que evidencia a importância dada a essa dimensão. Contudo, todas as dimensões são afetadas com os princípios adotados pela nova revolução, em diferentes graus de importância.

1. INTRODUÇÃO

Com a modernização da economia e a crescente competitividade do mundo globalizado, empresas buscam cada vez mais aumentar sua produtividade por meio da inovação. Para isso, estabelecem visões de longo prazo alinhadas com o monitoramento de novas tecnologias nos campos de automação e tecnologia da informação. Em 2011, com o avanço da tecnologia e seu importante papel dentro das organizações, representantes do setor público e privado da Alemanha começaram a discutir o conceito da Indústria 4.0 – a quarta revolução industrial que traria a digitalização completa da manufatura (SCHWAB, 2016).

Caracterizada pela conexão de sistemas e máquinas inteligentes, a Indústria 4.0 combina tecnologias e integração entre os domínios físicos, digitais e biológicos (SCHWAB, 2016; AMORIM, 2017). Seu advento permite maior flexibilidade na produção e redução de retrabalho, ao passo que falhas são identificadas na produção e alterações nos produtos podem ser realizadas a qualquer tempo (SOUZA; GASPARETTO, 2018). Além disso, estimula um modelo industrial sustentável, com uso eficiente de recursos e com a criação de valor nas dimensões da sustentabilidade (STOCK; SELIGER, 2016).

Em paralelo com a crescente busca por maior eficiência dos processos que envolvem a cadeia de suprimentos, a sustentabilidade ganha cada vez mais destaque, em razão da sua importância para o meio ambiente e para a qualidade de vida das gerações futuras. De acordo com Sarkis (2001), a sustentabilidade refere-se ao esforço de minimizar os impactos negativos relacionados às dimensões ambiental, social e econômica, que compõem o tripé da sustentabilidade. O principal desafio da manufatura sustentável é, portanto, implementar processos que não degradem o meio ambiente, tragam benefícios para a sociedade e sejam viáveis economicamente (SCHULES; CLETO, 2017).

Nesse contexto, surge a seguinte pergunta de pesquisa: qual o impacto dos pilares da Indústria 4.0 no tripé da sustentabilidade? O objetivo do presente estudo é verificar como os pilares da Indústria 4.0 impactam as dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade, a partir do entendimento de pesquisadores especialistas em Indústria 4.0 e sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Utilizou-se o Método da Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - AHP) para mensurar os impactos dos pilares da Indústria 4.0 nas três dimensões da sustentabilidade, bem como identificar, por meio de avaliações par a par, quais os pilares que mais impactam o cenário industrial.

Desse modo, a justificativa do estudo associa-se ao avanço do conhecimento empírico sobre o tema e à importância da indústria sustentável na dinâmica de qualquer empresa. A partir da união de suas

potencialidades com os conceitos de responsabilidade social e ambiental, as empresas melhoram a rentabilidade média do negócio e sua imagem perante o mercado, ao passo que cumprem com acordos e prazos, satisfazem os clientes e reduzem os impactos ambientais negativos na busca por recursos renováveis.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 INDÚSTRIA 4.0

A primeira Revolução Industrial ocorreu em 1784 e teve como marco principal o uso do primeiro tear mecânico. Além disso, destaca-se a introdução da energia hidráulica e a vapor. Com a segunda revolução, em 1870, surge uma linha de produção com o uso da energia elétrica e, em 1969, a automatização da manufatura com o primeiro Controlador Lógico Programável (CLP) marca a terceira revolução industrial. Atualmente, presencia-se a quarta revolução industrial, que difere em escala e complexidade de demais eventos enfrentados pela sociedade (SCHWAB, 2016). Denominada de Indústria 4.0, desloca a atenção para as tecnologias digitais, que modificam a produção, os produtos e os serviços por meio de processos mais eficientes (HENNING, 2013). Dessa forma, o termo Revolução Industrial destaca alterações do sistema de produção industrial, em relação à aspectos tecnológicos, econômicos e sociais (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014).

O termo Indústria 4.0 originou-se de um projeto estratégico de alta tecnologia do governo alemão, em 2011, que promoveu a ideia de fortalecer a competitividade de suas indústrias (MOSCONI, 2015). Seu objetivo principal é a manufatura digital, conhecida por fábrica inteligente, que tem como pilares a rede inteligente, a flexibilidade de operações industriais, a integração com clientes e fornecedores e a criação de negócios inovadores (JAZDI, 2014). Nesse contexto, o “novo” modelo de indústria promete aumentar a flexibilidade da produção, a produtividade e a velocidade dos processos, a customização em massa e a qualidade dos produtos e serviços fornecidos ao mercado consumidor.

Conforme Hermann, Pentek e Otto (2016), existem três princípios que fundamentam a Indústria 4.0, a saber: (i) indústria inteligente; (ii) sistemas ciber-físicos; e (iii) internet das coisas. A indústria inteligente corresponde a fabricação em sistemas autônomos, equipada com sensores e atuadores. Desse modo, há a integração da comunicação com as tecnologias da informação nos processos de produção, que permitem a tomada de decisão autônoma (LUCKE; CONSTANTINESCU; WESTKÄMPER, 2008). Os sistemas ciber-físicos (CPS) unem o nível físico e o digital através da integração de computadores e processos físicos (LEE, 2008). Por fim, a internet das coisas (IoT) conecta todos objetos

em potencial para interagirem entre si via internet, como produtos, máquinas e capital humano (OLIVEIRA; GIGLIO, 2018). A partir desses princípios, são estabelecidos os pilares da Indústria 4.0, que visam garantir sua plena funcionalidade:

- Simulação: utiliza amplamente as informações da planta e analisa os dados em tempo real, aproximando o mundo físico do virtual e economizando tempo e recursos financeiros (RÜBMANN et al., 2015).
- Segurança da informação: protege sistemas industriais e linhas de fabricação de ameaças de segurança cibernética (RÜBMANN et al., 2015).
- Internet das coisas: permite a comunicação entre dispositivos de campo em tempo real e descentraliza a tomada de decisão (RÜBMANN et al., 2015).
- Realidade aumentada: auxilia os operadores por meio de instruções de trabalho e montagem (RÜBMANN et al., 2015).
- Big data: baseia a decisão nas quantidades extremas de dados disponíveis no ambiente industrial e social atual e futuro (MCAFEE, 2012);
- Robôs autônomos: automatizam e coordenam atividades produtivas, com maior flexibilidade e cooperação (RÜBMANN et al., 2015).
- Manufatura aditiva: permite produção sob demanda, por meio da tecnologia de impressão 3D. Sua aplicação resulta em menor desperdício, uma vez que os protótipos são testados e avaliados antes de serem inseridos em massa na cadeia produtiva (GIORDANO; ZANCU; RODRIGUES, 2016).
- Sistemas Integrados: conectam e permitem a interação entre produtos, máquinas e equipamentos (MIORANDI, 2012);
- Computação em nuvem: permite o acesso ao banco de dados e a interação de aplicações de qualquer lugar, assim como efetua o controle e o suporte de maneira global (RÜBMANN et al., 2015).

2.2 TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é um tema vital nas discussões norteadas no mundo quando se avalia os impactos do consumo atual para as futuras gerações. Trata-se, à vista disso, do paradigma da pós-modernidade.

Há um consenso de que a sustentabilidade objetiva atender as necessidades de recursos e serviços das gerações atuais e futuras, sem comprometer a saúde dos ecossistemas que fornecem tais recursos (BRUNDTLAND, 1985). As práticas sustentáveis proporcionam vantagens competitivas para as organizações, considerando a administração de recursos naturais, a minimização de perdas na produção (PORTER; VAN DER LINDE, 1995) e o reflexo positivo na imagem da empresa perante investidores e consumidores.

Para Elkington (1994), a sustentabilidade é o equilíbrio entre suas três dimensões, denominado de tripé da sustentabilidade (*triple bottom line*): ambiental, social e econômico. Seu intuito é garantir a integridade do planeta, da natureza e da sociedade no decorrer das gerações. A dimensão ambiental engloba a parte relacionada ao meio ambiente, destacando riscos ambientais e uso consciente de recursos da natureza. A esfera social relaciona-se ao bem-estar dos indivíduos e preocupa-se com a qualidade de vida da sociedade. Já a dimensão econômica analisa a parte financeira da organização, levando em conta principalmente os riscos de mercado (HENRIQUES; RICHARDSON, 2013).

Para que uma empresa seja considerada sustentável, é necessário que atenda ao tripé da sustentabilidade. A junção desses elementos nas atividades organizacionais faz com que a empresa obtenha efeitos positivos para o meio ambiente e social, além de aumentar sua capacidade competitiva (CARTER, 2008). Assim, entende-se a importância de adotar os princípios de sustentabilidade nas organizações, visto que beneficiam o ambiente, agregam valor ao social e trazem vantagens econômicos para as mesmas.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa iniciou-se com a busca sistemática da literatura sobre as dimensões da sustentabilidade e os pilares da Indústria 4.0. Posteriormente, realizou-se, por meio de entrevistas estruturadas, a aplicação da metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP). A entrevista foi elaborada a partir do embasamento teórico e dos objetivos do estudo e foi realizado com pesquisadores das áreas de sustentabilidade e Indústria 4.0 da UFSC. Optou-se pelo método AHP por ser uma ferramenta de análise de decisão proposta por Saaty (1980), no qual complexos problemas de decisão são convertidos em estruturas ordenadas compostas por múltiplos níveis (DEY; CHEFFI, 2013). Essa ferramenta possui ampla aceitabilidade e simplicidade de uso (MANGLA *et al.,* 2015; LUTHRA *et al.*, 2017), porém, pode envolver inconsistência no julgamento humano (GANDHI *et al.,* 2016).

A primeira etapa da entrevista consiste na avaliação par a par entre os pilares da Indústria 4.0 e está representada de forma simplificada na Figura 1.

Figura 1 – Avaliação par a par entre os pilares da Indústria 4.0

Comparação par a par entre os pilares da Indústria 4.0	Segurança da informação	Realidade aumentada	*Big Data*	Robôs autônomos	Simulação	Manufatura aditiva	Sistemas Integrados	Computação na nuvem	Internet das coisas
Segurança da informação									
Realidade aumentada									
Big Data									
Robôs autônomos									
Simulação									
Manufatura aditiva									
Sistemas Integrados									
Computação na nuvem									
Internet das coisas									

Fonte: Autoria própria

Nessa etapa os respondentes destacaram, dentre dois pilares observados, aquele que julgaram ter maior impacto no cenário industrial. Por exemplo: “dentre os pilares ‘segurança da informação’ e ‘realidade aumentada’, qual o pilar que mais impacta o âmbito industrial?” Após realizar essa análise, os pesquisadores indicaram o grau de importância percebido na relação, de acordo com a escala fundamental de Saaty (1980), disposta na Tabela 2.

Tabela 1 – Escala Fundamental de Saaty

Avaliação	Escala	Comentário
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação ao outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

Na segunda etapa da entrevista, solicitou-se aos pesquisadores que identificassem, por meio de avaliações par a par entre as dimensões do tripé da sustentabilidade, qual a mais afetada em relação aos pilares da Indústria 4.0. Ou seja, para cada pilar foram feitas três observações distintas: social e ambiental; social e econômica; e ambiental e econômica. Com essas observações aplicadas ao método AHP, torna-se possível verificar a dimensão mais impactada com a quarta revolução industrial, na percepção dos entrevistados.

Figura 1 – Avaliação par a par entre as dimensões da sustentabilidade

Comparação par a par entre as dimensões da sustentabilidade para cada pilar da Indústria 4.0	Social	Ambiental	Econômica
Social			
Ambiental			
Econômica			

Fonte: Autoria própria

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO PAR A PAR ENTRE OS PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

Os respondentes que compõem a amostra do estudo são pesquisadores que atuam em áreas relacionadas a sustentabilidade, engenharia industrial, mecânica e de produção, manufatura integrada, robótica, automação e inovação colaborativa, com ênfase em Indústria 4.0. Os resultados referentes ao método AHP, quanto ao impacto dos pilares da Indústria 4.0 na perspectiva industrial, podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da Etapa 1

Pilares da Indústria 4.0	Respostas Etapa 1					
	Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Respondente 4	Respondente 5	Respondente 6
Segurança da Informação	2,18%	19,58%	24,29%	2,57%	7,58%	22,73%
Realidade aumentada	4,46%	4,92%	2,52%	3,47%	3,44%	3,92%
Big Data	4,72%	4,43%	7,22%	11,68%	10,53%	24,06%
Robos Autonomos	9,82%	3,78%	8,88%	8,89%	19,38%	5,30%
Simulação	6,81%	11,03%	3,60%	12,25%	6,90%	9,14%
Manufatura aditiva	5,33%	8,40%	3,31%	5,35%	11,24%	3,89%
Sistemas Integrados	37,29%	17,67%	27,99%	33,81%	18,31%	10,32%
Computação na nuvem	14,70%	18,17%	10,42%	2,21%	9,95%	10,32%
IoT	14,70%	12,01%	11,77%	19,77%	12,70%	10,32%

Fonte: Autoria própria

De acordo com o respondente 1, os sistemas integrados correspondem ao pilar da Indústria 4.0 que mais impacta o cenário industrial, com 37,29%. Com base na Tabela 2, entende-se que esse resultado indica uma significativa importância dada a esse pilar, visto que os demais apresentam percentuais bastante inferiores. Em segundo lugar de importância, evidencia-se a computação na nuvem e a internet das coisas com o mesmo percentual de impacto (14,70%). Já os pilares referentes a segurança da informação (2,18%), a realidade aumentada (4,46%) e ao *big data* (4,72%) são os que menos afetam o aspecto industrial.

Quanto ao respondente 2, observa-se que o pilar com maior impacto em sua percepção refere-se à segurança a informação (19,58%), seguido pela computação na nuvem (19,17%) e pelos sistemas integrados (17,67%). Percebe-se uma maior divergência de resultado, em comparação ao respondente 1, no que diz respeito à segurança da informação e aos sistemas integrados. Enquanto este apresenta resultados de 19,58% e 17,62%, respectivamente, aquele indica percentuais de 2,18% e 37,29% para as mesmas variáveis observadas.

O respondente 3, por sua vez, entende que o âmbito industrial é mais impactado pelos sistemas integrados (27,99%), em consonância com o respondente 1. O pilar da segurança da informação exibe o segundo maior resultado, com 24,29%. Já os pilares referentes a computação na nuvem e a internet das coisas apontam percentuais similares, de 10,42% e 11,77%, respectivamente. Com o menor grau de importância, apresenta-se a realidade aumentada (2,52%), que também apresentou baixo percentual nas avaliações anteriores.

No que diz respeito ao respondente 4, observa-se uma importância significativa, também evidenciada pelos respondentes 1 e 3, ao pilar de sistemas integrados (33,81%). Em segundo e terceiro lugar, apresenta-se a internet das coisas (19,77%) e a simulação (12,25%) como pilares que mais impactam o cenário industrial. Verifica-se oscilações entre as importâncias indicadas pelos respondentes 1, 2, 3 e 4 acerca dos pilares da simulação, da segurança da informação e da computação na nuvem, principalmente. Ainda, o pilar com menor grau de impacto segundo o respondente 4, corresponde à computação em nuvem (2,21%).

Em relação ao respondente 5, o pilar referente aos robôs autônomos desponta como aquele que mais impacta a indústria (19,38%). Ressalta-se que esse pilar apresentou percentuais de 9,82%, 3,78%, 8,88% e 8,89% nas visões dos pesquisadores 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Os sistemas integrados também são indicados com alto grau de importância (18,3%), apesar de inferiores aos retratados pelos

respondentes 1, 3 e 4. O menor percentual recai ao pilar da realidade aumentada (3,44%), comportamento semelhante ao já evidenciado.

Por último, nota-se resultados diferenciados ao tratar do respondente 6. Enquanto os pesquisadores anteriores evidenciaram baixos graus de impacto quanto ao pilar *big data*, o respondente em questão aponta que esse pilar possui o maior impacto no âmbito industrial (24,06%). Em sua percepção, o pilar que se refere aos sistemas integrados possui importância de 10,32% e o de segurança da informação, 22,73%. Com o menor grau de impacto, observa-se o pilar da manufatura aditiva (3,89%).

Por meio dos resultados expostos, compreende-se que o pilar de sistemas integrados é aquele que possui maior representatividade nos impactos do cenário industrial, uma vez que possui os maiores percentuais de importância nos resultados de quase todos os respondentes. A segurança da informação também é apontada como um dos pilares que mais impactam as indústrias da quarta revolução. Essa verificação sucede-se da necessidade primordial que os sistemas integrados representam para digitalização das informações e conexão dos objetos (pessoas, máquinas e produtos), de forma a torná-los autônomos e inteligentes. Uma vez integrados, a segurança da informação passa a ser um fator preocupante para garantir a perfeita sincronização e acuracidade dos dados. Ademais, identifica-se que o pilar relativo à realidade aumentada se caracteriza com o menor impacto no âmbito industrial. Entende-se que esse resultado se deve em parte ao fato de que, dentre os pilares observados, a realidade aumentada possui maior acessibilidade e facilidade de manipulação dos equipamentos, além de menores custos para sua implementação.

4.2 AVALIAÇÃO PAR A PAR ENTRE O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

Diversos são os impactos que decorrem da implementação da Indústria 4.0 no tripé da sustentabilidade. No âmbito social, destaca-se trabalhadores mais qualificados, melhores condições de trabalho, com a redução de tarefas repetitivas e manuais, maior autonomia e flexibilidade e colaboração entre robôs e humanos, ambiente de trabalho móvel (SCHULES; CLETO, 2017). Já na dimensão econômica, os pilares da Indústria 4.0 proporcionam o aumento da produtividade e competitividade, maior investimento em pesquisa e desenvolvimento, abertura de novos segmentos de clientes e startups, lançamento de novos produtos e produção de acordo com os requisitos dos clientes (SCHULES; CLETO, 2017). No que concerne ao quesito ambiental, ressalta-se a redução do consumo de recursos, menores índices de poluição e degradação do meio ambiente e redução de retrabalho (SCHULES; CLETO, 2017).

Os resultados referentes à segunda etapa da entrevista, que busca identificar as dimensões da sustentabilidade mais afetadas pelos conceitos introduzidos pela Indústria 4.0, pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da Etapa 2

Tripé da sustentabilidade	Respostas Etapa 2					
	Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Respondente 4	Respondente 5	Respondente 6
Social	43,70%	23,22%	28,45%	14,45%	21,53%	26,59%
Econômico	46,55%	65,95%	57,02%	60,78%	48,88%	66,78%
Ambiental	9,74%	10,83%	14,54%	24,77%	29,58%	6,63%

Fonte: Autoria própria

Com base nas respostas indicadas pelo respondente 1, a dimensão social (43,70%) e econômica (46,55%) são significativamente mais impactadas pelos pilares da Indústria 4.0, em comparação ao pilar ambiental (9,74%). Para o respondente 2, esse comportamento é similar, uma vez que considera que os pilares afetam em maior grau no econômico, seguido pelo social e ambiental, respectivamente.

Entretanto, ressalta-se que, enquanto o respondente 1 entende que o impacto em relação às dimensões social e econômica é similar (diferença de 2,85 pontos percentuais), os percentuais resultantes da percepção do respondente 2 apontam um maior impacto em relação ao econômico (65,95%), com diferença de 42,73 pontos percentuais. Já as demais dimensões apresentam resultados de 23,22% para o social e 10,83% para o ambiental.

Quanto ao respondente 3 e 6, percebe-se que suas respostas possuem comportamentos semelhantes ao evidenciado pelo respondente 2. Com maior grau de impacto, verifica-se a dimensão econômica (57,02% e 66,78%, respectivamente), seguida pela social (28,45% e 26,59%, respectivamente) e pela ambiental (14,54% e 6,63%, respectivamente). O respondente 6 foi o pesquisador que apontou, ao mesmo tempo, o maior grau de importância para o econômico e o menor para o ambiental.

Uma conduta diferente é observada em algumas respostas dos respondentes 4 e 5. Apesar de concordarem com os pesquisadores anteriores que a dimensão econômica (60,78% e 48,88%, respectivamente) é mais afetada pelos pilares da quarta revolução industrial, compreendem que a dimensão ambiental da sustentabilidade (24,77% e 29,58, respectivamente) possui maior impacto em comparação ao social (14,45% e 21,53%, respectivamente). Essas divergências podem ocorrer em razão das áreas de atuação dos pesquisadores, que tendem a opinar conforme suas áreas de maior interesse.

Infere-se, a partir dos achados obtidos, que os pilares introduzidos pela Indústria 4.0 afetam significativamente o tripé da sustentabilidade na seguinte ordem de importância: dimensão econômica, social e ambiental. Deve-se destacar, porém, o fato de que a dimensão ambiental também se beneficia com a implementação dos pilares da Indústria 4.0, principalmente com as soluções trazidas pela logística da nova revolução, como veículos e gerenciamento de frotas inteligentes (que emitem menos dióxido de carbono) e redução de combustíveis fósseis e resíduos, em razão da otimização dos processos.

5. CONCLUSÃO

O estudo teve o intuito de verificar como os pilares da Indústria 4.0 impactam o tripé da sustentabilidade, devido a importância da indústria sustentável na dinâmica das empresas e a crescente competitividade do mundo globalizado. Para alcançar o objetivo proposto, aplicou-se o método AHP, por meio de entrevistas estruturadas, para mensurar os impactos dos pilares no cenário industrial e nas dimensões da sustentabilidade.

Conclui-se que, na visão dos entrevistados, os pilares de sistemas integrados e segurança da informação possuem maior representatividade nos impactos do setor industrial. Esses pilares atuam em conjunto, uma vez que os sistemas integrados digitalizam as informações e conectam os objetos e a segurança da informação garante a sincronização e acuracidade dos dados. Encontra-se, porém, algumas divergências nas percepções dos entrevistados, que podem surgir devido às suas diferentes áreas de atuação. Os resultados evidenciaram o pilar da realidade aumentada com o menor grau de impacto no âmbito industrial, em parte pela sua maior acessibilidade e facilidade de manipulação dos equipamentos.

Quanto ao tripé da sustentabilidade, verifica-se que a maioria dos entrevistados considera que a dimensão mais impactada pelos conceitos da Indústria 4.0 corresponde à econômica, seguida pela social e ambiental, respectivamente. A Indústria 4.0 propõem ferramentas que visam a otimização dos processos e, consequentemente, o aumento de produtividade. Dessa forma, com redução de desperdícios e retrabalho, empresas tendem a melhorar seus resultados econômicos, o que evidencia a importância dada a essa dimensão. Contudo, todas as dimensões são afetadas com os princípios adotados pela nova revolução, em diferentes graus de importância.

Como limitação de pesquisa, observa-se que os resultados obtidos com essa pesquisa refletem as percepções de pesquisadores da UFSC e podem não representar o mesmo entendimento em diferentes amostras. Dessa forma, recomenda-se ampliar a unidade de análise ou observar diferentes amostras para comparação dos achados em pesquisas futuras. Ainda, entende-se como relevante introduzir o tema Logística 4.0 em estudos posteriores, visto seu potencial e diferencial nos processos industriais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, J. E. B. A “Indústria 4.0” e a sustentabilidade do modelo de financiamento do regime geral da segurança social. Cadernos de Dereito Actual, Santiago de Compostela, v. 5, p.243-254, 2017.

BRUNDTLAND, G. H. World commission on environment and development. Environmental Policy and Law, v. 14, n. 1, p. 26-30, 1985.

CARTER, Craig R.; ROGERS, Dale S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International journal of physical distribution & logistics management, v. 38, n. 5, p. 360-387, 2008.

DEY, P. K.; CHEFFI, W. Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organizations. Production Planning and Control, v. 24, n. 8-9, p. 702-720, 2013.

DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. Procedia CIRP, v. 17, p. 100-105, 2014.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. California Management Review, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

GANDHI, S., et al. A combined approach using AHP and DEMATEL for evaluating success factors in implementation of green supply chain management in Indian manufacturing industries. International Journal of Logistics Research and Applications, v. 19, n. 6, p. 537-561, 2016.

GIORDANO, C. M; ZANCUL, E. S; RODRIGUES, V. P. Análise dos Custos da produção por Manufatura Aditiva em Comparação a Métodos Convencionais. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 16, n. 2, p. 449-523, 2016.

JAZDI, Nasser. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In: Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014. p. 1-4.

HENNING, K. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. 2013.

HENRIQUES, A.; RICHARDSON, J. The triple bottom line: Does it all add up. Routledge, 2013.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on. IEEE, 2016. p. 3928-3937, 2016.

LEE, Edward A. Cyber physical systems: Design challenges. In: 2008 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC). IEEE, 2008. p. 363-369.

LUTHRA, Sunil et al. An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 1686-1698, 2017.

MANGLA, Sachin Kumar; KUMAR, Pradeep; BARUA, Mukesh Kumar. Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. Resources, Conservation and Recycling, v. 104, p. 375-390, 2015.

LUCKE, Dominik; CONSTANTINESCU, Carmen; WESTKÄMPER, Engelbert. Smart factory-a step towards the next generation of manufacturing. In: Manufacturing systems and technologies for the new frontier. Springer, London, 2008. p. 115-118.

MCAFEE, Andrew et al. Big data: the management revolution. Harvard business review, v. 90, n. 10, p. 60-68, 2012.

MIORANDI, Daniele et al. Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad hoc networks, v. 10, n. 7, p. 1497-1516, 2012.

MOSCONI, Franco. The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance. Routledge, 2015.

OLIVEIRA, T. R. de; GIGLIO, G. P. M. Análise de estudo de casos em abordagens pelo mundo da Implementação de Internet das Coisas. Caderno de Estudos em Sistemas de Informação, v. 1, n. 2, 2017.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. Journal of economic perspectives, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

RÜBMANN; Michael, et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SARKIS, J. Manufacturing's role in corporate environmental sustainability: Concerns for the new millennium. International Journal of Operations & Production Management, v. 21, n. 5/6, p. 666-686, 2001.

SCHULES, M. V.; CLETO, M. G. Impactos da Indústria 4.0 em sustentabilidade: uma revisão da literatura. Anais do VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2017.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. Mac Graw-Hill, New York International Book Company, 287, 1980.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

SOUZA, E. S. de.; GASPARETTO, V. Características e Impactos da Indústria 4.0: Percepção de Estudantes de Ciências Contábeis. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Custos, 2018.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. Procedia CIRP, v. 40, p. 536-541, 2016.

Capítulo 56

PROPOSTA DE PADRÕES DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASOS EM UMA FÁBRICA DE LINHA BRANCA

Fábio Molina da Silva fabio@dep.ufscar.br)
Roberto F. Tavares Neto (tavares@dep.ufscar.br)
Rodrigo Luz Campi (rodrigocampi@yahoo.com)

Resumo: O reconhecimento do gerenciamento de projetos tem crescido de maneira muito acentuada nas empresas pois, estas observaram as vantagens estratégicas resultantes de projetos que são entregues conforme o escopo, o tempo e o custo estimados. Neeste contexto, o

Palavras-chave: Abordagem Tradicional. Abordagem Ágil. Scrum. Gerenciamento de Projetos. PMBOK.

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de projeto moderno nasceu com a NASA em 1950 aplicado à defesa do espaço. Em 1969 foi criado o Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI – *Project Management Institute*). Apesar das técnicas de gerenciamento de projetos moderno (também chamadas abordagens tradicionais, e. g. veja Fernandez e Fernandez 2008) terem melhorado muito a qualidade do gerenciamento dos projetos, Soares (2004), lembra que essa abordagem deve ser aplicada apenas em situações nas quais os requisitos do projeto são previsíveis e estáveis.

A abordagem ágil foi desenvolvida para projetos de TI pois seu desenvolvimento é caracterizado por requisitos imprevisíveis e complexos (LIBARDI; BARBOSA, 2010). Libardi; Barbosa (2010) também afirmam que uma característica das metodologias ágeis é que elas são adaptativas ao invés de serem preditivas. Dessa forma, elas se adaptam a novos fatores durante o desenvolvimento do projeto, ao invés de tentar analisar previamente tudo o que pode ou não acontecer no decorrer do desenvolvimento.

Todas as abordagens buscam um só objetivo, gerenciar de forma eficaz o projeto em questão, entregando o produto ou serviço no prazo acordado, no valor estabelecido, com a qualidade combinada e absorvendo eventuais mudanças no escopo que venham a ocorrer.

1.1 PROBLEMA

Este trabalho trata do gerenciamento de projetos, em especial, aqueles aplicados ao desenvolvimento de novos produtos de linha branca.

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à funcionalidade e aos impactos ambientais do produto. Os clientes, de acordo com sua expectativa, influenciam no resultado final do produto, pois se, por qualquer motivo, o escopo do produto foi definido de forma errada, o resultado será um produto aquém das expectativas dos mesmos e consequentemente modificações serão necessárias para atender suas exigências.

No segmento de fabricação de produtos da linha branca, os projetos de desenvolvimento de produto podem ser simples, intermediários ou complexos. Como projetos mais simples tem-se os projetos que já são de linha e necessitam de alguma melhoria de qualidade e/ou redução de custo na “Bill of Material – BOM” do produto. Exemplo de projetos intermediários são “facelift” dos projetos atuais, onde algumas modificações estéticas são aplicadas sem que haja grandes modificações de performance do produto. Os projetos mais complexos são aqueles projetos onde os produtos são

completamente modificados esteticamente, bem como sua performance e conceito de funcionamento.

Neste cenário de incerteza o problema encontrado por cada líder de projetos é a dificuldade no gerenciamento de seus projetos durante o desenvolvimento dos produtos.

1.2 OBJETIVOS

Com vistas no problema elencado, o seguinte objeto foi proposto:

Propor um método de gerenciamento de projetos conforme a classificação do projeto a fim de agilizar o desenvolvimento de novos produtos.

O objetivo geral proposto foi baseado nos seguintes objetivos:

a) realizar uma revisão bibliográfica para avaliar os benefícios e problemas na abordagem tradicional;

b) realizar uma revisão bibliográfica para avaliar os benefícios e problemas na abordagem ágil;

c) realizar uma revisão bibliográfica para avaliar os benefícios e problemas do Scrum;

d) proposição de um sistema de classificação de cada projeto conforme suas características mais relevantes;

e) proposição da abordagem mista potencializando os benefícios de cada abordagem e minimizando seus problemas.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste trabalho optou-se por dividir a pesquisa em duas fases. A primeira foi em realizar revisões bibliográficas dos temas abordagem tradicional, abordagem ágil e Scrum para avaliar seus benefícios e problemas. Pesquisando esses assuntos através dos seguintes termos: “PMBOK”, “Abordagem Tradicional”, “Gestão de Projetos”, “Abordagem Ágil” e “Scrum”.

A segunda fase foi em realizar revisões bibliográficas dos temas desenvolvimento de produtos em linha branca, projeto de produtos, gerenciamento de projetos e gerenciamento de projetos ágil escalável, visando avaliar como os projetos são desenvolvidos na indústria de linha branca bem como, no caso do gerenciamento de projetos ágil escalável, avaliar seus benefícios e problemas.

A classificação dos projetos será baseada na proposta de Stacey (2007) que está detalhada na seção 3. Para validar apoiar a proposta de gerenciamento de projetos é realizado um estudo de caso no desenvolvimento da linha branca.

O projeto estudado foi o desenvolvimento de um purificador de água com uma plataforma completamente classificando o nível do projeto e posteriormente selecionando as ferramentas cabíveis para seu desenvolvimento e os resultados obtidos do projeto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ABORDAGEM TRADICIONAL

Os projetos são executados por uma equipe multifuncional, podendo ser temporária ou não e exclusiva ou não (FILHO, 2017). Também conforme Filho (2017) encabeçando essa equipe está o Gerente de Projetos que irá garantir que os resultados dos projetos sejam alcançados conforme, principalmente, o tempo, custo e qualidade. Dessa forma o Gerente de Projetos é o link entre a equipe do projeto e as outras áreas da empresa.

Filho (2017) também afirma que a abordagem tradicional dependo do escopo e planejamento com a menor taxa de mudanças possível. As metodologias provindas do PMBOK valorizam muito o planejamento. Muitas vezes, porém o ambiente do projeto muda completamente durante a execução do mesmo fazendo com que mudanças sejam necessárias. Por não estar tão bem preparado para lidar com variabilidade como outros projetos as metodologias do PMBOK sofrem com atrasos e estouros de orçamento quando o ambiente é instável (AUGUSTINE, 2005).

2.2 ABORDAGEM ÁGIL

Surgiram em meados dos anos 90, com técnicas para desenvolvimento de software, para evitar os riscos que chegam a afetar o desenvolvimento do produto (SERRADOR; PINTO, 2015). Inicialmente denominadas métodos de desenvolvimento “leve” como reação aos métodos de desenvolvimentos “pesados” ou tradicionais (BARBOSA et al, 2001). Mas foi em 2001 que foi adotado o nome de abordagem ágil proposto através de seu manifesto denominado Manifesto ágil (ALMEIDA 2017).

2.3 ABORDAGEM SCRUM

O *Scrum* é uma metodologia cujas práticas são aplicadas em um processo iterativo e incremental. Assume-se que os projetos no qual o *Scrum* se insere são complexos e imprevisíveis, onde não é possível prever tudo que irá acontecer (SCHWABER, 2004).

Segundo Rodrigues; Rodrigues; Filho (2017), o *Product Owner* é o ponto central com liderança sobre o produto, único responsável em escolher quais funcionalidades e recursos serão construídos e qual a ordem será obedecida.

O *Scrum MasterScrum Master* é o responsável pelo sucesso do projeto, uma vez que é aquele que garante que todos os fundamentos da metodologia estão sendo seguidos (SCHWABER E BEEDLE, 2002).

Os membros do time têm o controle do projeto e sabem realizar as tarefas sem depender de interferências externas. São os grandes responsáveis por realizar a implementação do produto. O tamanho desta equipe pode ser de até 7 membros, com uma variação de mais ou menos 2 (SUTHERLAND, 2016).

2.3.1 DINÂMICA DO *SCRUM*

Tudo começa com a visão do produto que será desenvolvido (SCHWABER, 2004). Segundo Libardi; Barbosa (2010) cabe ao Product Owner transformar essa visão em uma lista de requisitos funcionais e não-funcionais através de algum tipo de macroplanejamento contendo principalmente o que quer e onde quer chegar.

Em seguida desmembra-se essa visão em todas as funcionalidades que são necessárias denominada Product Backlog. O Product Backlog, de acordo com Libardi; Barbosa (2010) é uma lista contendo todas as funcionalidades desejadas para um produto. O Product Ownertem auxílio do Scrum Master para realização dessa tarefa (RODRIGUES, RODRIGUES, FILHO, 2017).

Rodrigues, Rodrigues, Filho (2017) também afirmam que posteriormente essas funcionalidades são ordenadas por prioridade tendo como foco aquilo que irá agregar mais valor ao negócio. Novamente o responsável por essa tarefa é o Product Owner.

O projeto é organizado em Sprints, sendo ciclos de trabalho que tem tipicamente de uma a quatro semanas de duração, além disso, seja qual for sua duração, essa já deve ser fixada desde o início (SCHWABER, 2007). De acordo com Sutherland (2016) os Sprintsseguem outra regra básica do Scrum,

que são os eventos de duração fixa ou Time Box, logo todos os Sprints terão uma duração fixa e que seja a mesma duração, normalmente essa duração varia de 2 a 4 semanas. Antes do início de cada *Sprint*, é realizada uma reunião de planejamento do *Sprint* (*Sprint Planning*) onde será criado o *backlog* da *Sprint* (CAVALCANTI; MACIEL; ALBUQUERQUE, 2009).

Libardi; Barbosa (2010) afirmam que conforme os incrementos de produtos são entregues, o *Product Owner* poderá verificar necessidades de mudanças, sendo que essas mudanças deverão ser inseridas no *Backlog* em sua devida prioridade. Esse processo será repetido até que todo *backlog* esteja concluído e o produto final esteja pronto contemplando todas as mudanças solicitadas.

2.3.2 CONTROLE DO SCRUM

No final do Sprint existe duas atividades de fundamental importância, a primeira é denominada de Sprint Review tendo como objetivo validar e adaptar o produto que está sendo construído, verificar se o que está sendo feito está de acordo com o esperado, apresentação daquilo que foi feito no Sprint sendo neste momento que surgirão as mudanças e consequentemente o Product Backlog será atualizado. A segunda atividade é a Retrospectiva, tendo como objetivo verificar necessidades de adaptação no processo (RODRIGUES, RODRIGUES, FILHO, 2017).

2.3.3 BURNDOWN CHART

Libardi; Barbosa (2010) descreve que o *Burndown Chart* é utilizado no monitoramento do progresso do projeto, sendo que o gráfico mostra ao longo do tempo a quantidade de trabalho que ainda resta ser feito. Facilmente visualiza-se a correlação entre a quantidade de trabalho que ser realizar e o progresso do time em reduzir esse trabalho;

O *Scrum*é aplicado principalmente nos projetos que apresentarem baixa complexidade e alta chance de mudança de escopo. Os subprojetos como embalagem, manual, etiquetas, moldes e/ou ferramentas, e o(s)chicote(s) elétrico é sempre gerenciados utilizando o *Scrum* por possuírem um grau de complexidade baixo. Os principais projetos vinculados à abordagem *Scrum* são os projetos de redução de custo e melhoria de qualidade.

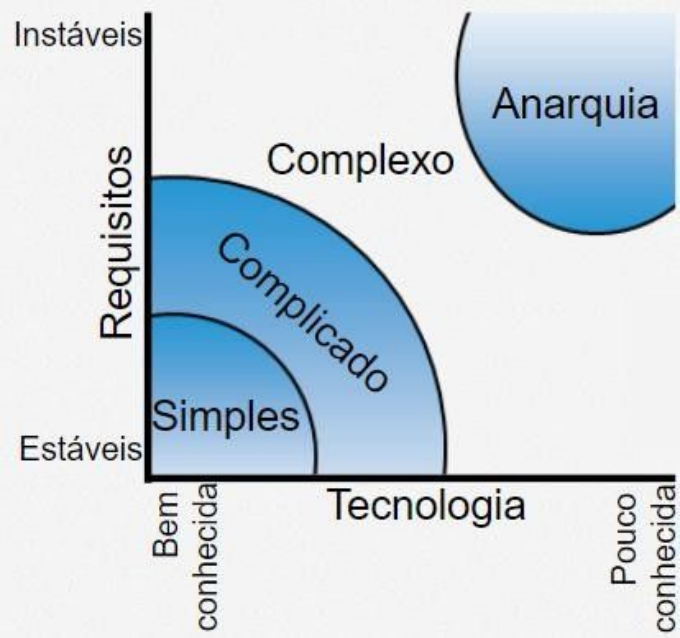
3. PROPOSTA CLASSIFICAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA FÁBRICA DE PRODUTOS DE LINHA BRANCA

A classificação dos projetos seguiu o padrão proposto por Stacey (2007) de acordo com a Figura 7, no qual os projetos são classificados conforme as variáveis a seguir para determinar sua complexidade.

Quanto menor a pontuação mais simples é o projeto e quanto maior, mais complexo. Sendo o projeto simples, pode-se utilizar mais facilmente as abordagens ágeis. Por outro lado, quanto o cenário for mais complexo abordagens mais tradicionais são utilizadas.

Projeto classificados como Anarquia são rejeitados e projetos classificados como Complicado e Complexo são apresentados à diretoria para que seja decidido se serão desenvolvidos ou não.

Figura 7 - Nível de classificação do projeto



Fonte: STACEY (2007).

O líder faz o planejamento das atividades do projeto e determinação do tempo necessário para entrega do mesmo. As atividades são desdobradas através de comparação com projetos semelhantes, opinião de especialistas, reunião com o time de engenharia e reunião com outros setores da organização.

As variáveis para definir a complexidade do projeto são: risco do projeto, custo – investimento para realizar o projeto, dificuldade de implementação – inovação, prazo de conclusão, clareza do escopo – grau de definição, apoio dos *stakeholders*, quantidade e complexidade do ferramental e/ou moldes, complexidade da certificação – quantidade de testes necessários para certificação, distância geográfica dos fornecedores e ferramentarias, rentabilidade – *markup* de retorno do projeto, estratégia – quão relacionado com o planejamento estratégico está o projeto. Cada variável recebeu um peso de acordo com seu grau de importância. Os pesos de cada variável, bem como os requisitos de seleção da classificação. são conforme a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Peso e quesitos para selecionar classificação

Variáveis	Peso	Classificação	Quesitos
Risco	0,13	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: até 20%, Médio: de 21 a 50%, Alto: de 51% a 85%, Extremo: acima de 86% de risco
Custo/Investimento	0,12	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: até R$50.000,00, Médio de R$50.001,00 a R$200.000,00, Alto: de R$200.001,00 a R$1.500.000,00, Extremo: acima de R$1.500.001,00
Dificuldade de implementação	0,13	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: não é inovador, Médio: pouco inovador, Alto: muito inovador, Extremo: novo conceito de produto
Prazo de conclusão	0,04	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: até 6 meses, Médio: de 6 meses e 1 dia até 1 ano, Alto: de 1 ano e 1 dia até 2,5 anos, Extremo: acima de 2,5 anos e 1 dia
Apoio dos *stakeholders*	0,1	Baixo Médio Alto Extremo	patrocinado por um diretor, Alto: patrocinado por dois diretores, Extremo: patrocinado por toda diretoria
Complexidade da certificação	0,05	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: sem necessidade de certificação, Médio: até 10 ensaios, Alto: de 11 a 25 ensaios, Extremo: acima de 26 ensaios
Distância geográfica dos fornecedores e ferramentarias	0,03	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: até 100 km, Médio: de 101 até 500 km, Alto: de 501 até 1000 km, Extremo: acima de 1001 km
Clareza do escopo	0,09	Baixo Médio Alto	Baixo: escoto totalmente definido, Médio: escopo parcialmente definido, Alto: escopo pouco definido
Quantidade de ferramental e/ou moldes	0,01	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: até 5 moldes e/ou ferramentas, Médio: de 6 a 10 moldes e/ou ferramentas, Alto: de 11 a 30 moldes e/ou ferramentas, Extremo: acima de 31
Complexidade do ferramental e/ou moldes	0,01	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: molde e/ou ferramenta com muita facilidade de confecção, Médio: molde e/ou ferramenta com facilidade de confecção, Alto: molde e/ou ferramenta com baixa facilidade de confecção, Extremo: molde e/ou ferramenta com muita dificuldade de confecção
Rentabilidade	0,15	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: markup abaixo de 1,5; Médio: markup de 1,51 a 2, Alto: markup de 2,1 a 2,5, Extremo: markup acima de 2,6
Estratégia	0,14	Baixo Médio Alto Extremo	Baixo: Baixo envolvimento com o plano estratégico; Médio: médio envolvimento com o plano estratégico, Alto: alto envolvimento com o plano estratégico, Extremo: totalmente envolvido com o plano estratégico

O ranking para selecionar o nível de classificação do projeto é conforme a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Ranking para seleção do nível do projeto

Nível do Projeto	De	Até
Projeto Simples	1	1,69
Projeto Complicado	1,7	2,39
Projeto Complexo	2,4	3,29
Projeto Anarquia	3,3	3,9

A pontuação é definida multiplicando o peso de cada variável por sua correspondente classificação obtendo a nota de cada variável, posteriormente soma todas as notas resultando no valor do ranking. Por fim compara-se esse valor com os intervalos dos valores da Tabela 2 convertendo-se no nível de classificação do projeto.

O projeto é dividido em projetos menores pois algumas atividades são padronizadas e controladas com a abordagem Scrum, esses subprojetos são para desenvolver a embalagem, o manual, as etiquetas, os moldes e/ou ferramentas, e o(s)chicote(s) elétrico. Os demais subprojetos são planejados, executados e controlados conforme seu nível de classificação.

Uma vez classificado o projeto e elaborado o cronograma, haverá uma reunião com a diretoria e gerência para alinhamento das expectativas de entrega do projeto, criando o baseline de escopo, tempo, e qualidade do projeto.

Com o baseline definido, o líder irá selecionar quais ferramentas irá utilizar, dentre as ferramentas das abordagens tradicional e ágil, para desenvolvimento do projeto. Cabe também ao líder informar os recursos necessários para entrega do projeto.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 1976 no interior de São Paulo, a empresa utilizada como referência para o presente estudo atua na fabricação de produtos da linha branca com foco principalmente no mercado nacional.

Esse projeto foi desenvolvido na unidade do interior de São Paulo e implementado na unidade do interior da Bahia. O setor responsável pelo desenvolvimento foi a engenharia de desenvolvimento de novos produtos.

O líder de projeto coleta com os *stakeholders* os requisitos e elabora o termo de abertura, bem como realizar o nível de classificação do projeto. Uma vez que esses documentos finalizem, o líder de projetos irá apresentar à diretoria e gerência o escopo do projeto.

4.2 GERENCIAMENTO MISTO DO PROJETO

O estudo de caso foi baseado no desenvolvimento de um novo purificador de água tendo como nome fantasia projeto X. Esse projeto foi desenvolvido numa planta e será implementado e produzido em outra planta com uma distância geográfica superior a 1000 km.

Os parâmetros para classificar o projeto estão descritos na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4- Classificação do projeto do estudo de caso

Variáveis	Classificação
Risco	Alto
Custo/Investimento	Extremo
Dificuldade de implementação	Extremo
Prazo de conclusão	Extremo
Apoio dos *stakeholders*	Alto
Complexidade da certificação	Alto
Distância geográfica dos fornecedores e ferramentarias	Extremo
Clareza do escopo	Médio
Quantidade de ferramental e/ou moldes	Alto
Complexidade do ferramental e/ou moldes	Alto
Rentabilidade	Médio
Estratégia	Extremo

Com esses parâmetros o nível de classificação do projeto foi “COMPLEXO”, tratando-se dos projetos mais difíceis de desenvolvimento. O escopo do projeto X foi: mudança total no design do produto – mais compacto, maior capacidade de refrigeração, produtos na cor branca e prata, reservatório de água gelada inox, índice de reclamação de

campo (IRC) igual ou menor ao produto atual, saídas independentes de água natural e gelada e utilização tanto de compressor quanto placa Peltier na mesma carcaça.

O primeiro subprojeto é a atividade design da EAP onde o líder do projeto irá fazer o controle baseado no Scrum, todavia os Sprints serão divididos por componentes do purificador para não ultrapassar o prazo de duas semanas entre Sprints. A equipe de Design é a responsável em desenhar e validar o design do produto e o líder de projeto em reunir-se com a equipe de Design para avaliar o andamento de cada Sprint. Em paralelo o líder de projeto utilizará a mesma forma de gerenciamento com o Financeiro – outra atividade da EAP – para receber o business case do projeto

Finalizados o design do projeto e business case do produto, a execução do projeto seguirá com a equipe de Engenharia. Neste caso, o nível de classificação do projeto influencia na forma do gerenciamento. O plano de gerenciamento do projeto tem atividades tanto gerenciadas com a abordagem tradicional quanto com a ágil. Os subprojetos embalagem, manual, etiquetas e o chicote elétrico utilizaram o Scrum, os demais subprojetos a tradicional.

Em paralelo, o time de Processos inicia as negociações dos moldes, ferramentas e equipamentos necessários à produção do produto informando para cada fornecedor a especificação. Processos e Engenharia validam o projeto de cada fornecedor e Procurement auxilia Processos nas negociações dos valores e prazos. O líder do projeto gerencia essas atividades com a abordagem ágil. Para cada fornecedor selecionado, protótipos e/ou amostras de cada componente foram solicitadas a fim de convergir para validação do conceito do produto.

Definidos os componentes, o time de Marketing informa o volume previsto de produção ao time de Procurement para que seja cotado cada componente. Com todas as peças cotadas, o Financeiro calcula o payback do projeto. Esses passos foram controlados via Scrum pelo líder do projeto e apresentados à diretoria e gerência.

O time de Produção também é envolvido para que se avalie a necessidade de alguma adequação na linha de produção. Como a produção seria em outra localidade, essa etapa foi tratada como crítica e diversas viagens foram necessárias para garantir a linha estaria apita a produzir conforme o cronograma. Estas atividades foram controladas utilizando a abordagem tradicional.

Apresenta-se à Logística o produto para que possam avaliar como os componentes do produto serão estocados, bem como o transporte dos mesmos entre as localidades da empresa.

Essa etapa não está diretamente ligada ao projeto, por isso, não houve necessidade de gerenciamento, apenas o alinhamento com o time da quantidade de peças, restrições de armazenamento e itens críticos.

Engenharia inicia a negociação com o órgão certificador para realizar a certificação do produto. Prazos, preços, quantidades e modelos são informados pelo órgão certificador ao líder de projetos a fim de que o produto seja certificado. O líder então aciona os times de PCP, Procurement e Produção para fabricar os produtos necessários para certificação. PCP programa a compra das matérias primas, Procurement negocia custo e prazo e realiza as compras e Produção fabrica os produtos. Essa etapa é denominada Corrida Piloto que, além do objetivo de produzir os produtos para certificação e instruir

os colaboradores em como montar o produto, avaliar se os equipamentos fabricados estão funcionando corretamente. Novamente estas atividades foram controladas utilizando a abordagem tradicional.

Os valores apresentados a seguir são ilustrativos por questões de confidencialidade. O custo projetado para o projeto foi de R$ 5.000.000,00 e o tempo para conclusão do mesmo foram 3 anos. O projeto concluiu com um investimento aproximadamente de R$ 4.920.000,00, no prazo de 2 anos e 10 meses.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta uma abordagem para classificar o nível do projeto. Através de diversas variáveis pode-se classificar o tamanho do projeto e consequentemente realizar um melhor planejamento, execução e controle. Como o nível de classificação é decorrente da categorização das variáveis é condição sine qua non que a categorização ocorra de forma correta, a fim de que a classificação do projeto também esteja correta.

O estudo também não se limitou a utilizar uma única abordagem para gerenciar o desenvolvimento de produtos. Dividiu-se o projeto em subprojetos onde alguns deles seriam sempre controlados com a abordagem Scrum e outros seriam realizados de acordo com sua complexidade.

Este artigo utilizou um projeto classificado como “PROJETO COMPLEXO” para realizar o estudo de caso, sendo assim gerenciado utilizando ambas as ferramentas (tradicional e Scrum).

Como o resultado de novos projetos sempre irão gerar mudanças na empresa, é indispensável que o patrocinador do projeto demonstre para toda empresa os benefícios do

mesmo, priorizando seu desenvolvimento durante as etapas de execução. Outro fator de sucesso do projeto é o comprometimento de todas as áreas envolvidas durante seu ciclo de vida.

Este trabalhou abordou somente um estrato de projeto, para melhorar a proposta é necessário aplicá-la em um espectro maior de projetos, fato que não foi realizado devido ao curto prazo para apresentação deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. A. M. Fatores de escolha entre metodologias de desenvolvimento de software tradicionais e ágeis. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, p.31, 2017.

AUGUSTINE, S. Managing Agile Projects. EUA: Prentice Hall, 2005. Robert C. Martin Series 229p.

BARBOSA, A. et al. Metodologia Ágil: Feature Driven Development.2001 BECK, K. Programação Extrema Explicada. Bookman, 1999.

CAVALCANTI, E.; MACIEL, T. M. M.; ALBUQUERQUE, J. Ferramenta Open-Source para Apoio ao Uso do Scrum por Equipes Distribuídas. III Workshop de desenvolvimento distribuído de software, Recife-PE, 2009.

FERNANDEZ, D. J. & FERNANDEZ, J. D. Agile Project Management - Agilism versus Traditional Approaches. Journal of Computer Information Systems, v. 49, n. 2, p. 10-17, 2008.

FILHO, A. L. M. Uma análise comparativa das principais metodologias de Gerenciamento de Projetos. Trabalho para conclusão do curso de graduação, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos-SP, 2017.

GLOGER, B., Scrum Checklists. Germany: Sprit It, 2006.

LIBARDI, P. L. O.; BARBOSA, B. Métodos Ágeis. 2010. 35 p. Trabalho para conclusão da disciplina FT-027 Tópicos em Computação no curso de pós-graduação da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Limeira, 2010.

MELO, A. M. Gerenciamento da Integração em Projetos. Rio de Janeiro: FGV, 2017. 19 p.Apostila.

OLIVEIRA, A. B.; CHIARI, R. Fundamentos em Gerenciamento de Projetos Baseado no PMBOK 5° Edição. São Paulo: Communit, 2013.

RODRIGUES, L. K. S.; RODRIGUES, M. M.; FILHO, J. C. R. Aplicação da metodologia ágil na gestão de um projeto de reservatório da metalúrgica carboquímica da Amazônia LTDA. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville- SC, 2017.

SCHWABER, K. Agile Project Management with Scrum. Microsoft Press, 2004. SCHWABER, K. The enterprise and Scrum. Ed. Microsoft, 2007.

SCHWABER, K.; BEEDLE, M. Agile software development with Scrum. Prentice Hall, 2002.

SERRADOR, P.; PINTO, J. K. Does Agile work? A Quantitative Analysis of Agile.

International Journal of Project Management, pp. 1.040 - 1.051, 2015.

SHTUB, A.; BARD, J. F.; GLOBERSON, S. Project Management: Engineering, Technology, and Implementation.New Jersey EUA: Prentice-Hall, 1994. 634p.

SOARES, M. S. Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software. Conselheiro Lafaiete: Unipac – Universidade Presidente Antônio Carlos, 2004. p. 1-6.

STACEY, R. D. Strategic Management and Organizational Dynamics, Financial Times Prentice Hall, 2007.

SUTHERLAND, J. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo; tradução Nina Lua. 2. Ed. São Paulo: Leya, 2016.

VARGAS, R. Manual Prático do Plano de Projeto Utilizando o PMBOK Guide.5. ed. Rio de Janeiro: Brasport 2014.

Capítulo 57

CONTROLE DE CUSTOS DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA.

Mônica Sousa Santos (Departamento de Engenharia de Produção-CE),
Flavio Mendonça Bezerra (Depto. Engenharia de Produção-CE),
Amanda Duarte Feitosa (Depto. Engenharia de Produção-CE),
João Batista Mendes Barbosa (Depto. Engenharia de Produção-CE),
Antônio Luís Araújo Silva (Depto. Engenharia de Produção-CE)

1. INTRODUÇÃO

A indústria de calçados atravessa um período de grande turbulência devido à crise econômica ocorrida desde o ano passado. Como consequência temos o fechamento de algumas fábricas, como a empresa Crysalis na região do Rio Grande do Sul. Em juazeiro do Norte, terceiro maior polo calçadista do Brasil, estima-se que ocorreram dez mil demissões e várias fabricas de pequeno porte foram fechadas nos últimos meses.

Devido à concorrência e a crise econômica no mercado, as empresas apresentam-se mais preocupadas com a gestão de custo. Assim, os gestores buscam se adequar as exigências estabelecidas pelos seus clientes, como preço e qualidade. Com as informações da gestão de custos, podemos levantar dados dos custos de fabricação do produto levando vantagem diante os outros concorrentes que não possuem tais informações.

Observando esse contexto torna-se necessário tomar decisões relevantes em relação às estratégias e operações de uma empresa. Sendo fundamental que a mesma tenha o conhecimento do custo real de seus produtos e assim elaborar estratégias consistentes com o objetivo de torná-la competitiva. O controle dos custos também permite que a empresa esquematize e aperfeiçoe etapas do sistema produtivo, permitindo identificar os processos que apresentam melhor oportunidade de aperfeiçoamento.

O trabalho aqui apresentado tem como base um estudo de caso realizado em uma empresa calçadista da cidade de Juazeiro do Norte-CE. A finalidade desse estudo é levantar informações em um ambiente fabril do qual, atualmente, se coletam poucos dados relativos a esse tipo de operação (custeio de produtos) e estabelecer o preço de custo de fabricação dos calçados masculino (infantil e juvenil) e feminino.

2. METODOLOGIA

Pela natureza desde trabalho, a pesquisa é considerada como aplicada. De acordo com Gerhard e Silveira (2009) a pesquisa aplicada possui o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. O meio de abordagem deste trabalho é quantitativo, devido ao uso de dados numéricos para solução do problema. Quanto ao objetivo, a pesquisa caracteriza-se como um estudo explicativo. Onde se procura examinar relações de causa e efeito entre dois ou mais fenômenos, fatos ou variáveis (GANGA, 2012).

O trabalho foi desenvolvido por meio de um estudo de caso. O estudo de caso compreende abordagens especificas a coleta de dados e análise de dados, também possui uma abordagem empírica que investiga fenômenos contemporâneos dentro de um contexto da vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto ainda não são definidos (YIN, 2001).

Inicialmente efetuou-se uma pesquisa bibliográfica afim de se obter uma base teórica referente à pesquisa. Foi efetuada uma revisão da literatura sobre os assuntos aqui abordados (contabilidade de custo e formação de preço) nas principais bases de dados da internet para compreensão dos temas envolvidos. Em seguida foram coletados dados para que fosse possível estabelecer custos indiretos, custos diretos dentro da empresa, calculando o custo de matéria prima, mão de obra e outros custos. Após a obtenção desses dados foi possível realizar o rateio dos custos e obter o custo dos produtos estudados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS

Podemos classificar os custos de acordo com o custo de cada produto fabricado e pelo desempenho da produção onde a indústria pode atuar (MEGLIORINI, 2011). Assim os custos são classificados como: Custos indiretos, custos diretos, custos fixos e custos variáveis.

Custos indiretos são todos os custos que não estão ligados diretamente ao produto, mas pertencem ao processo de fabricação. De acordo com Dubois (2008), o custo indireto necessita de alguns cálculos para estar agregados no produto ou serviço.

Custo direto é todo custo que está relacionado diretamente ao produto, ou seja, todos os elementos que atinge imediatamente na composição do produto ou serviço. Esse tipo de custo é a parte “gasta” em determinado serviço ou bens (DUBOIS,2008).

Custo fixo é todo custo efetivo em certo período, ou seja, todas as despesas que a empresa deve pagar, como por exemplo o aluguel. Dubois (2008) classifica-os como valores que independe da quantidade produzida na empresa, não sofrendo nenhuma alteração em um intervalo de tempo.

Custo variável é todo custo que sofre variação de acordo com o volume de produção. Conforme Schier (2005), estes custos segue sempre o grau de crescimento das quantidades produtivas, ou seja, se desenvolve conforme a produtividade da empresa em um determinado período determinado para o levantamento dos custos.

3.2 MÉTODOS DE CUSTEIO

Os métodos de custeio são ferramentas de fundamental importância para a obtenção de dados que por sua vez podem ser utilizados para fundamentar tomadas de decisões. Sua aplicação proporciona uma ampliação na percepção em relação a outros temas que vão além de saber o quanto custa um produto fabricado. Sabendo o custo real pode facilitar por exemplo, na redução dos custos, aprimorar processos, eliminar desperdício, aumentar, diminuir ou acabar com determinada linha de produção. Assim fica evidente a importância dos métodos de custeio para a gestão estratégica.

A literatura apresenta vários métodos de custeio que são utilizados pelas organizações industriais quanto pelas comerciais sejam com ou sem fins lucrativos, esses métodos são: método por absorção (ABS), método variável, método das seções homogêneas (RKW), método do custeio baseado em atividades (ABC), método da unidade de esforço de produção (UEP). Através desses métodos, Megliorini (2011) menciona que esses métodos de custeio são os mais tradicionais, visto que os produtos são geradores de custos, e mais apropriados á ambientes em que exista uma predominância dos custos com materiais diretos e mão de obra direta.

3.3 MÉTODO DE CUSTEIO POR ABSORÇÃO

De acordo com Sá (2009) o método de custeio por absorção é um sistema de custeio que depende da coleta de dados de todos os custos envolvidos na produção de bens ou serviços gerado, podendo ser fixos ou variáveis. Desta forma, além dos custos de produção como matéria prima, mão de obra e outros, os custos indiretos como manutenção, planejamento também são aplicados no custo do produto.

Para Sato (2008), o sistema de custeio por absorção se ajusta aos conceitos principais de contabilidade aceitos no Brasil. Assim, a empresa que não tem esse tipo de método, ao final de cada ano de exercício, necessita de um ajuste em seu fisco.

O método de custeio pode ser realizado de duas maneiras:

I - Reunir os custos diretos (materiais diretos, e mão de obra direta) por sua real utilização, sabendo-se que são custos diretamente relacionados com a produção, possibilitando saber o real consumo desses itens em seu sistema de produção de bens ou serviços e divisão do custo indireto entre esses processos, pois são componentes que são agregados no custo, e que não estão efetivamente ligados a produção, A partir de um percentual equivalente, ou seja, base de divisão que na contabilidade se chama rateio (MARTINS,2010).

II - Separar a empresa por departamentos de serviços (que executam funções que não são diretamente ligas ao produto), e departamentos produtivos (que são operações que estão relacionados diretamente com a produção do produto), então os custos indiretos são divididos entre os departamentos. Em seguida os departamentos de serviços passam seus custos aos departamentos de produção, e por fim, os departamentos de produção transferem seus custos aos bens ou serviços (MARTINS, 2010).

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A EMPRESA

A empresa em estudo atua no setor calçadista há quatro anos e está localizado na cidade do Juazeiro do norte – CE. Sua produção é de calçados femininos e masculinos, compondo-se de modelos infantis e juvenis.

A empresa produz três tipos de produtos, os quais variam em modelos diferentes dentro de cada base produzida, aplicando da mesma maneira o seu *mix* de produtos. As três bases são: infantil feminino, infantil masculino e juvenil masculino. Cada um possui respectivamente 147,109 e 117 modelos distintos. A escolha para esse estudo de caso foram os três modelos mais vendidos. São eles: modelo feminino A006, modelo juvenil P126 e o modelo infantil B399. Os mesmos são representados respectivamente da esquerda para a direita na imagem abaixo.

Figura 1 – Modelos analisados

Fonte: O autor (2019)

4.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DOS MODELOS

A tabela a seguir, apresenta os componentes de matéria prima juntamente com o tipo de medida unitária utilizada nos modelos escolhidos para o estudo.

Tabela 1 – Lista de materiais

Componentes dos produtos	
Material	**Unidade de medida**
Sintético	CM²
Fita 7 mm	CM
Caxarel+eva	CM²
Rebite	Unid.
Fivela /10	Unid.
Linha 0,60	Grama
Cola forte	GRAMA
Forrotex	CM²
Tecido	CM²
Sinostex	CM²
Eva	GRAMA
Cola am 104	GRAMA
Pvc	GRAMA
Pigmento	GRAMA
Embalagem	UNID.
Enfeite de perola	UNID.
Etiqueta	UNID.
Fivela /15	UNID.
Linha 0,20	GRAMA
Ilhões 54	UNID.
Enfeite emborachado	UNID.

Fonte: O autor (2019)

Ao identificar os componentes dos produtos, determina-se o custo do material utilizado em cada par. O cálculo é obtido a partir da divisão do valor pago em cada unidade de material comprado pela unidade total de medida que vem em cada item. Após encontrar o valor unitário de cada matéria prima se multiplica pelo gasto de material utilizado por par. O custo total de material se dá pela soma de todos os valores encontrados. Segue na figura 2 a análise feita para o modelo A006, com os preços separados por setores de fabricação e por questão de informações sigilosas os nomes dos materiais serão apenas numerados.

Figura 2 - Print do Excell da planilha de preços da matéria prima

	A	B	C	D	E
1	Modelo A006				
2	Trazeiro:				
3	Matérial	Utilizado	Preço(por unid.)	Custos	
4	Material 1	204	R$ 0,0013	R$ 0,2652	
5	Material 2	25	R$ 0,0042	R$ 0,1050	
6	Material 3	204	R$ 0,0005	R$ 0,1107	
7	Material 4	2	R$ 0,0216	R$ 0,0432	
8	Material 5	2	R$ 0,0882	R$ 0,1763	
9	Material 6	2	R$ 0,0822	R$ 0,1645	
10	Material 7	5	R$ 0,0118	R$ 0,0592	
11				Total:	R$ 0,9241
12	Cabedal:				
13	Matérial	Utilizado	Preço(por unid.)	Custos	
14	Material 1	42	R$ 0,0013	R$ 0,0546	
15	Material 8	42	R$ 0,0008	R$ 0,0325	
16	Material 18	56	R$ 0,0042	R$ 0,2352	
17	Material 17	28	R$ 0,0100	R$ 0,2800	
18	Material 16	2	R$ 0,1458	R$ 0,2916	
19	Material 7	1	R$ 0,0118	R$ 0,0118	
20				Total:	R$ 0,9057
21	Palmilha Virada:				
22	Matérial	Utilizado	Preço(por unid.)	Custos	
23	Material 9	225	R$ 0,0014	R$ 0,3242	
24	Material 18	94	R$ 0,0009	R$ 0,0873	
25	Material 10	225	R$ 0,0005	R$ 0,1123	
26	Material 11	10	R$ 0,0076	R$ 0,0760	
27	Material 12	5	R$ 0,0115	R$ 0,0577	
28	Material 7	10	R$ 0,0118	R$ 0,1185	
29	Material 6	2	R$ 0,0822	R$ 0,1645	
30				Total:	R$ 0,9404
31	Solado:				
32	Matérial	Utilizado	Preço(por unid.)	Custos	
33	Material 13	87,22	R$ 0,0068	R$ 0,5887	
34	Material 14	1,78	R$ 0,0190	R$ 0,0338	
35				Total:	R$ 0,6226
36	Preço total da materia prima:				R$ 3,3929

Fonte: O autor (2019)

A mesma análise realizada para o modelo A006 foi realizada para os demais modelos, o resultado é mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Custo da matéria prima para os modelos P126 e B399

Modelo	Preço total
P126	R$ 7,1876
B399	R$ 4,0576

Fonte: O autor (2019)

4.3 CUSTO DA MÃO DE OBRA DIRETA

Para realizar o cálculo da mão de obra foi necessário estabelecer as operações dos processos produtivos, identificar os colaboradores de cada processo e calcular o tempo gasto em cada uma dessas operações. A figura 3, apresenta os dados do modelo A006 já classificados em processos e dentro desses processos suas respectivas operações.

Figura 3 – Captura de tela do *Excell* com as operações para o modelo A006

	A	B	C	D
1	MODELO A006			
2	PROCESSO DE CORTE:			
3	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
4	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 4	4	0,0667
5	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 4	3	0,0500
6	OPERAÇÃO 3	FUNCIONARIO 1	3	0,0500
7	OPERAÇÃO 4	FUNCIONARIO 4	4	0,0667
8	OPERAÇÃO 5	FUNCIONARIO 1	5	0,0833
9	OPERAÇÃO 6	FUNCIONARIO 1	5	0,0833
10	OPERAÇÃO 7	FUNCIONARIO 4	4	0,0667
11			TOTAL:	0,466666667
12	PREPARAÇÃO DA PEÇA:			
13	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
14	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 5	10	0,1667
15	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 5	22	0,3667
16	OPERAÇÃO 3	FUNCIONARIO 4	8	0,1333
17	OPERAÇÃO 4	FUNCIONARIO 5	6	0,1000
18	OPERAÇÃO 5	FUNCIONARIO 5	30	0,5000
19	OPERAÇÃO 6	FUNCIONARIO 5	19	0,3167
20	OPERAÇÃO 7	FUNCIONARIO 5	8	0,1333
21			TOTAL:	1,7167
22	PROCESSO DE COSTURA:			
23	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
24	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 3	46	0,7667
25	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 4	226	3,7667
26	OPERAÇÃO 3	FUNCIONARIO 4	46	0,7667
27			TOTAL:	5,3000
28	MONTAGEM DA PEÇA:			
29	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
30	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 2	80	1,3333
31	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 9	56	0,9333
32	OPERAÇÃO 3	FUNCIONARIO 10	30	0,5000
33	OPERAÇÃO 4	FUNCIONARIO 10	34	0,5667
34	OPERAÇÃO 5	FUNCIONARIO 7	64	1,0667
35	OPERAÇÃO 6	FUNCIONARIO 10	27	0,4500
36	OPERAÇÃO 7	FUNCIONARIO 10	6	0,1000
37	OPERAÇÃO 8	FUNCIONARIO 9	3	0,0500
38	OPERAÇÃO 9	FUNCIONARIO 9	3	0,0500
39	OPERAÇÃO 10	FUNCIONARIO 2	14	0,2333
40	OPERAÇÃO 11	FUNCOINARIO 7	78	1,3000
41	OPERAÇÃO 12	FUNCIONARIO 5	74	1,2333
42			TOTAL:	7,8167
43	PROCESSO DE ACABAMENTO E EMBALAGEM:			
44	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
45	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 8	54	0,9000
46	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 8	18	0,3000
47	OPERAÇÃO 3	FUNCIONARIO 8	8	0,1333
48	OPERAÇÃO 4	FUNCIONARIO 8	2	0,0333
49	OPERAÇÃO 5	FUNCIONARIO 8	64	1,0667
50			TOTAL:	2,4333
51	PREPARAÇÃO DO SOLADO:			
52	PROCESSO	FUNCIONARIOS	TEMPO(S)	TEMPO(MIN)
53	OPERAÇÃO 1	FUNCIONARIO 6	8	0,1333
54	OPERAÇÃO 2	FUNCIONARIO 6	4	0,0667
55			TOTAL:	0,2000

Fonte: O autor (2019)

A mesma análise realizada para o modelo A006 foi realizada para os demais modelos, o resultado é mostrado na tabela abaixo.

Tabela 3 – Tempo total de operação para os demais modelos

Modelo	Tempo (min)
P126	15,45
B399	11,15

Fonte: O autor (2019)

Após calcular o tempo gasto em cada operação é necessário saber a média de horas trabalhadas, que resulta da divisão da jornada de horas trabalhadas semanalmente (44h), pelos dias da semana (6 dias) a média obtida é de 7,33h/dia. O cálculo dos dias efetivamente trabalhados anualmente se dá pelo

total dos dias do ano (365 dias) subtraindo, férias (30 dias), feriados (12 dias) e domingos (48). O número de dias úteis anual é de 275. O cálculo dos dias úteis mensais é obtido pela divisão dos dias úteis trabalhados anualmente pelos número de meses (12). O resultado obtido é de 22,91 dias/mês.

Para o cálculo do custo da hora trabalhada é necessário alguns dados, alguns valores foram cedidos pela empresa e outros foram calculados previamente. Os dados são: valor total dos salários dos funcionários (10144 reais), os encargos (80% do salário), o número de funcionários (10), média de horas trabalhadas por dia (7,33h), e dias uteis (22,91). A formula é apresentada abaixo. Onde: CH = custo hora, S = salários, E = encargos, F= número de funcionários, H= média de horas e D = dias úteis.

$$CH = \frac{(S + E)}{(F + H + D)}$$

O valor obtido é de R$ 6,04. De posse desse valor e do tempo gasto para produção de cada modelo obtemos o custo da mão de obra. Esse valor é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 4 – Custo da mão de obra

Modelo	Custo mão de obra (R$)
A006	2,01
P126	1,94
B399	1,47

Fonte: O autor (2019)

4.4 CUSTO DIRETO TOTAL DA PRODUÇÃO

De posse do custo da matéria prima e da mão de obra podemos calcular o custo direto. Que é calculado pela soma do custo da matéria prima mais o custo da mão de obra direta, multiplicado pela quantidade dos produtos determinados para a realização do estudo. A tabela 5 mostra os valores calculados para cada modelo.

Tabela 5 – Custo direto de produção

Modelo	Custo (R$)
A006	R$ 6,1014
P126	R$ 9,1276
B399	R$ 5,5276
Total	R$ 20,7566

Fonte: O autor (2019)

4.5 Custo indireto de produção

Com o auxílio dos dados fornecidos pela empresa foi possível calcular o custo indireto da produção indireta que são os gatos que a empresa possui para sua manutenção, mesmo não estando ligados diretamente com a produção do produto. Esses custos devem ser rateados proporcionalmente de acordo com a porcentagem que cada produto possui no custo total direto. A tabela abaixo mostra o cálculo dessa porcentagem.

Tabela 6 – Porcentagem do custo total para cada modelo

Modelo	Produção mensal	Custo direto	Custo direto total	Porcentagem
A006	492	R$6,1014	R$3.001,8888	26,1340%
P126	869	R$9,1276	R$7.931,8844	69,0538%
B399	100	R$5,5276	R$552,7600	4,8122%
Total		R$20,7566	R$11.486,5332	100%

Fonte: O autor (2019)

Com as porcentagens obtidas e com os custos indiretos fornecidos pela empresa foi possível ratear esses custos entre os modelos.

Tabela 7 – Rateio dos custos indiretos

Descrição	Total gasto (mês)	Rateio A006	Rateio P126	Rateio B399
Energia elétrica	R$ 1.018,00	R$ 266,04	R$ 702,97	R$48,99
Conta de água	R$ 87,50	R$ 22,87	R$60,42	R$3,87
Aluguel	R$ 1.100,00	R$287,47	R$759,59	R$52,93
Material de escritório	R$ 30,00	R$7,84	R$20,72	R$1,44
Material de limpeza	R$ 40,00	R$10,45	R$27,62	R$1,92
Pro-labore	R$ 2.000,00	R$ 522,68	R$ 1381,08	R$96,24
Depreciação	R$ 923,61	R$241,38	R$ 637,88	R$44,45
Horas improdutivas	R$ 3.489,6557	R$911,99	R$2409,74	R$167,93

Fonte: O autor (2019)

Com os valores obtidos é possível calcular o custo indireto para os modelo e assim determinar o custo indireto para cada produto.

4.6 CUSTEIO FINAL DE PRODUÇÃO

Com os valores obtidos para o custo da matéria prima, mão de obra e custos indiretos é possível determinar o custo final para cada modelo. Para isso é necessário fazer a soma desses valores. A tabela 8 reúne o custo total para cada modelo.

Tabela 8 – Custo total unitário para cada modelo

Modelo	Material (R$)	Mão de obra (R$)	Custo indireto (R$)	Total (R$)
A006	4,09	2,01	0,197	6,29
P126	7,18	1,94	0,522	9,64
B399	4,05	1,47	0,036	5,56

Fonte: O autor (2019)

5. CONCLUSÃO

O estudo de caso obteve informações importantes, com os resultados é possível realizar uma avaliação estratégica para a venda do produto. Segundo o gestor, a empresa possui clientes em outros estados do Brasil assim o estudo possibilitou identificar os valores que são repassados, através do frete, ao produto para cada região. Os dados obtidos poderão auxiliar na montagem de estratégias mais eficientes. Possibilitando redução dos gastos, e um aumento na competitividade da empresa.

O Método de custeio por absorção foi adotado pelo fato de se adequar ás normas brasileiras estabelecidas para as empresas no sentido contábil. Sua utilização permitiu mapear os custos de maneira satisfatória, identificando os custos relacionados as operações realizadas na empresa e assim obter o custo final de cada produto estudado.

É evidente que uma gestão de custos proporciona uma grande vantagem as empresas, pois permite um maior controle financeiro. Possibilitando redução de custos no processo produtivo, avaliação das operações, reajustes de valores repassados a clientes ou representantes e a formação de preço do produto de forma correta.

Propõe-se que a empresa continue aplicando esse método para todo o mix de produtos, para que haja uma melhoria no gerenciamento dos seus custos e no auxílio de tomadas de decisões. Recomenda-se ainda que a instituição invista em planilhas eletrônicas ou softwares específicos para o armazenamento e análise dos dados coletados.

REFERÊNCIAS

DUBOIS, Alexy. et al. Gestão de custos e formação de preços: conceitos, modelos e instrumentos, abordagem do capital de giro e da margem de competitividade. São Paulo: Atlas, 2008.

GANGA, G. M. D. Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 10. Ed. São Paulo: atlas, 2010.

MEGLIORINI, Evandir Custos: análise e gestão / Evandir Megliorini. – 3. Ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SÁ, Carlos Alexandre. O método de custeio por absorção e o método de custeio variável. Disponível em: < http://carlosalexandresa.com.br/artigos/O-Metodo-de-Custeio-por-Absorcao-e-o-Metodo-de-Custeio-Variavel.pdf> Acessado em: 02 de Março de 2019.

SATO, S. A. A aplicação dos métodos de custeio e dos princípios fundamentais de Contabilidade para a mensuração do lucro.
<http://www.pibic.unir.br/pdf/EXATAS%20E%20DA%20TERRA/Luana%20Kundsin%20-%20RES.pdf> Acessado em: 02 de Março de 2019.

SCHIER, Carlos Ubiratan da Costa. Custos Industriais. Curitiba: Ibpex, 2005.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman editora, 2001.

Capítulo 58

A QUEBRA DAS BARREIRAS NA IMPLANTAÇÃO DE UM SGQ NAS PEQUENAS E MÉDIAS ENPRESAS A PARTIR DE UM NOVO MODELO TEÓRICO E PRÁTICO.

Haroldo Macedo Fontoura

Resumo: O artigo busca demonstrar como um SGQ pode ser implantado usando um novo modelo sendo capaz de quebrar as barreiras que acontecem nos modelos tradicionais. Este modelo vem facilitar a implementação de um SGQ, principalmente para pequenas e médias empresas. A implantação de um sistema da qualidade pressupõe mudanças no comportamento, no gerenciamento e nas rotinas de trabalho. Esses três pontos são vistos como pilares para o sucesso de um sistema da qualidade. O problema que aflige os gestores nos três níveis das organizações (estratégico/tático e operacional) é, como esses pilares serão trabalhados durante o processo já que o nível de resistência cresce durante a implantação. O modelo proposto encaminha uma sequência de implementação desses pilares, assim como, a forma de implantação que visa reduzir as resistências que se transformam em barreiras, durante o processo. O novo modelo está dividido em duas fases: a primeira composta de mudanças gerenciais e capacitação/motivação dos colaboradores e a segunda a verificação e mudanças das rotinas, sendo baseada em planejamento, escrituração e implantação dos processos de trabalho. A metodologia usada foi um estudo de caso com pesquisa de campo com os gestores e colaboradores de seis empresas em três regiões do país sendo observados o gerenciamento, resistência e o tempo de implementação. Os resultados evidenciam a diminuição do tempo de implantação e a eliminação/minimização das barreiras que estão presentes nos modelos antigos, sendo comprovada a eficácia quando da implantação do novo modelo proposto.

Palavras Chaves: Gestão da qualidade. Barreiras. Implantação. Sistemas.

1. INTRODUÇÃO

O compromisso da direção das pequenas e médias empresas é buscar a melhoria da produção de bens e serviços, além do desempenho das pessoas, aliadas à gradativa redução de custos, eliminação de desperdícios, diminuição dos prazos de entrega dos produtos e consequentemente na redução do tempo de atendimento aos usuários do serviço prestado pela organização.

Segundo Osman et al. (2016) uma das ferramentas que possibilitam a melhoria dos processos empresariais são os sistemas de gestão da qualidade, os quais estão diretamente ligados ao gerenciamento eficaz e eficiente das regras normativas para garantir a melhoria e controle das organizações, buscando a excelência dos seus produtos e serviços, visando sempre a satisfação dos clientes.

Para Ericsson (2016) a implantação de um padrão de qualidade motiva as pessoas que executam as tarefas, além de garantir à organização, se tornar mais competitiva no mercado com credibilidade da sua imagem.

Chin; Pun (2008) afirmam que existe uma resistência quando da implantação de sistemas de gestão da qualidade, principalmente nos níveis táticos e operacional e que podem vir a ser barreiras como: resistências dos empregados, burocracia nas auditorias e principalmente na manutenção de um SGQ. Os administradores estão em busca de modelos mentais e físicos que os permitam entender melhor a dinâmica da implantação de um sistema qualidade e a maneira de compartilhar por toda a organização.

Neste contexto propõem-se um novo modelo que elimine/minimize essas resistências e dei celeridade quando da implementação de um SGQ.

Para facilitar o entendimento dos diversos aspectos importantes esse trabalho está dividido da seguinte forma, incluindo esta introdução. A revisão de literatura que foi dividida em: conceitos sobre sistemas da qualidade, barreiras a implementação de um SGQ e conceitos de um novo modelo de implantação de um Sistema da qualidade. A segunda parte é composta da metodologia com a realização de um estudo de caso e posterior a análise dos resultados e por fim as considerações finas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

A preocupação com a qualidade de bens e serviços é muito importante, os clientes sempre verificam a qualidade dos bens e serviços que recebem, em função disso criou-se os conceitos de sistemas da qualidade que podem ser desdobrados em elementos básicos, como os elencados a seguir, no quadro 1(GARVIN, 2012):

Quadro 1- Elementos básicos da qualidade.

ELEMENTOS BÁSICO	CONCEITO
Desempenho	Refere-se às características operacionais básicas do produto.
Características	São as funções secundárias do produto, que suplementam seu funcionamento básico.
Confiabilidade	Reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto;
Conformidade	Refere-se ao grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com os padrões preestabelecidos.
Durabilidade	Refere-se ã vida útil de um produto, considerando suas dimensões econômicas e técnicas.
Atendimento	Refere-se a rapidez, cortesia, facilidade de reparo ou substituição.
Estética	Refere-se ao julgamento pessoal e ao reflexo das preferências individuais.
Qualidade percebida	Refere-se ã opinião subjetiva do usuário acerca do produto.

Fonte: Garvin (2012, p.102).

Existem vários modelos utilizados como sistema de gestão da qualidade, um dos mais utilizados é o das normas ISO série 9000, cuja principal finalidade é a padronização dos processos de produção e prestação de serviços com modelos mundiais, aplicável em empresas de todos os tamanhos e seguimentos de mercado.

Para Paladini (2010), os gestores têm um papel importante no desenvolvimento do planejamento e na implantação do sistema de gestão da qualidade. A partir deles são emanadas todas as diretrizes estratégicas e as políticas da qualidade, bem como, os objetivos e metas da empresa, sendo eles os parâmetros para fazer as análises críticas do processo.

2.1.1 GESTÃO DA QUALIDADE COMO DIFERENCIAL

2.1.2 VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DA QUALIDADE

Com a implantação de um sistema da qualidade há um aumento da confiança dos colaboradores e clientes a partir da conscientização da importância das ações preventivas e corretivas, que conferem qualidade do produto. Verifica-se também um aumento na motivação e na participação dos colaboradores, o aumento da produtividade (eficiência) e resultados (eficácia) da empresa, o que, consequentemente, traz para organização vantagens competitivas junto ao mercado em que atua. Essas vantagens vão permear parâmetros como tempo, recursos, espírito de equipe, padronização dos processos, diminuição dos níveis de falha e melhoria do ambiente de trabalho, onde se inclui o relacionamento entre as gerências e os empregados. Outros pontos vêm em função dessas melhorias como: melhoria contínua do SGQ, melhoria na definição das responsabilidades, melhoria dos controles administrativos e técnicos, melhoria das pessoas por meio de treinamento, finalizando com a melhoria dos serviços prestados ao cliente.

Benefícios da implantação de um SGQ nas pequenas empresas

A estabilidade dos sistemas de gestão da qualidade associado ao acompanhamento dos indicadores de desempenho deve permitir avaliar os processos, descobrir gargalos e problemas e monitorar os resultados da introdução de inovações e melhorias (FABRÍCIO; MELHADO; BAÍA 2000). Mendes et.al. (2008) apontam, a seguir, alguns dos benefícios típicos de um sistema eficaz de gestão da qualidade:

a) Aumento da Satisfação e Lealdade dos Clientes: destaca-se pelo comprometimento com o atendimento aos requisitos e necessidades do cliente.

b) Redução dos Custos Operacionais: otimização de recursos e processos, tornando-os mais preventivos e menos corretivos.

c) Aumento da Competitividade e Confiabilidade: em função da mudança organizacional, resultando em melhoria de desempenho.

d) Padronização de Boas Práticas: disseminação destas práticas, por toda a equipe, nivelando e otimizando os processos de operacionais.

e) Melhoria da Motivação e do Clima Organizacional: conscientização e comprometimento da força de trabalho, com foco na qualidade final do produto ou o serviço realizado.

Outros autores pesquisados também abordam o assunto referente aos benefícios do Sistema de Gestão da Qualidade. Neste caso, para Calixto e Quelhas (2010), de acordo com o Instituto Britânico de Padronização (BSI), os benefícios trazidos pela implantação do SGQ são divididos em duas categorias: benefícios internos e benefícios externos ou estratégicos:

a) Benefícios Internos: afetam diretamente as questões internas da empresa, como:

- Evolução da cultura organizacional;
- Maior conscientização da força de trabalho em relação a qualidade;
- Otimização do tempo e dos recursos;
- Redução de perdas e otimização da mão-de-obra;
- Melhoramento contínuo da qualidade e eficiência da organização; • Aumento da lucratividade.

b) Benefícios Externos ou Estratégicos: melhoraram a imagem e o valor da organização no mercado:

- Abertura de mercado, com possibilidades de atuação dentro e fora do país;
- Aumento na satisfação e fidelidade do cliente; Apesar dos muitos benefícios apontados pelos autores supracitados, os sistemas de gestão da qualidade não se caracterizam, em especial, para microempresas, como algo tão acessível ou de simples implementação, como em toda e qualquer situação que promova mudanças, é fato a existência de dificuldades inerentes ao processo.

3. BARREIRAS À IMPLANTAÇÃO DE UM SGQ NAS PEQUENA E MÉDIAS EMPRESAS

Assarlind e Gremyr, (2016). Demonstram que há barreiras gerais e inerentes a cada tipo de empresa. Problemas associados à má implantação de um SGQ são muito comuns e relatados pela literatura, por tanto, a maneira como deve se iniciar a implantação do programa na empresa, deve ser por meus dos proprietários e gestores, que na maioria das vezes são céticos, mas que é um detalhe que normalmente é ignorado durante o processo.

Osman et al. (2016) confirmam, que a busca de um SGQ associado a mudanças de cultura em uma organização, faz com que a resistência aumente e influencie no comportamento das pessoas quanto a atitudes no dia a dia do trabalho, seja consciente ou inconscientemente. Segundo Douglas et al.

(2017), a taxa de falha de implementação de um SGQ em função da tentativa de mudanças culturais em uma organização é de 81%.

Mudanças são necessárias e inerentes as organizações, principalmente ao aparecimento de novos requisitos que surgem no mercado. (ERIKSSON et al., 2016). Outra barreira citada pelo autor é alinhar uma nova cultura baseada em melhorias dentro da organização, já que este desafio envolve capacitar, envolver e delegar informações e responsabilidades para toda a equipe de trabalho. Osman et al. (2016), afirmam que em alguns casos, quando o entendimento por parte dos colaboradores ficar confuso o processo de resistência aumenta e como consequência a dificuldades em interpretar a linguagem da qualidade fica contraditório.

Cerca de Noventa e um por cento (91%) das médias e pequenas empresas que atuam na área industrial, afirmam que produtos não conformes, pode ser uma forma de dificultar a implantação de um SGQ. (CHIARINI 2017). Além disso, há normalmente a dificuldade de se ter claramente identificado os requisitos dos clientes o que vem a se transformar muitas vezes em não conformidades, normalmente apresentadas em eventos como o design e produção.

Para Osman et al. (2016) Fica evidente que os trabalhadores quando mal treinados geram riscos potenciais, na produção de bens e serviços, gerando uma considerável quantidade de não conformidades, o que tem como consequência a insatisfação dos clientes. Os problemas se acentuam quando a empresa possui um Turnover (Rotatividade de pessoal) ou ainda trabalhadores temporários e falta de qualificação adequados o que naturalmente se transforma em barreiras, Heras-Saizarbitoria, Casadesus e Marimon (2011). Outros autores também pensam que a falta de treinamento e formação adequadas, quando insuficientes não possibilitam a máxima eficiência e eficácia dos colaboradores em um SGQ

Para Osman et al. (2016), diversas empresas têm problemas quando da avaliação do tempo que leva a implantação de um SGQ. Esta incerteza torna-se uma barreira, à medida que não é possível alocar a quantidade certa de tempo necessário para que as organizações consigam realizar cada uma das fases de implementação.

Heras-Saizarbitoria, Casadesus e Marimon (2011) mostram que também são problemas aqueles que estão diretamente intrínsecos e relacionados à integração de padrões no dia a dia da empresa, já que esses padrões são um trabalho extra, porque em muitos casos pode causar, ou aumentar a resistência à mudança, o que deve ser destacado. A resistência ao novo se torna uma barreira real, principalmente

quando os colaboradores não são bem informados da mudança e como elas serão implementadas no SGQ. (OSMAN et al., 2016).

Para Bhat e Rajashekhar (2009), Resistências dos colaboradores podem ser diminuídas quando forem previamente informados sobre a mudança; quando os colaboradores participarem na tomada de decisão, e quando a partir de treinamentos adequados, os colaboradores são envolvidos no planejamento da implantação do SGQ pretendido pela empresa. Chin e Pun (2012) corroboram informando e apontando o aparecimento dessas resistências como uma das principais barreiras encontradas nos seus estudos.

3.1 CONCEITOS PARA UM NOVO MODELO DE IMPLANTAÇÃO

O novo modelo proposto de implantação um SGQ, possui 2 partes que são chamadas da seguinte maneira:

1º) Programas Básicos para qualidade

2º) Programas para melhoria dos processos

A 1º parte considerada base para qualidade está dividida em dois sub programas chamados PMAG (Programa de Mudança de atitude gerencial), relativo as habilidades dos mesmos como Decisão, Comunicação e habilidades Técnicas que estão voltados para o perfil gerencial. O outro programa é o PMCC (Programa de motivação e capacitação dos colaboradores). Esse por sua vez busca capacitar e motivar os colaboradores que normalmente estão desmotivação e com baixo conhecimento de sistema da qualidade, cujo conhecimento é uma premissa na implantação de um SGQ.

Osman et al. (2016), fala que quando atribuído responsabilidades e autoridades que não estão preparadas, provoca a primeira barreira que é a de incompreensão dos papéis nos três níveis organizacionais. Os atributos devem ser conhecidos para basear o comportamento dos gestores e de todos os envolvidos nos processos de trabalho, inclusive aqueles especialmente ligados a qualidade.

Osman et al. (2016) relacionam a falta de motivação e envolvimento com a gestão de recursos humanos. Programas de treinamento e motivação relacionados à modelos de comportamento e de qualidade técnica dificultam o envolvimento dos funcionários o que se emoldura como obstáculos difíceis de resolver a implantação de um SGQ. A falta de conhecimento dos programas de qualidade, também colaboram para as barreiras acima citadas, já que a formação de muitos colaboradores não é

suficiente para o entendimento inicial do SGQ. (ROGALA, 2011, 2016; ZGODAVOVA; KISELA; SUTOOVA, 2016).

A 2º parte é chamada de PIMP (Programa de implementação e melhoria dos processos). Neste programa o objetivo é definir os processos principais da empresa e implementar as melhorias de acordo com a verificação no estudo de cada processo operacional e administrativo.

Uma das barreiras citadas por Rogala (2011) é a falta de objetivos definidos, por acreditar que um SGQ após implantado em uma empresa, não pode ser somente mantido, mas sim buscar um amadurecimento, ou seja, deve ser regularmente ajustado para assegurar a robustez dos processos e a melhoria contínua, com aumento do desempenho, por meios das estratégias e dos objetivos estabelecidos previamente.

Tornar os processos mais robustos, buscando adapta-los ao processo real é um dos desafios encontrados no estudo de Eriksson et al. (2016). Os autores afirmam que essa barreira no contexto de mudança é responsável exatamente pelas melhorias nos processos. Cabe a cada empresa determinar a adaptação e desenvolvimento requerido pelos processos internos, além do nível de complexidade que passa a trazer benefícios ao sistema.

Rogala (2011) mostra que a implementação de gestão por processo é a forma mais prática de buscar a melhoria das rotinas, mas sempre desenvolvendo um link entre elas para que possa ser feita por inteiro a melhoria e não mudanças setoriais.

4. METODOLOGIA

Esse trabalho procura demonstrar dois eixos de abordagens:

1º) Uma revisão bibliográfica, que descreve os conceitos, principais características de um SGQ, demostrando quais as vantagens e desvantagens advindos da sua implantação nas pequenas e médias empresas que os possuem. Ainda na revisão o artigo revela as barreiras que ocorrem quando da implementação de um SGQ. A pesquisa bibliográfica segundo Lakatos e Marconi (2010), realiza-se através do registro de pesquisas anteriores, e de dados de outros pesquisadores em diversos tipos de documentos que contém conceitos de qualidade.

2º) Um estudo de caso realizado em 10 empresas, sendo que 5 delas possuem o SGQ implantado no modelo tradicional e as outras 5 que estão com sistema implementados a partir do novo modelo proposto, estando essas empresas localizadas no estado do Maranhão, possuíndo entre 100 e 200

empregados, atuando como fornecedores de grandes clientes e essencialmente na área industrial. A pesquisa foi realizada a partir de um questionário contendo 10 questões que serão aplicadas, tanto nas empresas certificadas no modelo tradicional como aquelas com aplicação do no novo modelo, sendo que a forma de aplicação do questionário será no modelo de entrevistas com gerentes das 10 empresas pesquisadas.

As questões foram elaboradas a partir de um questionário conforme o quadro abaixo:

Quadro XX- Questionário de coleta de dados com a gerencia em empresas com certificação de qualidade.

Questões/Pontuação	**0 a 4,9**	**5 a 6,9**	**7 a 8,9**	**9 e 10**
	RUIM	**REGULAR**	**BOM**	**ÓTIMO**
1-A dificuldade de implantação do SGQ foi?				
2-A participação dos gestores estratégicos da empresa foi?				
3-As gerencias táticas e operacionais mudaram suas formas de gerenciar de maneira?				
4-A implementação da qualidade para mudanças dos processos foi aceita pelos gerentes como?				
5-A implementação da qualidade para mudanças dos processos foi aceita pelos colaboradores como?				
6-O grau de motivação dos colaboradores durante a implantação do SGQ foi?				
7-Pode-se classificar as vantagens conseguidas pela implantação como?				
8-O tempo de implantação foi?				
9-O resultado alcançado após a implantação foi?				
10- A manutenção do SGQ está?				

Fonte: Próprio autor

Os pontos avaliados nas tabelas serão tabulados buscando a média das notas dadas pelos gerentes de cada empresa pesquisada e demonstrados em forma de gráficos para que sejam visualizados de maneira rápida e prática dando assim uma maior percepção dos modelos.

O calculo das tabelas de cada conjunto de empresas será feito da seguinte maneira: A soma das notas dadas nas 10 questões em cada requisito, sendo colocado na primeira coluna e uma segunda coluna com as medias em cada requisito (Ruim, Regular, Bom e Ótimo) conforme formula abaixo:

SOMA DE CADA REQUISITO=E1+E2+E3+E4+E5

Após Em seguida será feito a soma dos pontos de todas as 4 alternativas e em seguida tirado as médias por quesitos, ou seja, tanto aquelas que implantaram o sistema pelo modelo tradicional como aquela que o fizeram a partir do novo modelo proposto.

Soma das médias totais das cinco empresas como modelo tradicional, repetindo a formula para as empresas que usaram o novo modelo proposto cuja formula será conforme abaixo.

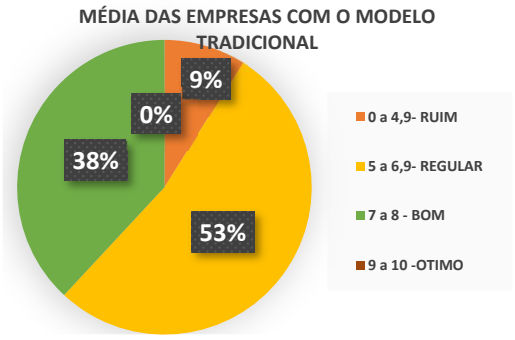
$$\text{Média} = \frac{\text{Soma das notas de E1+E2+E3+E4+E5}}{4}$$

Após a verificado da média de cada questão das empresas com o modelo tradicional e a média das empresas do novo modelo será feito a comparação e colocado em um gráfico demonstrativo.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

TABELA DAS MÉDIAS DAS EMPRESAS COM SGQ NO MODELO TRADICIONAL							
PONTUAÇÃO/ EMPRESAS	E1	E2	E3	E4	E5	TOTAL GERAL	MÉDIA GERAL
0 a 4,9- RUIM	10	0	4	8	4	26	6,5
5 a 6,9- REGULAR	27	40,5	28	33	26	154,5	38,625
7 a 8 – BOM	16	22	30	15	28	111	27,75
9 a 10 -OTIMO	0	0	0	0	0	0	0

PONTUAÇÃO	MÉDIA
0 a 4,9- RUIM	6,5
5 a 6,9- REGULAR	38,625
7 a 8 - BOM	27,75
9 a 10 -OTIMO	0



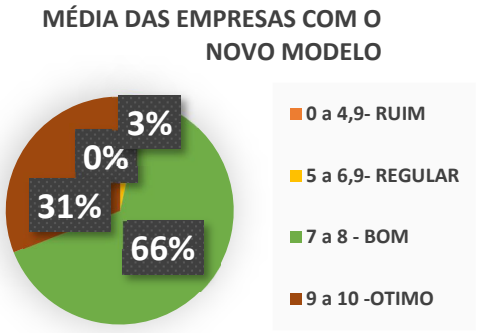
Ao analisar-se a tabela 1 que contem as 5 empresas pesquisadas que estão com sistemas da qualidade no modelo tradicional pode-se perceber que esse modelo ainda possui algumas variáveis responsáveis por atribuição de notas pelos gerentes que são ruins e regulares. Os principais tópicos que chamam a atenção são os itens RUINS e REGULARES, que no modelo tradicional aparecem muito forte na maioria das questões as quais representam médias iguais a 9% e 53% respectivamente, enquanto os itens BOM e OTIMO, só representam 38% e 0%, mostrando a irregularidade do modelo usado.

Nos estudos constatados na literatura, diversos autores citaram barreiras encontradas durante a implantação de um SGQ nos mais variados tipos de empresa. Além das barreiras gerais conhecidas citadas neste trabalho, comuns na implantação de um SGQ, podem existir diversas outras barreiras específicas para cada organização. Portanto, é de importância significativa que as organizações tomem

conhecimento das áreas em que precisam prestar mais atenção ao implantar um SGQ. Diversos tipos de SGQ são utilizados nas organizações como forma de melhorar suas operações e, embora as ideias sejam sólidas, muitas iniciativas falham devido à má implementação. Problemas associados à má implantação de um SGQ são facilmente encontrados na literatura, mas a maneira de como solucionar passa pelos proprietários ou gestores céticos o que tem sido amplamente ignorado (ASSARLIND; GREMYR, 2016).

TABELA DA MÉDIAS DAS EMPRESAS COM SGQ NO NOVO MODELO							
PONTUAÇÃO/ EMPRESAS	E1	E2	E3	E4	E5	TOTAL GERAL	MÉDIA GERAL
0 a 4,9- RUIM	0	0	0	0	0	0	0
5 a 6,9- REGULAR	7	0	7	0	0	14	3,5
7 a 8 – BOM	46	62	55	48	56	267	66,8
9 a 10 -OTIMO	27	18	18	36	27	126	31,5

PONTUAÇÃO	MÉDIA
0 a 4,9- RUIM	0
5 a 6,9- REGULAR	3,5
7 a 8 – BOM	66,75
9 a 10 -OTIMO	31,5



Quando da analise da tabela 2 que contem as 5 empresas pesquisadas que estão com sistemas da qualidade no novo modelo proposto percebem-se que esse modelo acentua duas das quatro variáveis que possui destaque ao serem verificadas e que são responsáveis pelos gerentes atribuírem motas que são boas e ótimas. Os principais tópicos que chamam a atenção são os itens BOM e ÓTIMS, os quais demonstram que o novo modelo proposto de implantação de um SGQ diminui em muito os problemas acusados no modelo tradicional.

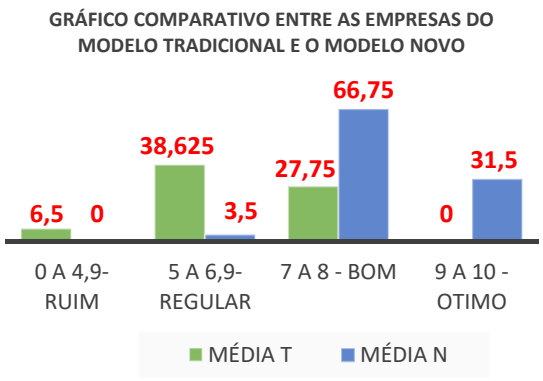
Essas variáveis representam 66% e 31% respectivamente dos itens BOM e ÓTIMO, enquanto os itens RUIM e REGULAR só representam 0% e 3%, mostrando a regularidade do modelo proposto.

Segundo Le Borterf (2009) é importante que as organizações estejam desenvolvimento ações de mudanças de habilidades a partir de instrução e treinamento, buscando a educação não apenas alinhadas à sua estratégia, mas também adequadas às necessidades de aprendizagem práticas de seus

funcionários, conforme discutido e demonstrado a seguir no gráfico que mostra a comparação entre o modelo tradicional e o proposto notando-se que há elementos fundamentais para conferir efetividade ao processo de implantação de um SGQ.

A tabela e gráfico abaixo demonstram os valores de cada variável dos modelos estudados, quando comparados entre si. As barras mostram as diferenças entre as médias dos dois modelos sendo muito favoráveis ao novo modelo conforme indicado abaixo:

PONTUAÇÃO	MÉDIA T	MÉDIA N
0 a 4,9- RUIM	6,5	0
5 a 6,9- REGULAR	39	3,5
7 a 8 – BOM	28	67
9 a 10 -OTIMO	0	32



Na comparação entre os modelos na tabela 3 e no gráfico 3 correspondentes pode-se observar que quando se evidencia as quatro variáveis juntas em um mesmo contexto gráfico as diferenças de médias e percentuais são extremamente favoráveis ao novo modelo proposto de implantação de um SGQ nas pequenas empresas da região pesquisada.

Para alguns autores a maior diferença entre duas teorias está na forma de pensar essas teorias. Para Pozo (2012) isso ocorre em razão de que os mitos implementadores de uma teoria estão embasados em apenas um modelo como se fosse um dogma religioso, além dos livros escritos pela maioria dos autores que reproduzem apenas um modelo não buscando a evolução da forma de implantação. As teorias devem evoluir baseadas em experiências a partir das práticas e constatações durante a implementação de um SGQ. Os modelos mais modernos desenvolvidos põe em duvidas os profissionais que analisam a forma de implementar novas tendências teóricas. (ROGALA, 2011, 2016; ZGODAVOVA; KISELA; SUTOOVA, 2016).

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho destaca-se a importância de experimentar novos modelos como o proposto nesse artigo. Operações realizadas em um novo cenário cria sempre resistências que se transformam em barreiras. Dentro do processo de implantação de um SGQ é comum que aconteçam essas barreiras nas diversas áreas de um sistema da qualidade, ou seja, quando há necessidade de mudança de atitude para fazer diferente aquilo que já é feito de maneira cristalizadas em todos os processos para gestão da qualidade.

No mundo empresarial é importante que novas teorias sejam implementadas, principalmente pela evolução do mercado e da exigência dos clientes, bem como, a pressão pelo aumento da produtividade e redução dos custos operacionais, o que faz com que as empresas se adequem a métodos e técnicas, mas eficientes e eficazes na busca de resultados internos e externos. É fundamental que as empresas busquem novos modelos de implementar os programas da qualidade para que possam ter mais sucesso ao final do processo.

Em geral as empresas e as pessoas tendem a ser repetitivas em seus modelos mentais de forma que outros modelos vão de encontro as formas tradicionais, embora haja a necessidade das gerencias e do pessoal da operação passarem a experimentar modelos de que tragam números estatísticos melhores, que vem influenciar no tempo, nos processos e sobre tudo nas pessoas que são responsáveis pela implantação de um sistema da qualidade.

Quando se analisa as empresas com o modelo tradicional verifica-se que as médias das questões feitas aos gerentes sobre a implantação do SGQ nas suas empresas possuem números baixos, ou seja, maiores para os requisitos Ruim e Regular, enquanto as analises das outras empresas que experimentaram o novo modelo são números maiores para os requisitos Bom e Ótimo, o que faz concluir-se que este novo modelo é mais eficaz, pincipalmente para as pequenas empresas que apresentem maiores problemas durante a implantação de um SGQ.

No gráfico elaborado a partir da comparação do estudo em entrevistas com gerentes de cinco empresas que usaram o modelo tradicional e 5 que usaram o novo modelo proposto para implementação de um SGQ, fica demonstrado que novos modelos podem trazer uma diferenciação no padrão já usado por todos.

Por fim o estudo usado neste trabalho somente inicia uma discussão sobre o tema, porém mesmo embrionário já demonstra que o novo modelo proposto traz benefícios nas áreas gerencial,

comportamental e na implementação dos processos e suas rotinas de trabalho levando-se em conta o tempo de implantação em função da quebra das resistências/barreiras já mencionadas em capítulos anteriores deste artigo. Não há uma extensa literatura sobre o novo modelo, mas esse estudo tem a função de incentivar outros autores a pesquisar e escrever sobre o modelo proposto.

REFERÊNCIAS

ABA, E. K.; BADAR, M. A.; HAYDEN, M. A. Impact of ISO 9001 certification on firms financial operating performance. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 33, n. 1, p. 78–89, 2016.

ABICALÇADOS. Indústria de olho na qualificação. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br/noticia/industria-de-olho-na-qualificacao>. Acesso em: 25 junho 2017.

ABICALÇADOS. Para calçadistas, ano de 2018 deve consolidar recuperação. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br/noticia/calcadistas-comemoram-quase-100-milhoes- de-pares-exportados-ate-outubro>. Acesso em: 04 janeiro 2018.

ABICALÇADOS. Calçadistas comemoram quase 100 milhões de pares exportados até outubro. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br/noticia/calcadistas-comemoram- quase-100-milhoes-de-pares-exportados-ate-outubro>. Acesso em: 09 dezembro 2017.

AKAO, Y. Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM. Bookman, 1997.

ANTTILA, J.; JUSSILA, K. ISO 9001: 2015–a questionable reform. what should the implementing organisations understand and do? Total Quality Management & Business Excellence, v. 28, n. 9-10, p. 1090–1105, 2017.

ASADABADI, M. R. A Customer Based Supplier Selection Process that Combines Quality Function Deployment, the Analytic Network Process and a Markov Chain. European Journal of Operational Research, 2017.

ASSARLIND, M.; GREMYR, I. Initiating quality management in a small company. The TQM Journal, v. 28, n. 2, p. 166–179, 2016.

BANURO, F. Y.; NTIRI-AMPOMAH, A.; BANURO, J. K. Contradictions in TQM implementation: a proposed balance from the ghanaian perspective. The TQM Journal, n. just-accepted, p. 00–00, 2017.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. 1977. v. 70. BAROUCH, G.; PONSIGNON, F. The epistemological basis for quality management. Total Quality Management & Business Excellence, v. 27, n. 7-8, p. 944–962, 2016. BENDIXEN, M. T. Compositional perceptual mapping using chi-squared trees analysis and correspondence analysis. Journal of Marketing Management, v. 11, n. 6, p. 571–581, 1995.

BERNI, J. C. A. Gestão para o processo de desenvolvimento de software cientifico, utilizando uma abordagem ágil e adaptativa na micro-empresa. 2010.

BHAT, K. S.; RAJASHEKHAR, J. An empirical study of barriers to TQM implementation in Indian industries. The TQM Journal, v. 21, n. 3, p. 261–272, 2009

. CÂNDIDO, C. J.; COELHO, L. M.; PEIXINHO, R. M. The financial impact of a withdrawn ISO 9001 certificate. International Journal of Operations & Production Management, v. 36, n. 1, p. 23–41, 2016.

CAUCHICK, M.; FLEURY, A.; MELLO, C. H.; NAKANO, D. N. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2012.

CHEN, C.-k.; ANCHECTA, K.; LEE, Y.-D.; DAHLGAARD, J. J. A stepwise ISO-based TQM implementation approach using ISO 9001: 2015. Management and Production Engineering Review, v. 7, n. 4, p. 65–75, 2016.

CHIARINI, A. Risk-based thinking according to ISO 9001: 2015 standard and the risk sources european manufacturing smes intend to manage. The TQM Journal, v. 29, n. 2, p. 310–323, 2017.

CHIARINI, A.; FORTE, A. Excellence in Notary Services through ISO 9001 certification: an investigation from italy. In: TOULON-VERONA CONFERENCE"EXCELLENCE IN SERVICES", 2016. Anais. . . 2016.

CHIN, K.-S.; PUN, K.-F. A proposed framework for implementing TQM in Chinese organizations. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 19, n. 3, p. 272–294, 2002.

DEMING, W. E. Out of the crisis. Massachusetts Institute of Technology. Center for advanced engineering study, Cambridge, MA, v. 510, 1986.

DER, G.; EVERITT, B. S. A handbook of statistical analyses using SAS. CRC Press, 2008.

DOUGLAS, J.; MUTURI, D.; DOUGLAS, A.; OCHIENG, J. The role of organisational climate in readiness for change to Lean Six Sigma. The TQM Journal, n. just-accepted, p. 00–00, 2017.

ERIKSSON, H.; GREMYR, I.; BERGQUIST, B.; GARVARE, R.; FUNDIN, A. et al. Exploring quality challenges and the validity of excellence models. International Journal of Operations & Production Management, v. 36, n. 10, p. 1201–1221, 2016.

FEIGENBAUM, A. V. Total quality control. Harvard Business Review, p. 94–98, 1956. FEIGENBAUM, A. V. Controle da qualidade total. Makron Books, 1994.

FERREIRA, M. F. O.; JANISSEK-MUNIZ, R. Aplicação de Inteligência Estratégica Antecipativa e Coletiva em Empresa do Setor Varejista de Calçados. Revista Inteligência Competitiva, v. 3, n. 2, p. 20–44, 2013.

FONSECA, L.; DOMINGUES, J. P. ISO 9001: 2015 edition-management, quality and value. International Journal for Quality Research, v. 11, n. 1, 2017.

87 FONSECA, L. M. FROM QUALITY GURUS AND TQM TO ISO 9001: 2015: a review of several quality paths. International Journal for Quality Research, v. 9, n. 1, 2015. GARVIN, D. A. Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 1992. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5^{o}. ed. - São Paulo : Atlas, 2010.

GÓRNY, A. Total Quality Management in the Improvement of Work Environment–Conditions of Ergonomics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS, 2017. Anais. . . 2017. p. 91–100.

GREENACRE, M. Correspondence analysis in medical research. Statistical methods in medical research, v. 1, n. 1, p. 97–117, 1992.

GUERRA, E.; XAVIER, A. Concepção e Validação de Um Ambiente Virtual de Aprendizagem Colaborativa para o Ensino de Física Térmica. 2007. Tese Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada)– Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, 2007.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. et al. Multivariate data analysis. Pearson Prentice hall, NJ, 2010. v. 7.

HERAS-SAIZARBITORIA, I.; CASADESUS, M.; MARIMON, F. The impact of ISO 9001 standard and the EFQM model: the view of the assessors. Total Quality Management, v. 22, n. 2, p. 197–218, 2011.

HILL, D. A. What makes total quality management work: a study of obstacles and outcomes. Capella University, 2008.

HOLANDA, L. M. C. de; DINIZ SOUZA, I. de; FRANCISCO, A. C. de. Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 8, n. 4, p. 31, 2013.

HONARPOUR, A.; JUSOH, A.; LONG, C. S. Knowledge management and total quality management: a reciprocal relationship. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 34, n. 1, p. 91–102, 2017.

HWANG, Y.; AL-ARABIAT, M.; ROUIBAH, K.; CHUNG, J.-Y. Toward an integrative view for the leader-member exchange of system implementation. International Journal of Information Management, v. 36, n. 6, p. 976–986, 2016.

ILLÉS, B. C.; SZUDA, C.; DUNAY, A. Quality and management–Tools for continuous and systematic improvement of processes. , 2017.

ISO:9001. Quality Management Principles. Disponível em: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/pub100080.pdf>. Acesso em: 17 setembro 2017.

JAEGER, M.; ADAIR, D. Perception of TQM benefits, practices and obstacles: the case of project managers and quality management representatives in kuwait. The TQM Journal, v. 28, n. 2, p. 317–336, 2016.

JASIULEWICZ-KACZMAREK, M. ISO 9000: 2015 quality management principles as the framework for a maintenance management system. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznań skiej.OrganizacjaiZarzą dzanie,n.69,p.49–65,2016.

JÖNSSON, A.; BERGLUND, M. ISO 9001: 2015 implementation at a manufacturing company. 2016.

JURAN, J. M. The upcoming century of quality. Quality Progress, v. 27, n. 8, p. 29, 1994. KHAN, N. A.; GHANI, A. Training and development of Bengal Group of industries. , 2016.

MATTA, K. Research questions on the implementation of total quality management. Total Quality Management, v. 7, n. 1, p. 39–50, 1996.

MENEZES, P. M. L. d.; FERNANDES, M. d. C. Cartografia turística: novos conceitos e antigas concepções ou antigos conceitos e novas concepções. Revista Brasileira de Cartografia, v. 1, p. 60, 2008.

MÜLLER, P. E.; ROSA, A.; KRUMMENAUER, L. G.; JESUS PACHECO, D. A. de; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. ten. Contribuições do cep para a melhoria do desempenho do pós-vendas na indústria calçadista. Revista Ingeniería Industrial, v. 14, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, R. M. C. Contribuição para a estruturação do sistema integrado de gestão do grupo Cooprofar-Medlog com integração da gestão de segurança da informação. 2016. Dissertação , 2016.

OSMAN, A. M. A. W. et al. Barriers Affecting of the Implementation of ISO (9001) Organization. 2016. Tese Sudan University of Science and Technology, 2016.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. , 2010. PAN, J.-N.; NGUYEN, H. T. N. Achieving customer satisfaction through product–service systems. European Journal of Operational Research, v. 247, n. 1, p. 179–190, 2015. PYZDEK, T.; KELLER, P. The handbook for quality management: a complete guide to operational excellence. McGraw-Hill, 2013. RENCHER, A. C. Methods of multivariate analysis. John Wiley & Sons, 2003. v. 492.

ROGALA, P. Problems related to maintaining and improving ISO 9001 quality system,". ACC Journal, v. 3, n. C, p. 129–134, 2011.

ROGALA, P. Identification of barriers to improving quality management systems: the management representatives' perspective. The TQM Journal, v. 28, n. 1, p. 79–88, 2016.

SEBASTIANELLI, R.; TAMIMI, N. Understanding the obstacles to TQM success. The Quality Management Journal, v. 10, n. 3, p. 45, 2003. SOUZA ALMEIDA, M. de. Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva . Editora Atlas SA, 2014. SRIVASTAV, A. K. ISO 9000 as an organisation development intervention. The TQM Journal, v. 23, n. 3, p. 313–325, 2011.

SYDUZZAMAN, M.; BISWAS, M. A. S.; YEASMIN, D. Developing a Framework for Implementing Total Quality Management in the Apparel Industry: case study on a bangladeshi apparel manufacturing factory. International Journal of Textile Science, v. 5, n. 5, p. 87–95, 2016.

VOUZAS, F. Investigating the human resources context and content on TQM, business excellence and ISO 9001: 2000. Measuring Business Excellence, v. 11, n. 3, p. 21–29, 2007.

WILSON, J. P.; CAMPBELL, L. Developing a knowledge management policy for ISO 9001: 2015. Journal of Knowledge Management, v. 20, n. 4, p. 829–844, 2016.

WUYTS, S.; RINDFLEISCH, A.; CITRIN, A. Outsourcing customer support: the role of provider customer focus. Journal of Operations Management, v. 35, p. 40–55, 2015.

ZGODAVOVA, K.; KISELA, M.; SUTOOVA, A. Intelligent approaches for an organisation's management system change. The TQM Journal, v. 28, n. 5, p. 760–773, 2016.