

Frederico Celestino Barbosa

# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CAMINHOS PARA UMA  
GESTÃO INOVADORA



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia de produção: caminhos para uma gestão inovadora

1ª ed.

Piracanjuba-GO  
Editora Conhecimento Livre  
2020

1ª ed.

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B238a Barbosa, Frederico Celestino  
Engenharia de produção: caminhos para uma gestão inovadora.  
/Frederico Celestino Barbosa - Piracanjuba - GO  
Editora Conhecimento Livre, 2020

594 f.: il

**DOI:** 10.37423/2020.a10

**ISBN:** 978-65-86072-09-9

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/10.37423/2020.a10>

**O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.**

# EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

## Conselho Editorial

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre  
Piracanjuba-GO  
2020



# Sumário

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>6</b>
TRANSMISSÃO DAS VARIAÇÕES DA TAXA DE CAMBIO PARA OS PREÇOS DE EXPORTAÇÃO DA SOJA NO BRASIL E NA ARGENTINA .....	6
10.37423/200200161.....	6
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>22</b>
ESTUDO DOS IMPACTOS DA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE DE SUÍNOS ENTRE A GRANJA E FRIGORIFICO .....	22
10.37423/200200172.....	22
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>36</b>
APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) EM UMA EMPRESA DE BEBIDAS .....	36
10.37423/200200178.....	36
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>53</b>
CUSTOS E PRAZOS ESTIMADOS VS REALIZADOS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO PROCESSO DE GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA NUMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR – IPES .....	53
10.37423/200200180.....	53
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>71</b>
Utilização do MASP em setor de polimento de uma indústria metalúrgica .....	71
10.37423/200200184.....	71
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>91</b>
USO DA AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CHOCOLATES EM ESCALA NÃO INDUSTRIAL .....	91
10.37423/200200186.....	91
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>106</b>
AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM UMA EMPRESA DE CALÇADOS.....	106
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>122</b>
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALADO EM EMPRESA DO VALE DO PARANHANA .....	122

10.37423/200200188.....	122
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>140</b>
<i>Utilização do MASP em uma indústria de bebidas.....</i>	140
10.37423/200200189.....	140
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>158</b>
<i>Proposta de um Sistema de Comunicação para AGVs Aplicáveis em Sistemas Flexíveis de Manufatura.....</i>	158
10.37423/200200190.....	158
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>176</b>
<i>ESTUDO PARA SUBSTITUIÇÃO DE PALETES CONVENCIONAIS DE MADEIRA POR PALETES DE PAPELÃO.....</i>	176
10.37423/200200191.....	176
<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>192</b>
<i>COMPARANDO APLICAÇÕES DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA O USO EM DIFERENTES CONTEXTOS DE TOMADA DE DECISÃO.....</i>	191
10.37423/200200200.....	192
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>207</b>
<i>ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA E SUAS FERRAMENTAS EM UMA FÁBRICA DE AUTOMÓVEIS SITUADA EM GRAVATAÍ-RS.....</i>	207
10.37423/200200202.....	207
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>221</b>
<i>A PROBLEMÁTICA DA APLICAÇÃO DAS NORMAS DA QUALIDADE DE CLASSIFICAÇÃO DE FEIJÃO NO BRASIL.....</i>	221
10.37423/200200204.....	221
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>238</b>
<i>ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA DE COLETAS PROGRAMADAS MILK RUN EM UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.....</i>	238
10.37423/200200231.....	238
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>255</b>
<i>O PROBLEMA DA SEGMENTAÇÃO DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E AS PRÁTICAS DE QUALIDADE, SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO.....</i>	255
10.37423/200200253.....	255
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>269</b>

MERCADO DO ETANOL BRASILEIRO: COMPOSIÇÃO DE PREÇOS E PERSPECTIVAS.....	269
10.37423/200200254 .....	269
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>285</b>
<i>Value Stream Mapping: Uma Importante Ferramenta Na Implementação Da Manufatura Enxuta; Um Estudo De Caso Em Uma Indústria Têxtil De Moda Praia.....</i>	285
10.37423/200200255.....	285
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>301</b>
<i>SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ESTUDO DAS PROPRIEDADES ELETROMAGNÉTICAS DE UM COMPÓSITO MAGNÉTICO MACIO (SMC) NA APLICAÇÃO EM MOTORES ELÉTRICOS DE INDUÇÃO .....</i>	301
10.37423/200200256.....	301
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>316</b>
<i>O PROCESSO DE RACIOCÍNIO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES APLICADO EM UMA ERVATEIRA .....</i>	316
10.37423/200200258.....	316
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>339</b>
<i>A Qualidade De Software Sob A Ótica Do Usuário Final: Levantamento Do Grau De Importância Dos Atributos No Setor Agropecuário.....</i>	339
10.37423/200200260.....	339
<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>362</b>
<i>ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADEVALE DO SOL II, TANGARÁ DA SERRA MT.....</i>	362
10.37423/200200261.....	362
<b>CAPÍTULO 23.....</b>	<b>377</b>
<i>REAPROVEITAMENTO DE PAPEL DE EMBALAGENS DE CIMENTO NA PRODUÇÃO DE MANTA ASFÁLTICA IMPERMEABILIZANTE.....</i>	377
10.37423/200200262.....	377
<b>CAPÍTULO 24.....</b>	<b>385</b>
<i>Rastreabilidade e Identificação de Matéria-prima – Estudo de Caso em uma Indústria de Fios .....</i>	385
10.37423/200200264.....	385
<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>400</b>
<i>GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO SERVIÇO DA SAÚDE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO CLÍNICO DA AFURN - ASSOCIAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.....</i>	400

10.37423/200200267 .....	400
<b>CAPÍTULO 26.....</b>	<b>419</b>
PRÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS: UM ESTUDO DE CASO.....	419
10.37423/200200269 .....	419
<b>CAPÍTULO 27.....</b>	<b>427</b>
OEE COMO FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CABOS ÓPTICOS	427
10.37423/200200270.....	427
<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>446</b>
RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DA LOGÍSTICA REVERSA AOS CUSTOS EVITADOS.....	446
10.37423/200200282 .....	446
<b>CAPÍTULO 29.....</b>	<b>461</b>
AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL À LUZ DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO POLO DE	
CONFECÇÕES DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE – PE .....	461
10.37423/200200289 .....	461
<b>CAPÍTULO 30.....</b>	<b>482</b>
Método para projeto de plantas para geração de biogás.....	482
10.37423/200200298 .....	482
<b>CAPÍTULO 31.....</b>	<b>509</b>
APLICAÇÃO DA AUTONOMAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DE UMA FARMÁCIA PERIFÉRICA: ESTUDO DE	
CASO EM UM HOSPITAL DE GRANDE PORTE.....	509
10.37423/200200307 .....	509
<b>CAPÍTULO 32.....</b>	<b>523</b>
METODOLOGIAS MULTICRITERIAIS E AS DECISÕES SOBRE INVESTIMENTOS GERIDOS PELA ÁREA DE NOVOS	
NEGÓCIOS DAS EMPRESAS .....	523
10.37423/200200314 .....	523
<b>CAPÍTULO 33.....</b>	<b>534</b>
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE HOSPITALIDADE NA PRAIA DO FRANCÊS .....	534
10.37423/200200315 .....	534
<b>CAPÍTULO 34.....</b>	<b>551</b>
Sistema baseado em conhecimento para melhoria de processos em microempresas.....	551
10.37423/200200324.....	551

<b>CAPÍTULO 35.....</b>	<b>567</b>
<i>ETNOMETODOLOGIA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO .....</i>	<i>567</i>
10.37423/200200333.....	567
<b>CAPÍTULO 36.....</b>	<b>580</b>
<i>ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS DE GESTÃO TRADICIONAL E ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO INTERNACIONAL .....</i>	<i>580</i>
10.37423/200400652.....	580



# Capítulo 1

## TRANSMISSÃO DAS VARIAÇÕES DA TAXA DE CAMBIO PARA OS PREÇOS DE EXPORTAÇÃO DA SOJA NO BRASIL E NA ARGENTINA

[10.37423/200200161](#)

*Leonardo Sangoi Copetti (UFSM) leonardocopetti@hotmail.com*

*Daniel Arruda Coronel (UFSM) daniel.coronel@uol.com.br*

*Kelmara Mendes Vieira (UFSM) kelmara@smail.ufsm.br*

**Resumo:** Brasil e Argentina representam o segundo e o terceiro maiores exportadores mundiais do grão da soja respectivamente. Para aumentar a competitividade no agronegócio, por vezes, os governos adotam políticas de desvalorização cambial. Este trabalho teve como objetivo verificar se estas políticas adotadas pelos governos têm eficácia sobre o preço de exportação do grão de soja, ou seja, se as variações da taxa de cambio são repassadas para o preço de exportação. Para tanto, adotou-se o seguinte problema de pesquisa: existe diferença entre o grau de pass-through para os preços de exportação do grão soja entre os mercados brasileiros e argentinos, no período compreendido entre 03/1999 a 02/2011? Além disso, como método, utilizou-se econometria de séries temporais para estimação do modelo proposto. Os resultados revelaram um coeficiente de transmissão de preços incompleto para o Brasil, indicando que a transmissão de preços se dá de forma parcial. Já para a Argentina o coeficiente foi nulo, indicando ausência de transmissão de preços.

**Palavras-chaves:** Cambio, Exportação, Pass-through.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção mundial do grão de soja, segundo a United States Departamento of Agriculture (USDA, 2011) na safra 2010/2011 foi de 263,7 milhões de toneladas, sendo que produção dos Estados Unidos foi de 90,6 milhões de toneladas, a da Brasil de 75 milhões de toneladas e a da Argentina de 49 milhões de toneladas, juntos estes países foram responsáveis por aproximadamente 81% da produção mundial.

Dentre estes três países maiores exportadores da soja in natura, este trabalho propõe-se a investigar o Brasil e a Argentina, países em desenvolvimento e responsáveis por grande parte da produção e exportações mundiais do grão. Outro ponto relevante na escolha dos países foi que Brasil e Argentina passaram por processos semelhantes de abertura comercial. A competitividade do exportador está diretamente ligada ao custo despendido na produção e a precificação do produto no mercado externo. Este último pode sofrer influência das variações cambiais. Tendo este fato em vista, o presente trabalho pretendeu verificar o quanto a variação da taxa de cambio influenciou a variação dos preços de exportação do grão de soja no Brasil e na Argentina. Para tanto, foi utilizado o modelo pass-through (MENON, 1995), descrito nas próximas seções.

Na década de 1990 houve um movimento pela abertura comercial destes dois países. Por um lado, o Brasil passava por eliminação de barreiras não-tarifárias e redução de alíquotas de importação, ainda sob governo do Presidente Fernando Collor de Mello (1990-92). Neste sentido, houve a exposição da produção e indústria brasileira à competitividade mundial. Em 1995, já com o Plano Real, o governo brasileiro adotou o regime de Bandas Cambiais com limites de flutuação. Segundo Silva (2002), o Regime de Bandas Cambiais são limites de flutuação da taxa de cambio que do governo propõe para o câmbio, se a taxa extrapolar os limites definidos o governo intervém na economia comprando ou vendendo moeda estrangeira de forma a manter as metas.

Já a partir de 1999 o Brasil adota o Regime de Câmbio Flutuante, ou seja, a taxa de cambio é definida somente pela demanda e oferta de moeda estrangeira no país. Este regime cambial vigora até os dias de hoje.

A argentina, por sua vez, adotou o modelo currency board para a taxa de cambio a partir 1991, ou seja, o regime de cambio fixo. Através deste modelo a moeda Argentina ficou por 10 anos atrelada ao dólar na paridade de 1 para 1. O modelo é aplicado em países que estão passando ou passaram por

crises prolongadas na economia e tem como objetivo evitar a excessiva desvalorização do câmbio e crescimento exagerado na inflação (BATISTA, 2002).

Foi a partir de fevereiro de 2002 que o governo Argentino troca o regime de câmbio fixo pelo livre flutuante. Esta mudança se deu principalmente como forma de ajustar a economia aos contínuos déficits na balança comercial (KOSACOFF, 2007).

No Brasil, o balanço das exportações do agronegócio no ano de 2010 foram de U\$76,4 bilhões de dólares, segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Deste valor total, a receita de U\$17,12 bilhões de dólares vieram do complexo da soja (grão+farelo+óleo) e U\$11,04 bilhões de dólares foram da exportação do grão somente, representando 14,50% do total de exportações do agronegócio.

Já na Argentina, o balanço das exportações do agronegócio no ano de 2010 foram de U\$32,41 bilhões de dólares, segundo Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca Y Alimentación (SAGPYA). Deste valor total, a receita de U\$18,18 bilhões de dólares vieram do complexo da soja (grão+farelo+óleo) e U\$4,89 bilhões de dólares foram da exportação do grão somente, representando 15,09% do total de exportações do agronegócio.

Diante deste contexto, o problema de pesquisa deste trabalho é: Existe diferença entre o grau de pass-through para os preços de exportação do grão soja entre os mercados brasileiros e argentinos, no período compreendido entre 03/1999 a 02/2011?

Além disso, pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos: a) Descrever as características dos mercados brasileiro e argentino no que tange as exportações do grão de soja; e b) Estimar o grau de pass-through dos mercados brasileiro e argentino.

O presente trabalho está estruturado em três seções, além desta introdução. Na segunda seção, são apresentados os procedimentos metodológicos, enquanto na terceira, os resultados obtidos são analisados e discutidos e, finalmente, na última seção, são apresentadas algumas considerações finais.

## 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:

$$P^*X = (1 + \lambda)(CP/E) \quad (1)$$

em que  $P^*X$  é o preço de exportação em moeda estrangeira;  $(CP/E)$  é custo de produção, medido em moeda estrangeira;  $E$  é a taxa de câmbio nominal; e  $\lambda$  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:

$$(1 + \lambda) = \left[ \frac{PW}{CP/E} \right]^\alpha \quad (2)$$

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:

$$\ln P^*X = (1 - \alpha)\ln(CP/E) + \alpha \ln PW \quad (3)$$

Considerando-se a versão não restrita da equação (3), na qual não se exige que a soma dos coeficientes relativos à  $\ln(CP/E)$  e  $\ln(PW)$  seja igual a 1 e na qual admite-se que os coeficientes relativos a  $\ln(CP)$  e  $\ln(E)$  difiram em sinal e magnitude, conforme Menon (1995), tem-se:

$$\ln P^*X = \phi_0 + \phi_1 \ln CP + \phi_2 \ln E + \phi_3 \ln PW \quad (4)$$

em que o coeficiente de pass-through é representado por  $\phi_2$ . 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.  $\phi_2 = -1$ ; significa que a mudança na taxa de câmbio afeta integralmente o preço em moeda estrangeira dos bens exportados; e
3.  $-1 < \phi_2 < 0$ ; significa 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.

O teste ADF consiste na estimação da seguinte equação por Mínimos Quadrados Ordinários e pode ser expresso, conforme Enders (1995), da seguinte forma:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\text{com: } \gamma = -(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i) \text{ e } \beta_i = \sum_{j=i}^p \alpha_j ,$$

em que:  $\alpha_0$  é o intercepto;  $y_t$  descreve o comportamento da série temporal;  $\Delta y_t$  representa a variável dependente;  $\Delta$  é a representação do operador de diferença e  $\varepsilon_t$  denota o erro, que se assume ser identicamente e independentemente distribuída. A fim de determinar o número de defasagens utilizadas no teste para eliminar a autocorrelação residual, utilizou-se o menor valor do critério de Schwarz (SBC).

O parâmetro de interesse nas regressões (sem intercepto e sem tendência; com intercepto; com intercepto e tendência) é  $\gamma$  sendo que, se  $\gamma = 0$ , a série contém uma raiz unitária. Nesse teste, compara-se o resultado da estatística  $T$  com os valores apropriados reportados por Dickey-Fuller para determinar se aceita ou se rejeita a hipótese nula  $\gamma = 0$ . A hipótese nula será rejeitada se o valor calculado da estatística  $T$  for maior do que o valor crítico de Dickey-Fuller, indicando que a série é estacionária; caso contrário, a série é não estacionária.

### 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.

De acordo com Harris (1995), definido um vetor  $Z_T$  de  $n$  variáveis potencialmente endógenas, é possível especificar o seguinte processo gerador, e modelar  $Z_T$  como um Vetor Auto-regressivo (VAR) irrestrito com  $k$  defasagens de  $Z_T$ :

$$z_t = A_1 z_{t-1} + \dots + A_k z_{t-k} + u_t \quad (6)$$

em que:  $z_t$  é um vetor  $(n \times 1)$ ,  $A_i$  é uma matriz de parâmetros  $(n \times n)$  e  $u_t \sim (0, \sigma^2)$   $2$  IID  $(\mu, \sigma^2)$ . Ainda conforme Harris (1995), a equação (6) pode ser reparametrizada em termos de um modelo Vetorial de Correção de Erro (VEC) esboçado como:

$$\Delta z_t = \Gamma_1 \Delta z_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta z_{t-k+1} + \Pi z_{t-k} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Em que :

$$\Gamma_i = -(I - A_1 - \dots - A_i), \quad (i = 1, \dots, k-1) \text{ e } \Pi = -(I - A_1 - \dots - A_k)$$

Da forma como especificado, o sistema contém informações de curto e longo prazo a mudanças de  $Z_T$ , via estimativas  $\hat{\Gamma}_i$  e  $\hat{\Pi}$  respectivamente, respectivamente, onde  $\Pi = \alpha\beta'$  com  $\alpha$  representando a velocidade de ajustamento ao desequilíbrio e  $\beta$  a matriz de coeficientes de longo prazo.

O número de vetores de cointegração depende do posto ou rank ( $r$ ) da matriz  $\Pi$ . Em termos de vetores de cointegração, têm-se três possibilidades, conforme Enders (1995): se o posto de  $\Pi$  é completo, então as variáveis  $Y_t$  são  $I(0)$ , ou seja, significa que qualquer combinação linear entre as variáveis é estacionária e o ajuste do modelo deve ser efetuado com as variáveis em nível; se o posto de  $\Pi$  é zero, então não há relacionamento de cointegração e o modelo deve ser ajustado com as variáveis em diferença e, quando  $\Pi$  tem posto reduzido, há  $r$  vetores de cointegração.

Para Enders (1995), o rank de uma matriz é igual ao número de raízes características estritamente diferentes de zero, que pode ser identificado por meio de dois testes estatísticos.

O primeiro deles é o teste do traço, que testa a hipótese nula de que o número de vetores de cointegração distintos é menor ou igual a  $r$  contra a hipótese alternativa de que o número desses vetores é maior do que  $r$ , que pode ser definido por:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda'_i) \quad (8)$$

em que

$\lambda'_i$  = valores estimados das raízes características obtidos da matriz  $\Pi$  ;  $T$  = número de observações.

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \lambda'_{r+1}) \quad (9)$$

Verificada a cointegração entre as séries analisadas, estima-se o modelo VEC, conforme definido na Expressão (7).

## 2.3 FONTES DE DADOS

Os dados para estimação do modelo apresentado na equação 5 foram coletados nas seguintes fontes: IPEADATA, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca Y Alimentación (SAGPYA).

O período analisado foi o de Março/1999 a Fevereiro/2011, com cotações mensais, totalizando 144 observações. O preço de exportação do grão da soja (PRECOEXPORT) tanto para o mercado brasileiro quanto argentino constituíram-se de preços FOB. Os valores do custo de produção para o mercado brasileiro foi utilizado como proxy o Índices de Preços por Atacado (IPA-OG), no mercado argentino foi utilizado o Índice de precios básicos del productor (IPP). A variável CAMBIO foi utilizada, respectivamente, para os mercados brasileiros e argentinos a taxa nominal de cambio para compra no fim do período calculada em Real/Dólar e Peso/Dólar. O preço internacional do grão da soja foi extraído com os preços futuros do primeiro vencimento da Chicago Board of Trade (CBOT).

## 3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Figura 1 é possível verificar as oscilações das séries temporais para variáveis do Brasil e para a série da CBOT. Percebe-se pela análise gráfica um indício da não estacionariedade das séries, com uma tendência de crescimento para as variáveis LOGPRECOEXPORT, LOGCAMBIO e LOGCHICAGO. Já a variável LOGIPAOG apresentou uma tendência decrescente.

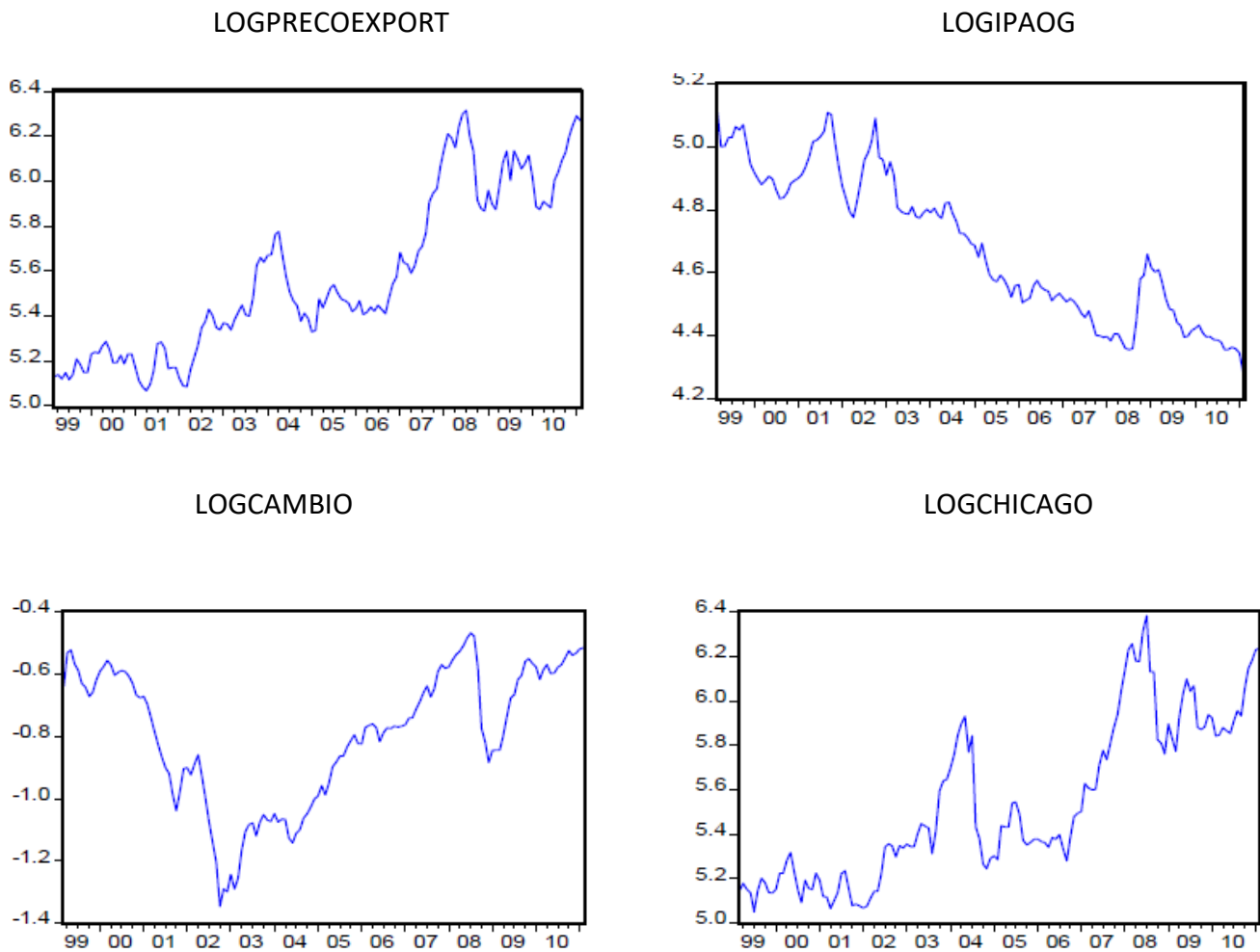


Figura 1- Gráficos das Variáveis LOGEXPORT, LOGIPAOG e LOGCAMBIO para o mercado brasileiro e da variável LOGCHICAGO para o mercado internacional.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 2 apresenta a série de dados para Argentina. Percebe-se que somente a variável CAMBIO apresentou uma tendência decrescente. Ainda é visível a quebra na série CAMBIO por volta do final de 2001 e início do ano de 2002, indicando a mudança cambial Argentina. As demais séries de preços apresentaram uma tendência crescente.

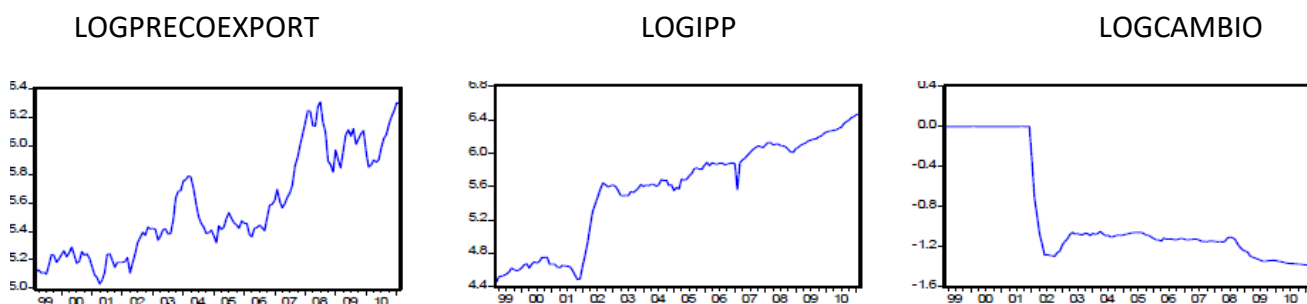


Figura 2 Gráficos das Variáveis LOGEXPORT, LOGIPP e LOGCAMBIO para o mercado argentino.

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews .

Para a aplicação do modelo vetorial de correção de erros é necessário verificar a estacionariedade das séries temporais em nível e logo após com as séries diferenciadas. Como forma a atender este requisito aplicou-se o Teste Augmented Dick- Fuller (Teste ADF) para as variáveis do Brasil e da Argentina.

Na tabela 1 apresenta-se os resultados do teste ADF para as séries de preços do Brasil em nível (não diferenciadas).

Tabela 1- Teste ADF para as variáveis do Brasil em nível e em 1ª diferença

Variáveis	Em Nível		Em 1ª diferença	
	Estatística T	p-valor	Estatística T	p-valor
LOGPRECOEXPORT	-0.854832	<b>0.7998</b>	-9.135072	<b>0.0000</b>
LOGIPAOG	-0.790607	<b>0.8184</b>	-9.135072	<b>0.0000</b>
LOGCAMBIO	-1.732619	<b>0.4127</b>	-8.085837	<b>0.0000</b>
LOGCHICAGO	-0.854117	<b>0.8001</b>	-10.84859	<b>0.0000</b>

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

O dados da Tabela 1 indicaram a aceitação da hipótese nula , ou seja, o teste indicou a presença de raiz unitária e que as séries não são estacionárias. Com isso, efetuou-se a diferenciação das séries e novamente a aplicação do teste ADF, que revelou a rejeição da hipótese nula do teste ADF ao nível de significância de 1%, indicando que as séries de preços do Brasil em primeira diferença são estacionárias.

Efetuando o mesmo procedimento com a Argentina verifica-se também que as séries de preços não são estacionárias em nível, mas tornam-se estacionárias em primeira diferença (Tabela 2).

Tabela 2- Teste ADF para a variáveis da Argentina em nível e em 1ª diferença

Variáveis	Em nível		Em 1ª diferença	
	Estatística T	p-valor	Estatística T	p-valor
LOGPRECOEXPORT	-0.886528	<b>0.7901</b>	-9.085183	<b>0.0000</b>
LOGIPP	-1.063381	<b>0.7291</b>	-6.387289	<b>0.0000</b>
LOGCAMBIO	-1.827001	<b>0.3662</b>	-4.953532	<b>0.0001</b>

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

Com a finalidade de selecionar o número de defasagens para estimação da equação de co-integração e mecanismo de Correção de Erros Vetorial utilizou-se os seguintes critérios: Sequential modified LR test (LR); Final Prediction Error (FPE); Akaike information criterion (AIC); Schwarz information criterion (SC); Hannan-Quinn information criterion (HQIC). Os resultados para a estimação do número de defasagens para os modelos do Brasil e da Argentina são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3- Resultados do teste de seleção de defasagens para modelo do Brasil

Defasagens	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	2.87e-07	-3.712976	-3.627310	-3.678163
1	1475.097	4.67e-12	-14.73796	-14.30963*	-14.56390
2	<b>56.93036*</b>	<b>3.78e-12*</b>	<b>-14.95094*</b>	-14.17994	<b>-14.63763*</b>
3	14.22744	4.27e-12	-14.83132	-13.71765	-14.37875
4	15.14891	4.77e-12	-14.72332	-13.26700	-14.13151
5	13.51007	5.39e-12	-14.60551	-12.80652	-13.87444
6	14.41942	6.03e-12	-14.50012	-12.35846	-13.62980
7	18.38468	6.48e-12	-14.43664	-11.95232	-13.42708
8	15.28465	7.17e-12	-14.34975	-11.52276	-13.20093

Nota: \*indica o número de defasagens a ser utilizado (nível de significância de 5%); LR - Sequential modified LR test; FPE - Final Prediction Error; AIC - Akaike information criterion; SC - Schwarz information criterion; HQ - Hannan-Quinn information criterion.

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.



Na Tabela 3, observou-se que quatro dos cinco critérios testados apresentaram o que o número ideal de defasagens é de duas para o Brasil. Já na tabela 4, observou-se que três dos cinco critérios apontaram para o número de três. Foi realizado o teste de cointegração de Johansen para verificar a co-integração das séries temporais do Brasil e da Argentina. As séries são co-integradas se elas apresentarem um relacionamento de longo prazo ou de equilíbrio ao longo do tempo (GUJARATI, 2011).

Tabela 1- Resultados do teste de seleção de defasagens para modelo da Argentina

Defasagens	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	1.50e-06	-2.060444	-1.974777	-2.025631
1	1358.044	5.96e-11	-12.19190	-11.76357	-12.01783
2	99.19130	3.46e-11	-12.73764	-11.96664*	-12.42432*
3	<b>33.38030*</b>	<b>3.34e-11*</b>	<b>-12.77373*</b>	-11.66007	-12.32116
4	22.31486	3.51e-11	-12.72595	-11.26963	-12.13414
5	17.68498	3.83e-11	-12.64444	-10.84545	-11.91338
6	17.19723	4.18e-11	-12.56408	-10.42242	-11.69376
7	10.22069	4.85e-11	-12.42430	-9.939981	-11.41474
8	12.83529	5.49e-11	-12.31362	-9.486636	-11.16481

Nota: \*indica o número de defasagens a ser utilizado (nível de significância de 5%); LR - Sequential modified LR test; FPE - Final Prediction Error; AIC - Akaike information criterion; SC - Schwarz information criterion; HQ - Hannan-Quinn information criterion.

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

Nas tabelas 5 e 6 são apresentados os resultados do teste de cointegração de Johansen para as séries do Brasil e da Argentina, respectivamente.

Tabela 5- Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística do traço e máximo autovalor para variáveis do Brasil .

H0 da Equação de Cointegração	Estatística				Estatística Máx. autovalor	Valor crítico	
	Autovalor	traço	Valor crítico a 5%	p-valor**		a 5%	p-valor**
Nenhuma *	0.203612	88.15640	63.87610	0.0209	32.32892	32.11832	0.0471
No máximo 1	0.123490	35.82747	42.91525	0.2126	18.71670	25.82321	0.3247
No máximo 2	0.068037	17.11078	25.87211	0.4067	10.00570	19.38704	0.6182
No máximo 3	0.048805	7.105078	12.51798	0.3337	7.105078	12.51798	0.3337

Notas: Testes do traço e máximo autovalor indicam 1 equação de co-integração ao nível de 5%; \*Indica rejeição da hipótese no nível de 5%; \*\*p-valor de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

As análises das Tabelas 5 e 6 revelou a existência de um vetor de co-integração para as variáveis do Brasil e da Argentina, respectivamente. Isto quer dizer que as quatro variáveis de cada país possuem um relacionamento de equilíbrio no longo prazo.

Tabela 6- Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística do traço e máximo autovalor para variáveis da Argentina

H0 da Equação de Cointegração	Estatística				Estatística Máx. autovalor	Valor crítico a	
	Autovalor	traço	Valor crítico a 5%	p-valor**		5%	p-valor**
Nenhuma *	0.254930	80.78978	63.87610	0.0010	41.49308	32.11832	0.0027
No máximo 1	0.155717	39.29669	42.91525	0.1099	23.86678	25.82321	0.0887
No máximo 2	0.058895	15.42992	25.87211	0.5390	8.558840	19.38704	0.7689
No máximo 3	0.047563	6.871077	12.51798	0.3582	6.871077	12.51798	0.3582

Notas: Testes do traço e máximo autovalor indicam 1 equação de co-integração ao nível de 5%; \*Indica rejeição da hipótese no nível de 5%; \*\*p-valor de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

Apesar das séries individualmente não serem estacionárias em nível, se tomadas em conjunto na equação de co-integração, apresentam seus resíduos estacionários.

Desta forma, para estabilizar o relacionamento das variáveis da equação de co-integração utiliza-se um mecanismo de Correção de Erros Vetorial (VEC). Este tem por finalidade ajustar os desequilíbrios da equação de co-integração (GUJARATI, 2011).

Na tabela 7 são apresentado os resultados do VEC para série de dados do Brasil e da Argentina.

Tabela 7- Resultados da estimativa VEC para o Brasil e a Argentina no período de Mar/99 a Fev/11

Equação de Cointegração	Coeficientes	
	Brasil	Argentina
Log [PRECOEXPORT(-1)]	-	-
Log [IPAOG(-1)]	-0.213434 [-1.75903]	-
Log [IPP(-1)]	-	0.197657 [1.60051]
LOG [CAMBIO(-1)]	<b>-0.110472*</b> [-2.34218]	<b>-0.097443</b> [-1.25935]
LOG [CHICAGO(-1)]	-0.809645* [-18.6969]	-0.923045* [-19.6582]
Tendência	-0.002694* [-3.92728]	-0.002542** [-2.66563]
Constante	0.019818	-1.283981

Notas: Teste T entre [ ]; \*Significativo a 5%; \*\*Significativo a 1%.

Fonte: Dados da Pesquisa – Eviews.

Pela análise da Tabela 7 é possível identificar o coeficiente de pass-through na variável cambio para os dois países. Este coeficiente foi significativo ao nível de 5% somente para o Brasil, indicando que a variação da taxa de cambio é repassada para o preço de exportação de forma incompleta para este país, isto é, que apenas uma parte da variação da taxa de cambio é repassada para o preço de exportação do grão da soja. Isto indica que políticas cambiais adotadas pelo governo terão pouca eficiência sobre a competitividade do exportador. Já o coeficiente de pass-through para a Argentina apresentou-se não significativo, indicando que não há transmissão de preços neste mercado. Este resultado vai ao encontro dos trabalhos de Machado & Margarido (2001) e Margarido; Turolla; Bueno (2007), que analisaram o comportamento do mercado do grão da soja entre Brasil, Argentina, Estados Unidos e Europa, indicando que o Brasil e Argentina são tomadores de preços do mercado internacional. Segundo estes autores, Brasil e Argentina são influenciados pelo Porto de Rotterdam na

Holanda, porta de entrada do grão da soja na Europa, ou seja, que há uma relação de precedência dos preços CIF do Porto de Rotterdam sobre os preços FOB do Brasil e da Argentina.

## 4 CONCLUSÕES

Percebeu-se neste trabalho que há diferença no coeficiente entre estes dois países, o Brasil apresentou pass-through incompleto e a Argentina um pass-through nulo. No mercado brasileiro há uma transmissão parcial de preços perante as variações da taxa de cambio. Já no mercado argentino não há transmissão de preços perante as variações da taxa da cambio. Fato este que indica que as políticas cambiais para os dois países têm um efeito nulo ou limitado sobre a competitividade do exportador em relação ao mercado internacional do grão da soja.

Foi possível também analisar o crescimento dos dois mercados no que tange ao volume exportado, apresentando uma taxa geométrica para Brasil e Argentina, respectivamente, de 9,94% e 7,80%. Este dado mostra que apesar das oscilações encontradas no volume exportado, os dois países apresentam-se uma crescente nas exportações desta commodity. Outra observação no quesito descrição dos mercados foi a da participação do grão no total de soja exportado que o Brasil tem mais da metade de sua exportação do grão da soja, já a Argentina a exportação do grão da soja oscilou de 8,96% a 28,06% para o período analisado.

Para trabalhos futuros sugere-se a ampliação do período de análise, bem como comparativos de recortes temporais com as mesmas variáveis estudadas. Além disso, seria interessante comparar o grau de pass-through do grão da soja com o farelo e o azeite de soja.

## REFERÊNCIAS

- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em:<[www.abiove.com.br](http://www.abiove.com.br)>. Acesso em: 03/set/2011.
- ALVES, A.F et al.. O Pass-through das Variações da Taxa de Câmbio para os Preços de Exportação de Soja. Revista Análise Econômica, Porto Alegre, ano 26, n. 49, p. 193-210, 2008.
- BATISTA Jr, P. N. Argentina: uma crise paradigmática. Estudos Avançados, v. 16 n.44, São Paulo, 2002.
- BUENO, R. D. L. D. Econometria de séries temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica, v.49, p.1057-1073, 1981.
- 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.

- 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.
- 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 <[www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)>. Acesso em: 03/set/2011.
- JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamic and Control*, v.12, p.231-254, 1988.
- KOSACOFF, B. (org). *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002 – 2007*. Santiago de Chile: CEPAL, 2007
- MACHADO, Eduardo L.; MARGARIDO, Mario A. Seasonal price transmission in soybean international market: the case of Brazil and Argentina. *Pesquisa e Debate*, v. 12, n. 1, p. 92-106, 2001.
- MACKINNON, J.M.; HAUG, A.A.; MICHELIS, L. Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration. *Journal of Applied Econometrics*. v.14, n 5, 1999.
- 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*, v. v. 17, n.2, p. 241-270, 2007.
- MDIC. Ministério do Desenvolvimento , Indústria e Comércio Exterior. Disponível em <[www.mdic.gov.br](http://www.mdic.gov.br)>. Acesso em: 03/set/2011.
- MENON, J. Exchange rate and import prices for a small open economy. *Applied Economics*, v. 27, 1995.
- MUNDLACK, Y ; LARSON, D. F. On the transmission of world agricultural prices. *The World Bank Economic Review*, v. 6, n. 1, p. 399-422, 1992.
- SAGPYA . Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca Y Alimentación. Disponível em: <[www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar)>. Acesso em: 03/set/2011.
- SILVA, M. L. F. Plano Real e âncora cambial. *Revista de Economia Política*, v.22, n3, p.90-100, 2002.
- USDA. United States Departamento of Agriculture. Disponível em: <[www.usda.gov](http://www.usda.gov)>. Acesso em: 03/set/2011.





# Capítulo 2

## ESTUDO DOS IMPACTOS DA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE DE SUÍNOS ENTRE A GRANJA E FRIGORIFICO

[10.37423/200200172](#)

*Rodrigo Couto Santos ( Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)Dourados-MS).*

*Sivanilza Teixeira Machado (Instituto Federal de Educação de São Paulo (IFSP/SP), Suzano-SP).*

*João Gilberto Mendes dos Reis (Universidade Paulista (UNIP/SP), São Paulo-SP)*

*Luciano de Oliveira Geisenhoff (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Ana Paula Cassaro Favarim (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Gismery da Silva Monteiro (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Carlos Alberto Chuba Machado (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Claudeir de Souza Santana (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Thiago Vinicius Krenczynski (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS).*

*Juliano Lovatto (Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS)*

**Resumo:** A suinocultura é uma das mais importantes cadeias produtivas brasileiras. Entretanto, esta sofre com diversos problemas nos seus sistemas de produção. Um desses problemas vem a ser o transporte, que influi diretamente na qualidade da carne e no aproveitamento das carcaças no processo produtivo. Dessa forma, o manejo pré-abate, as condições de embarque e desembarque e o trajeto da granja até o frigorífico precisam ser cuidados para reduzir os impactos do transporte na cadeia produtiva. Este artigo, através de uma extensa pesquisa bibliográfica elenca os fatores do transporte a serem observados para garantia da melhoria da qualidade do processo de movimentação de suínos. Dessa forma, apresenta uma Tabela que tem como finalidade auxiliar produtores e pesquisadores a avaliarem os impactos da operação de transporte na movimentação desses animais da granja ao frigorífico

**Palavras-chaves:** Produção animal, Suinocultura, Transporte.

## INTRODUÇÃO

Das cadeias produtivas de carne, a suinocultura é a que possui maior relevância em termos globais. Os benefícios da suinocultura são consideráveis e importantes para o desenvolvimento econômico e social da região na qual sua cultura for desenvolvida, pois oferece uma gama de possibilidades, tais como: geração de empregos e renda, contratação de serviços, investimento em equipamentos e tecnologia de produção, entre outros. O Brasil como produtor de carne suína, possui preocupações com o abastecimento do mercado interno, e manter e/ou expandir a participação no mercado internacional com exportação dos excedentes da cadeia suinícola.

De acordo com Santos et al (2019) a produção de carne suína mundial segue patamares elevados e o Brasil obteve uma expansão significativa da economia nacional nos últimos anos. Isto culminou em mudanças tecnológicas em processos de abate e da qualidade dos produtos visando atender um mercado cada vez mais exigente. A Figura 1 ilustra a produção mundial em 2018, disponibilizado pela FAO (*Food and Agriculture Organization*), organização das nações unidas para agricultura e alimentação em que a produção suína é de aproximadamente 120,6 milhões de toneladas.

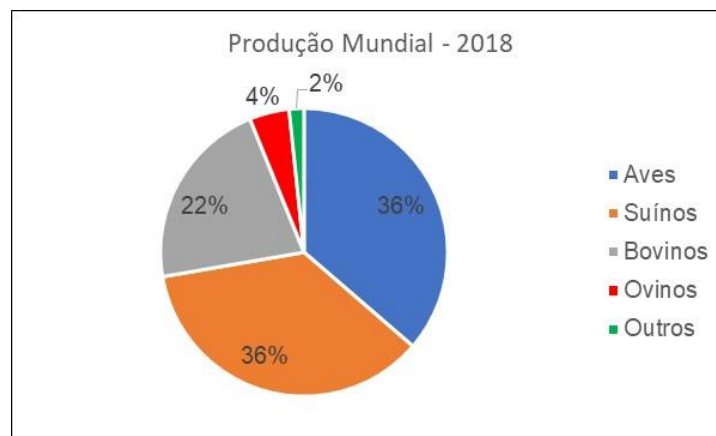


Figura 1 – Produção mundial dos principais tipos de carnes. Fonte: FAO (2019)

Gonçalves et al. (2018), afirmam que o Brasil vem se consolidando como exportador, entretanto sofre diversos impactos de instabilidade do mercado, desde flutuações externas até barreiras técnicas de segurança alimentar. Importante ressaltar que, a segurança alimentar está associada ao sistema de produção adotado pelas granjas suinícolas, a realização de manejo adequado, mão de obra qualificada, movimentação e transporte, que contribuem diretamente para o bem estar do animal, fator este, discutido por diversos autores como GALVÃO (2019); DIAS et al. (2018); Dos SANTOS et al. (2018), RICCI et al. (2017).

Dessa maneira, este artigo analisa, especificamente, os impactos do transporte na cadeia produtiva de suínos, no que se refere à movimentação de suínos entre a granja e o frigorífico, elencando os principais fatores que afetam a cadeia suinícola. Para isso se utiliza de uma revisão bibliográfica em diversos trabalhos relacionados ao tema, para determinar esses fatores.

## CADEIA PRODUTIVA SUÍNICOLA

O espaço destinado aos suínos deve ser planejado, de acordo com o sistema de produção adotado, seja ele, intensivo, semi-intensivo ou extensivo. No sistema extensivo, os animais são criados à solta, normalmente em granjas familiares pequeno porte; já os sistemas semi-intensivos, a preocupação com saúde e bem estar do suíno é maior, visto que se trata de granja comercial, sendo que neste sistema o animal fica parte do tempo confinado e parte com acesso à áreas abertas planejadas; e em sistemas intensivos, a produção é confinada, com controle sanitário e ambiental, clima controlado, visando a produção em larga escala (KLOOSTER e WINGELAAR, 2011).

Há uma evolução das granjas que adotam o sistema intensivo, utilizando métodos de produção de carne tecnificada, para atender a demanda do mercado consumidor que, cada vez mais exigente quanto a qualidade da carne e com os impactos da produção no meio ambiente. Maples et al. (2019) afirmaram que devido o crescente número de grupos de consumidores preocupados com o bem estar animal, a produção e as estratégias de mercado nas granjas devem ser orientadas pelas necessidades do consumidor. A Figura 2, apresenta um esquema que ilustra a cadeia produtiva suína.

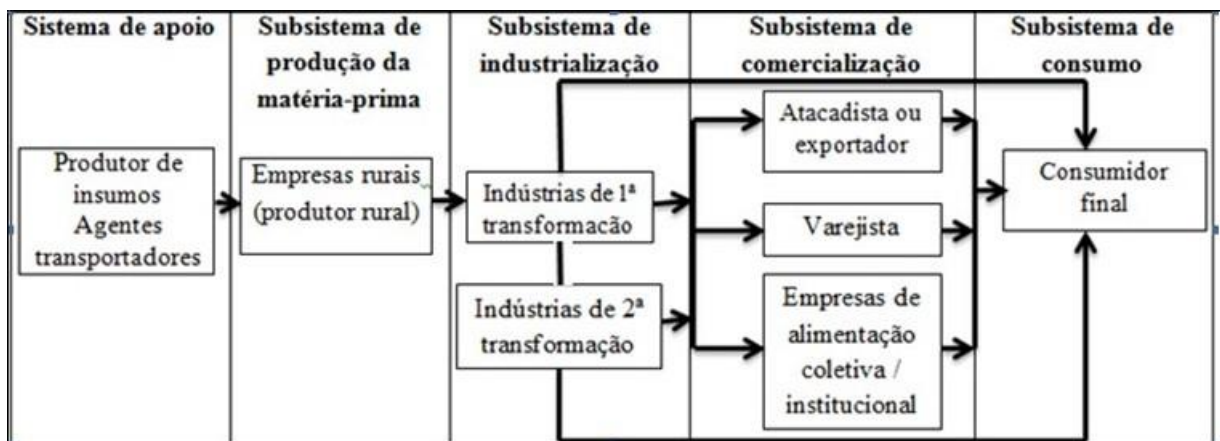


Figura 2 - Cadeia produtiva da suinocultura. Fonte: REIS et al. (2012)

Analisando a Figura 2 é possível observar o fluxo da carne suína do produtor até o consumidor final, no qual os produtores de insumos abastecem as granjas (produtor rural), onde ocorre todo o ciclo de criação animal; após, segue para as indústrias de transformação.

Desse modo, as indústrias de primeira transformação realizam o abate e obtém as peças de carnes, e as indústrias de segunda transformação agregam valores aos produtos *in natura*, transformando-os em produtos industrializados para o mercado (atacadista, varejista e consumidor final). Além disso, o consumidor final pode adquirir carne *in natura*, e produtos industrializados diretamente das indústrias de transformação. De acordo com Marçal et al. (2016), dos produtos oriundos dos frigoríficos, são comercializados no mercado brasileiro 17% *in natura* e 83% industrializados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizou-se como método de pesquisa um estudo bibliográfico com o objetivo de conhecer os impactos do transporte na cadeia produtiva suína entre o produtor rural e o frigorífico. Assim, adotou-se a seguinte metodologia:

Realizou-se um levantamento em diversos periódicos, artigos científicos e instituições envolvidas com a suinocultura, com o objetivo de conhecer o processo produtivo e as operações de transporte realizadas entre a granja e a indústria de transformação, incluindo o manejo pré-abate;

Estudou-se a cadeia produtiva suína identificando os pontos de interesse que mais influenciam nas perdas desde o produtor até o mercado consumidor;

Posteriormente, elencou-se os fatores relacionados ao transporte que impactam na qualidade e no aproveitamento da carne suína que chegam ao frigorífico;

Finalmente, fez-se uma análise e discussão dos elementos estudados baseando-se nos dados bibliográficos.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO

Dalla Costa et al. (2008) e Maples et al. (2019) reportaram que as características das diferentes etapas do processo produtivo podem submeter o animal a forte estresse; logo, as perdas que ocorrem desde a granja até o abate podem ser de responsabilidade do produtor, transportador e abatedouro (agroindústrias).

O autor fez um estudo com grupos focais, formados por produtores, transportadores e técnicos, para investigar as questões de perda na cadeia produtiva do suíno. Baseado nos resultados concluiu que todos concordam que as perdas resultam do manejo de grandes lotes, dificuldade de embarque os suínos, mão de obra desqualificada para realizar o manejo e má qualidade na logística do transporte.

Para elencar os impactos do transporte de suínos da propriedade até o abatedouro confeccionou-se a Tabela 1.

A Tabela 1 apresenta a operação de transporte entre a granja e o abatedouro em quatro etapas: manejo pré-abate, embarque, trajeto e desembarque. Para cada uma dessas etapas foram elencados elementos que influenciam na operação de transporte e afetam a qualidade da carne e levam ao abate prematuro e o descarte do animal. Como pode ser observado, esses elementos basearam-se em estudos de diversos autores.

Tabela 1 - Fatores relacionados à operação de transporte de suínos

Etapa	Fatores	Autores
<b>Manejo Pré Abate</b>		O'Malley et al. (2019)
		Silva et al. (2019)
		Melo et al. (2018)
	Preparação pré-carregamento (Datas de Coleta e Jejum)	Rey-Salgueiro et al. (2018)
		Do Carmo et al. (2017)
	Pereira et al. (2017)	
	Dalla Costa et al. (2008)	
<b>Embarque</b>	Rampas de acesso (tipo e grau de inclinação)	Santos et al. (2019)
	Uso bastão elétrico e vara de fluxo (métodos estressores)	Tasse e Molento (2019)
	Tamanho do grupo	Galvão et al. (2019)
	Separação dos animais no veículo	Rey-Salgueiro et al. (2018)
	Aspersão de água para controle de temperatura	do Carmo et al. (2017)
	Corredores	Ferreira et al. (2014)
	Horário de embarque	

<b>Trajetos</b>	Velocidade	Trabue et al. (2019)
	Tempo de trajeto	Ison et al. (2018)
	Controle de temperatura	Rey-Salgueiro et al. (2018)
	Densidade populacional	Ferreira et al. (2014)
	Tipo de veículo	Dalla Costa et al. (2007)
	Tipo de piso	
	Condições de ventilação	
<b>Desembarque</b>	Tempo de espera para desembarque	Tasse e Molento (2019)
	Baias de descanso	Ison et al. (2018)
		Dalla Costa et al. (2007)

Fonte: Autores

### 3.1. MANEJO PRÉ ABATE

Segundo Galvão et al. (2019) um mal manuseio no pré abate causa estresse e resulta na diminuição da qualidade da carne, já que o padrão de acidificação muscular *postmortem* é afetado, provendo em carne PSE (*Pale, Soft, Exudative* – pálida, mole e exsudativa). E segundo estes autores, o estresse a longo prazo produz carne DFD (*Dark, Firm, Dry* – escura, dura e seca).

Ao tratar da importância do manejo pré abate, Dalla Costa et al., (2008) afirmaram que para reduzir as perdas no embarque/desembarque, no transporte e nas baias de descanso no abatedouro devem garantir que os animais estejam saudáveis, em jejum, isentos de hematomas, aptos ao manejo, confortáveis e adequados ao abate.

Dessa forma, é necessário o emprego de métodos de manejo pré-abate adequados, sendo os produtores, agroindustriais, transportadores e o poder público responsáveis por este, para redução dos efeitos do transporte na qualidade da carcaça (REY-SALGUEIRO et al., 2018).



O manejo influencia diretamente na execução do transporte, pois consiste na preparação necessária para a realização do mesmo. Assim, é fundamental a preparação do pré- carregamento, fixando datas de coleta.

É importante enfatizar que quando ocorra a demora para realização dessas coletas, pode ocasionar a morte dos suínos, devido estes atingirem o peso antes do tempo da realização do transporte e abate. Segundo Bertol e dos Santos Filho (2018), o peso de abate recomendado encontra-se entre 120 a 140 Kg. Assim sendo, faz-se necessária a existência de um planejamento envolvendo o produtor e a agroindústria.

Outro aspecto a ressaltar consiste no emprego do jejum, fator importante nas operações pré-abate. Se este for efetuado no período correto, minimizará a taxa de mortalidade, o que pode ser considerado o primeiro ponto crítico de controle. Caso não seja controlado, o tempo de jejum impactará nas outras condições de estresse do transporte e aumentará as perdas. O tempo recomendado de jejum é divergente entre diversos autores (Tabela 2).

Tabela 2 - Tempo recomendado de jejum

<b>Autores</b>	<b>Recomendações (em horas)</b>
O'Malley et al. (2019)	12 a 18 horas
Silva et al. (2019)	12 a 18 horas
Pereira et al. (2017)	10 a 24 horas
Rey-Salgueiro et al. (2018)	16 a 24 horas

Fonte: Autores

Dessa forma, é possível observar que os autores divergem entre o tempo de jejum ideal, estando este entre 10 e 24 horas. Entretanto, o jejum acarretará em uma diminuição do peso do animal. Essas perdas variam tendo-se em média 1% a menos do peso a cada 24 horas, porém o jejum possibilitará a economia de ração, a diminuição da incidência de vômitos ao longo do transporte e o aumento da velocidade do processo de evisceração do animal (BERTOL e DOS SANTOS FILHO, 2017; PEREIRA et al., 2017).

A utilização do jejum também resultará em melhora da segurança alimentar - com a diminuição dos riscos de extravasamento do conteúdo intestinal, que poderá ocasionar a proliferação de bactérias provenientes das fezes animais, e ambiental - diminuindo assim o volume de dejetos nos abatedouros (DO CARMO et al., 2017).

Dessa forma, é possível inferir que o manejo pré-abate interfere diretamente no resultado da operação de transporte e na qualidade da carne que chega aos abatedouros.

## 3.2. EMBARQUE

Do Carmo et al. (2017) e Tasse e Molento (2019) relataram que o manejo no transporte é quando ocorre maior estresse, devido a necessidade de adaptação dos suínos à mudança de ambiente, e dificuldades de deslocamento nas rampas dos caminhões. O estresse no embarque é tão intenso, que ocorre aumento do batimento cardíaco dos animais variando de 80 até 250 batimentos.  $\text{min}^{-1}$ . Posteriormente os batimentos caem para 150 batimentos.  $\text{min}^{-1}$ , após acomodação do animal no veículo.

Para minimização do estresse, faz-se necessário o uso de medidas como, o emprego de corredores limitados lateralmente por parede sólida de 80 cm de altura; mudanças de direção devem ser arqueadas ou formando ângulos maiores de 90°; corredores com largura suficiente para que os animais não comprimam-se excessivamente; e material do piso adequado, sendo recomendado piso antiderrapante, configurando esta prática, como embarque racional (DO CARMO et al., 2017).

O emprego de bastão elétrico ou varas para controle do fluxo e passagem dos suínos possui aspectos negativos, conforme abordado por Santos et al. (2019), uma vez que, influem sobre o bem-estar animal, estressando-os o que reflete na qualidade da carcaça e da carne.

Os tratadores precisam compreender os princípios comportamentais na manipulação dos animais. Dessa maneira, é fundamental experiência para determinar como um animal se comportará durante a manipulação e como isto afetará seu sistema fisiológico. Assim, o manejo realizado com calma e silêncio, sem uso de aparelhos ou métodos estressores pelos tratadores, reduzirá o estresse do animal e promoverá tanto bem estar quanto produtividade (GRANDIN, 1998).

Dalla Costa et al. (2008) afirmaram que a atitude do tratador, as rampas de embarque e desembarque mal projetadas, veículos mal desenhados, duração e qualidade da viagem são fatores que prejudicam o bem estar dos suínos durante o transporte, dificultando o manejo e estressando o animal, refletindo em alterações na qualidade da carne.

Assim, Ferreira et al. (2014) recomenda o manejo com grupos pequenos de 3 a 5 animais com auxílio de painéis de alumínio, plásticos resistentes ou tábuas de manejo.

Vale ressaltar que, a acessibilidade do caminhão e a área de embarque devem ser levadas em consideração, sendo assim necessária uma área projetada a fim de facilitar o acesso. No momento de embarque o ângulo de inclinação da rampa de acesso aos caminhões, deve ser adequado.

Do Carmo et al. (2017) recomenda que o ângulo das rampas de acesso encontre-se entre 0° a 20°, podendo-se utilizar também plataformas hidráulicas, o que possibilitaria melhorias no bem-estar animal. Além disso, o embarque deve ser efetuado à noite, ou durante o dia nos horários mais frescos, devido à sensibilidade do animal à temperatura, garantindo assim seu conforto térmico.

Após o embarque, os animais devem ser molhados com água, por aspersão, controlando assim sua temperatura corporal. Melo et al. (2018) sugere uma aspersão de água por 30 minutos após o embarque.

Por fim, o fato de já ter sido verificada a existência de relações sociais hierárquicas entre os suínos, faz com que estes animais devam ser separados em grupos, não devendo ser misturados no transporte, para evitar a incidência de brigas o que aumentará o índice de perdas e a diminuição da qualidade da carcaça devido às lesões e ferimentos na pele. Caso necessário à mistura, aconselha-se efetua-la antes do embarque, pois cansados estes brigam menos no caminhão durante o trajeto (DO CARMO et al. 2017).

### 3.3. TRAJETO

No transporte, a existência de novos ambientes, condições adversas, mudanças na velocidade, ruídos, cheiros novos e distintos, menor espaço e a já citada interação homem-animal, caracterizam-se como fatores que levam ao estresse animal e comprometem o bem-estar, o rendimento da carcaça e a qualidade da carne (ISON et al., 2018)

O tipo de veículo, de piso e as condições de ventilação no transporte são fatores a serem levados em consideração, dessa forma veículos maiores diminuem os efeitos de transporte (impactos e/ou deslocamento dos animais na carroceria), já as carrocerias compartimentadas oferecem maior conforto, sendo aconselhável que o caminhão tenha no máximo dois pisos e tenha a carroceria metálica. Cada tipo de veículo impactará de uma forma no bem-estar suíno e na consequente qualidade e não obstante a disposição dos suínos na carroceria, também devem ser levados em consideração (TRABUE et al., 2019).

Recomenda-se que a temperatura interna na carroceria não exceda 18°C, para tanto, faz-se necessário, a criação de mecanismos para controle da temperatura, como a aspersão de água.

A densidade populacional, o tempo e a distância, constituem também fatores impactantes na qualidade da carne. Rey-Salgueiro et al. (2018) sugere a densidade populacional de 250 kg/m<sup>2</sup>, valor de densidade também recomendado por Ferreira et al. (2014). Dessa forma controlando a densidade a estes níveis tem-se uma carne com melhor qualidade, devido a melhor acomodação dos suínos no transporte, já que a alta densidade resultará em desconforto (superlotação).

Ao se avaliar o tempo de viagem e distância percorrida, Ferreira et al. (2014) sugerem cuidados especiais se o tempo for superior à 3 horas. O autor também relata que trajetos curtos podem impossibilitar o relaxamento do animal, ocasionando estresse que reflete na qualidade da carne. Já trajetos longos estressam devido ao grande período de jejum e condições de movimentação.

### 3.4. DESEMBARQUE

O frigorífico deve ter uma estrutura para comportar o descarregamento imediato dos animais, direcionando-os às áreas de descanso para manejo adequado. Condições climáticas como vento, chuva ou sol forte devem ser consideradas no descarregamento, bem como iluminação inadequada, inclinação da rampa e interação homem-animal, entre outros fatores que influenciam nos níveis de desconforto e estresse (DALLA COSTA et al., 2007)

Os suínos recepcionados nos frigoríficos são direcionados às baias de descanso, antes de ocorrer a insensibilização. Muitos dos suínos chegam com lesões na carcaça devido brigas durante o transporte ou quedas. Suínos muito estressados pelo uso de maus tratos durante o embarque e desembarque (chutes, pontapés, etc.), chegam com respiração ofegante, batidas cardíacas aceleradas, podendo até ser redirecionados para o abate de emergência, ou descartados.

Experimento realizado na região Sul do Brasil para analisar o bem estar animal em baias de descanso nos frigoríficos, com 11.588 suínos, utilizando o método de análise comportamental, onde se verificou o comportamento dos suínos após desembarque nos frigoríficos, resultou que os suínos que sofreram mais estresse durante o transporte chegaram aos frigoríficos cansados; enquanto os menos estressados se mantinham em pé e buscavam conhecer o ambiente (TASSE e MOLENTO, 2019).

Dessa maneira, é possível inferir a necessidade de um correto desembarque, utilizando dos mesmos cuidados usados no embarque, com o objetivo de reduzir as perdas do processo. Assim, é preciso

considerar que as operações de transporte não terminam na chegada à granja. Os cuidados com a carga viva devem prosseguir até o correto desembarque e a chegada dos suínos à área de descanso.

## CONCLUSÃO

Com as informações avaliadas foi possível concluir que o processo de transporte não deve ser tratado de forma isolada nem desprezado no contexto do pré-abate suíno, visto que a qualidade da carne e perdas da cadeia produtiva, são resultantes deste elemento, em conjunto com as operações de embarque e desembarque no frigorífico.

Como o cenário logístico do transporte suinícola é complexo, é possível quantificar isoladamente a influência de elementos relacionados ao transporte, além de avaliar a melhoria da competitividade da rede produtiva de suínos de Mato Grosso do Sul de acordo com cada fator, no que tange aos contextos da Engenharia de Produção.

## REFERÊNCIAS

- BERTOL, T. M.; DOS SANTOS FILHO, J. I. Questões técnicas do peso de abate em suínos. Brasília: Embrapa, 2018. 105 p.
- DIAS, C. P., DA SILVA, C. A., FOPPA, L., CALLEGARI, M. A., & PIEROZAN, C. R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. Revista Acadêmica Ciência Animal, v.16, p.1-15. 2018.
- DALLA COSTA, O. A.; DE ARAUJO, A. P.; CIOCCA, J. R.; ATHAYDE, N. B.; DA COSTA, M. J. R. P.; KLEIN, E.; BAGGIO, E. E. Avaliação das condições de transporte, desembarque e ocorrência de quedas dos suínos na perspectiva do bem estar animal. Comunicado Técnico Embrapa 459, Concórdia, SC, 2007. 5p.
- DALLA COSTA, O.A.; MIRANDA, C.; ATHAYDE, N.B.; ARAÚJO, A.P.; CIOCCA, J.R.P.; BALBINOTT, L.; ARBORTE, C.; ROÇA, R.O. Fatores que influenciam a taxa de mortalidade dos suínos durante o manejo pré-abate: uma visão de produtores, transportadores e técnicos. Anais de Congresso CONBRAVET, 2008.
- DO CARMO, I. B.; OLIVEIRA, P. L.; OLIVEIRA, Y. S.; DE MONTALVÁN, Z. C. R. Bem-estar em suínos: manejo no pré-abate: Revisão. PUBVET, v.11, p.947-1073, 2017.
- DOS SANTOS, T. C., CARVALHO, C. D. C. S., DA SILVA, G. C., DINIZ, T. A., SOARES, T. E., MOREIRA, S. D. J. M., & CECON, P. R. Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.17, n.2, p.241-253. 2018.
- FERREIRA, A. H.; CARRARO, B.; DALLANORA, D.; MACHADO, G.; MACHADO, I.; PINHEIRO, R.; ROHR, S. Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS. 2014. 908p.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Agriculture Organization of the United Nations*. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/corp/statistics>> Acesso em: 22/03/2019.

- GALVÃO, A. T., DA SILVA, A. D. S. L., PIRES, A. P., DE MORAIS, A. F. F., NETO, J. S. N. M., & DE AZEVEDO, H. H. F. Bem-estar animal na suinocultura: Revisão. PUBVET, v. 13, p.148. 2019.
- GONÇALVES, J. E., SILVA, S. W., GONÇALVES, E. D. S. O., MELO, T. F. Reflexiones sobre el contexto actual del agronegocio brasileño. Agroalimentaria, v. 24, n. 46, p. 89-101, 2018.
- GRANDIN, T. P. *Review: reducing handling stress improves both productivity and welfare*. The Profes. Anim. Sci., Vol. 14, n° 1, 1998.
- ISON, S. H.; BATES, R. O.; ERNST, C. W.; STEIBEL, J. P.; SIEGFORD, J. M. Housing, ease of handling and minimising inter-pig aggression at mixing for nursery to finishing pigs as reported in a survey of North American pork producers. Applied Animal Behaviour Science. v. 205, p. 159-166, 2018.
- KLOOSTER, J.V.T.; WINGELAAR, A. Criação de porcos nas regiões tropicais. 5 ed. Agrodok: Tradução de Rob Barnhoorn. Agromisa, 2011.
- MARÇAL, D. A.; DE ABREU, R. C.; CHEUNG, T. L.; KIEFER, C. Consumo da carne suína no brasil: Aspectos simbólicos como determinantes dos comportamentos. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.9, n.4, p.989-1005. 2016.
- MAPLES, J.G.; LUSK, J.L.; PEEL, D.S. Technology and evolving supply chains in the beef and pork industries. Food Policy. v. 83, p. 346-354, 2019.
- MELO, N. S. M.; MIRANDA, K. O. D. S.; CONDOTTA, I. C. F. D. S.; PASSAGNOLO, B. D. O.; ITO, É. Comparação entre métodos de análises de imagens termográficas para detecção de lesões em suínos em fase de maternidade. Energia na Agricultura, v.33, n.2, p. 138-141. 2018.
- O'MALLEY, C.I.; TURNER, S.P.; D'EATH, R.B.; STEIBEL, J.P.; SIEGFORD, J.M. Animal personality in the management and welfare of pigs. Applied Animal Behaviour Science. v. 218, Article 104821. 2019.
- PEREIRA, T. L.; CORASSA, A.; NETO, A. P.; KOMIYAMA, C. M.; LEITE, R. G. Manejo pré-abate, parâmetros fisiológicos do estresse e seus efeitos na qualidade da carne suína: revisão. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, v. 20, n.2. 2017.
- REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, R. V. Impactos no transporte de suínos entre a granja e o frigorífico. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2012, Bento Gonçalves. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção, 2012.
- REY-SALGUEIRO, L.; MARTINEZ-CARBALLO, E.; FAJARDO, P.; CHAPELA, M. J.; SIMAL-GANDARA, J. Meat quality in relation to swine well-being after transport and during lairage at the slaughterhouse. Meat Science. v. 142, p.38-43, 2018.
- RICCI, G. D., TITTO, C. G., & DE SOUSA, R. T. Enriquecimento ambiental e bem-estar na produção animal. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 16, n.3, p.324-331. 2017.
- SANTOS, R. C.; COSTA, K. F.; FAVARIM, A. P. C.; WATERKEMPER, R. M.; SANTOS, R. O.; SANCHES, A. C. Lógica fuzzy como ferramenta de avaliação de perdas econômicas decorrentes do transporte de suínos. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2019, Campinas-SP. CONBEA 2019. Piracicaba-SP: SBEA, 2019. v. 1. p. 1-4.

SILVA, G. S.; LEOTTI, V.B.; CASTRO, S.M.J.; MEDEIROS, A.A.R.; CORBELLINI, L.G. Assessment of biosecurity practices and development of a scoring system in swine farms using item response theory. *Preventive Veterinary Medicine*. v. 1671, p.128-136, 2019.

TASSE, M. E.; MOLENTO, C. F. M. Lesões e condenações de suínos em abatedouros com inspeção federal no Estado do Paraná, Brasil, como indicadores de bem-estar no transporte. *Ciência Rural*, v.49, p.1-8, 2019.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TYNDALL, J.; SAUER, T.; HATFIELD, J. *Odorous compounds sources and transport from a swine deep-pit finishing operation: A case study. Journal of Environmental Management*. v. 2331, p. 12-23, 201

# Capítulo 3

## APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) EM UMA EMPRESA DE BEBIDAS

[10.37423/200200178](#)

*Marcos Ronaldo Albertin (UFC) [albertin@ufc.br](mailto:albertin@ufc.br)*

*Leonardo Melo Bezerra (UFC) [leonardo.bezerra@ufc.br](mailto:leonardo.bezerra@ufc.br)*

*Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (UFC) [hjagaribe@gmail.com](mailto:hjagaribe@gmail.com)*

**Resumo:** As indústrias de bebidas caracterizadas pela elevada diversificação de produtos enfrentam dificuldades de atender as expectativas de clientes, devido a um processo, muitas vezes, pouco flexível. A Troca Rápida de Ferramenta (TRF) traz a oportunidade delas trabalharem com baixos níveis de estoques, lotes pequenos de produção suficientes para atender a demanda do mercado. O objetivo deste trabalho é promover a TRF através da pesquisa-ação, desenvolvendo um método próprio e adaptado, baseado em revisões bibliográficas. Além de estimular um comportamento participativo que objetiva o aumento da eficiência da produção pelos colaboradores da empresa, os resultados apontam para uma redução do tempo de setup de 41,54% com baixo investimento. O método desenvolvido se mostrou eficaz e pode ser estendido nas demais linhas de envase, padronizando as etapas de setup.

**Palavras-chaves:** Troca Rápida de Ferramenta (TRF), SMED, tempo de setup.



## INTRODUÇÃO

A competição é uma característica preponderante no cenário de globalização atual, onde as empresas buscam continuamente a satisfação de clientes através de melhorias nos produtos e nos processos produtivos, reduzindo perdas, de modo a se consolidarem em seus setores de atuação.

Segundo Deming (1992), 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.

Dentro desse contexto, as indústrias engarrafadoras de bebidas, em específico as de refrigerantes, necessitam de muito tempo em suas trocas de sabores e embalagens, sendo esta a principal restrição para o aumento da produção, agravando-se pelo elevado número de produtos em seu portfólio. Isso acarreta uma grande quantidade de horas de produção perdidas durante o ano, que poderiam ser revertidas em produtos.

A presente pesquisa objetiva desenvolver e implantar uma metodologia de Sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) em uma linha de produção contínua de uma indústria engarrafamento de bebidas, possibilitando aumentar a sua produtividade, por meio da redução do tempo de *setup*.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Shingo (2000) afirma que *setup* é tudo que antecede a uma operação, seja para sua preparação, regulagem, troca de ferramenta, dispositivo e outros. Em um processo industrial, também se podem definir os termos *setup* como sendo o tempo decorrido entre o final da produção de uma peça (última) e o início da produção da próxima peça conforme, envolvendo nesta parcela de tempo toda a preparação para reiniciar o ciclo, ou seja, o tempo dispensado na preparação do equipamento para habilitá-lo ao reinício da atividade (Albertin e Pontes, 2016).

Entre as atividades que não agregam valor as mais comuns aos processos industriais são: contar peças, estocar, esperar, transportar, retrabalhar, sucatear, limpar, rebarbar, inspecionar, movimentar, realizar *setup* e controlar processos. Elas devem ser reduzidas ou eliminadas (Albertin et al.; 2018)

*Setup* interno refere-se às operações que só podem ser executadas quando a máquina estiver parada. Define-se *setup* externo como as operações que podem ser executadas enquanto a máquina está em funcionamento (SHINGO, 2000).

O sistema Troca Rápida de Ferramenta (TRF) ou *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi desenvolvido pelo japonês Shigeo Shingo na década de 50. O principal objetivo é alcançar um tempo inferior a 10 minutos no *setup* de máquinas. Isso ocorre com a eliminação dos desperdícios no *setup* em uma linha de produção ou posto de trabalho.

De acordo com Júnior, apud Costa (2010), a TRF constitui-se num método que permite reduzir os tempos de mudança de utensílios, de matérias ou de séries pela preparação antecipada da mudança de referência e pela sincronização e simplificação das tarefas. Desse modo, aumenta-se a disponibilidade dos equipamentos para a produção (LEÃO; SANTOS, 2009).

Segundo Albertin et al.(2016) a diminuição do tempo de setup viabiliza reduzir o tamanho do lote de produção, diminuindo algumas perdas do Sistema Toyota de Produção (STP).

A seguir, são descritas algumas metodologias estudadas nesta pesquisa que serviram de base para o desenvolvimento e aplicação de um método de TRF na indústria de bebidas.

## 2.1 METODOLOGIA SHINGO

Segundo Shingo (2000), as melhorias plenas serão alcançadas após a realização de uma análise das operações de *setup* e da identificação dos seus quatro estágios conceituais. A partir da aplicação de técnicas efetivas em cada estágio, é possível reduzir drasticamente os tempos de *setup* e atingir melhorias significativas de produtividade. Os estágios são:

- i. Estágio inicial: as condições de *setup* interno e externo não se distinguem.

Nesta etapa, são analisados todos os procedimentos que ocorrem durante o processo produtivo, com objetivo de distinguir as operações que demandam *setup* interno e externo, o que pode causar um tempo ocioso das máquinas.

O estudo detalhado dessas etapas irá mostrar alternativas viáveis para a aplicação de melhorias nos exercícios de produção.

- ii. Estágio 1: Separando *setup* interno e externo.

Neste estágio, são classificados os processos produtivos da linha de produção em interno e externo. De acordo com Shingo (2000), esse é o passo mais importante para a implantação da TRF, pois são eliminados os tempos de parada de máquina desnecessários que serão convertidos em produtividade.

Se for realizado como uma análise científica detalhada a redução dos tempos, pode atingir 30% a 50%, por isso, esse estágio é o passaporte para a TRF.

### iii. Estágio 2: Convertendo *setup* interno e externo.

Nesta etapa, identificam-se oportunidades de melhorias. Segundo Shingo (2000), converter *setup* interno em externo envolve duas noções muito importantes:

- Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno;
- Encontrar meios para converter estes passos para *setup* externo.

Shingo (2000) aponta outros métodos que auxiliam na conversão dos *setups* interno em externos, como:

- a) Utilizar ferramentas pré-montadas, possibilitando que uma unidade completa seja fixada na máquina;
- b) Preparar antecipadamente as condições operacionais. As condições como temperatura e pressão frequentemente podem ser preparadas externamente, enquanto a máquina está trabalhando;
- c) Padronizar as funções e manter peças e ferramentas iguais ou padronizadas, para que possam ser utilizadas de uma operação para outra;
- d) Utilizar guias intermediários para que a fixação e o ajuste de ferramentas se tornem mais rápido e mais preciso.

### iv. Estágio 3: Racionalizando todos os aspectos da operação de *setup*.

Nesta fase, Shingo (2000) propõe a racionalização de todos os aspectos das operações de *setup*. Devem-se concentrar todos os esforços para atingir o objetivo da TRF com tempos de preparo menores que 10 minutos. Nesse intuito, é sugerido:

- a) Programar operações paralelas, evitando que uma pessoa que realiza trabalho na parte frontal e posterior da máquina desperdice movimentos contínuos ao caminhar ao redor do equipamento;
- b) Utilizar fixadores funcionais para prender objetos com o mínimo esforço possível;
- c) Eliminar os ajustes e corridas de teste, os quais normalmente somam 50% do tempo de *setup*.

## 2.2 METODOLOGIA MONDEM

Mondem, apud Pereira (2008), propõe uma metodologia baseada em quatro estratégias e seis técnicas de implantação. As estratégias possuem os mesmos objetivos da metodologia de Shingo. Na segunda etapa ocorre a eliminação de ajustes, responsável por 60% do tempo de *setup* interno, e a padronização das ferramentas. Em seguida, é objetivada a eliminação do processo de troca de ferramentas, por meio da intercambialidade entre peças. A última estratégia é a produção simultânea de peças.

As seis técnicas de implantação propostas por Modem (1983) são as seguintes:

- Padronização de função e conversão de *setup* interno em externo;
- Padronização de peças necessárias do equipamento;
- Utilização de fixadores rápidos;
- Utilização de ferramentas de fixação suplementar;
- Operações paralelas;

## MECANIZAÇÃO.

## 2.3 METODOLOGIA BLACK

Black, apud Pereira (2008), propõe um método científico com base na análise de tempos e movimentos em relação às atividades de *setup*. A implantação da TRF não requer grandes investimentos, sendo sua estratégia dividida em sete etapas. Inicialmente, deve-se determinar o método existente, realizar estudo de tempos e movimentos em relação às atividades de *setup*. A segunda etapa compreende separar as atividades internas das externas, em seguida, fase três, é realizada a conversão de atividades internas em externas. O próximo passo é a redução ou extinção dos elementos internos. Os processos 5, 6 e 7, compreendem na aplicação da análise de métodos, treinamento e qualificação do operador e, finalmente, a eliminação de ajustes e abolição do *setup*, respectivamente.

## 2.4 METODOLOGIA HARMON E PETERSON

Harmon e Peterson, apud Pereira (2008), não formalizaram uma proposta metodológica, mas propõem uma classificação das operações de *setup* em três grupos: *Mainline* (principais), que

correspondem ao *setup* interno; *off-line* (secundárias), onde congregam as operações de *setup* externo; desnecessárias, que definem as operações que não contribuem para a melhoria do *setup*, devendo ser eliminadas.

Outro aspecto importante é a eliminação do processo de tentativa e erro, através do uso de documentação de regulagens, revisões periódicas e calibrações dos dispositivos de controle e manutenção preventiva do equipamento, são ainda aspectos elencados pelos autores.

A Figura 1 compara as quatro metodologias descritas. Observa-se que as etapas são complementares e não concorrentes. Dependendo da aplicação, pode-se desenvolver uma metodologia própria mais adequada a uma aplicação desejada e as condições de trabalho de uma determinada empresa.

Metodologias	Shingo (2000)	Mondem (1984)	Black (1998)	Hammon e Peterson (1991)
Distinção das ações internas e externas	x	x	x	x
Converter <i>setup</i> interno em externo	x	x	x	
Eliminação de operações que não contribuem para a melhoria do <i>setup</i>	x	x	x	x
Eliminar os ajustes	x	x	x	x
Reduzir ou eliminar os elementos internos	x		x	
Abolir o próprio <i>setup</i>			x	
Mecanização	x	x		
Padronização de ferramentas		x	x	
Intercambialidade entre peças		x	x	
Produção simultânea		x		
Operações paralelas	x	x		

Figura 1: Comparativo entre as metodologias. Fonte: Autores

## METODOLOGIA DE PESQUISA

Com a finalidade de promover melhorias nos processos da empresa, através da implantação do projeto Excelência Operacional, promoveu-se um projeto voltado para a conversão e redução de *setup* baseado nas técnicas de TRF. Tal pesquisa foi desenvolvida utilizando a metodologia de pesquisa-ação,

onde um dos autores participou diretamente do projeto como coordenador de uma equipe de TRF da empresa.

De acordo com Thiollent, apud Macke (2011), a pesquisa-ação é uma concepção de pesquisa e intervenção em determinados setores de atuação social junto aos atores significativos em processos de mudança.

Para o desenvolvimento do método de pesquisa, foram usadas as etapas de exploração, entendimento aprofundado do problema e análise dos resultados das ações implantadas. Para a pesquisa, foram utilizadas as seguintes fases clássicas: Fase Exploratória; Fase de Pesquisa Principal, Fase de Ação e Fase de Avaliação.

Conforme Fogliatto & Fagundes (2003), a formação de equipe é um ponto de grande importância no projeto de implantação de metodologia para TRF. A equipe de implantação é responsável pela velocidade e pelo sucesso das ações no projeto de implantação. No caso desta pesquisa, a equipe foi formada levando-se em consideração os aspectos como conhecimento técnico e prático com o equipamento, liderança, senso de propriedade e habilidade com pessoas.

Na Fase Exploratória, onde os problemas são identificados e os planos são elaborados, foram levantados os dados referentes aos tempos e quantidades de *setups* realizados nas linhas. Para a escolha da linha, priorizou-se o maior tempo médio mensal de troca e o baixo nível de automação, uma vez que a condição do trabalho foi a melhoria da produtividade com baixo investimento. Nesta fase, a equipe pesquisou métodos de TRF e definiu as etapas de trabalho no projeto.

Segundo Thiollent (1997) e Macke (2011), a Fase de Pesquisa Principal é a etapa do planejamento da ação, considerando as ações como alternativas para resolver o problema. Nesta fase, foram tomados como base os dados colhidos na fase exploratória para fazer o levantamento dos pontos onde as melhorias serão desenvolvidas, sendo apresentadas e examinadas pela equipe, com a finalidade de transformar *setup* interno em externo e desenvolver melhorias que possibilitem a redução de tempo.

O passo seguinte foi colocar as melhorias efetivamente em prática, apresentando os futuros ganhos que estas irão propiciar. Portanto, fez-se necessário o treinamento de todos os funcionários envolvidos, para que as melhorias sejam implantadas com sucesso.

Segundo Krafta (2007), a Fase de Avaliação é a etapa da pesquisa-ação que apresenta dois objetivos principais: verificar os resultados das ações no contexto organizacional da pesquisa e suas consequências a curto e médio prazo e extrair ensinamentos que serão úteis para continuar a

experiência e aplicá-la em estudos futuros. Desse modo, foram apresentados os resultados adquiridos através das ações de melhorias propostas no planejamento, relatando, em cada etapa, o procedimento de acordo com o novo processo de TRF, deixando-o à disposição para futuras implementações em outras linhas de produção.

## DESCRIÇÃO DO PROJETO DE TRF

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este estudo foi realizado em uma indústria de bebidas fundada em 1998. Com 13 anos de existência, alcançou a liderança absoluta do mercado de refrigerantes, abrangendo uma área geográfica superior a 900 mil quilômetros quadrados (10% do território brasileiro). A empresa conta com mais de cinco mil funcionários e fornece refrigerantes, sucos, cervejas, chás, energéticos, hidrotônicos, isotônicos e águas, para cerca de 150 mil pontos-de-venda. Atualmente, apresenta 06 linhas de engarrafamento de bebidas, com projeto para instalar mais uma linha de retornável.

### 4.2 ETAPAS DO PROJETO DE TRF

O processo de engarrafamento de refrigerantes relativo à Linha 01 caracteriza-se por 10 etapas, como apresentados na Figura 2, a seguir. As principais etapas do processo foram comentadas A linha de engarrafamento, onde foi realizada de redução do tempo de troca, possui 10 máquinas operando 24h por dia, com uma capacidade de 10.500 garrafas por hora, produzindo sete modelos diferentes. Nela trabalham 13 funcionários, além de um dos autores deste trabalho que exerce a função de supervisor. A quantidade de *setups* realizados no ano de 2010 foi de 245, nas demais linhas, a quantidade de *setups* foi bastante reduzida no mesmo ano.

para melhor compreensão do método proposto.

A partir da análise comparativa entre as metodologias, descritas na Figura 1, definiu-se as seguintes etapas metodológicas da TRF, como:

- Formação da equipe de TRF;
- Escolha da linha de envase;
- Levantamento das operações e respectivos tempos;
- Análise das operações e das oportunidades de melhoria;
- Separação do *setup* interno e externo;

- Implantação das melhorias e redução do tempo de *setup*;
- Treinamento da equipe de TRF;
- Padronização e conclusões.

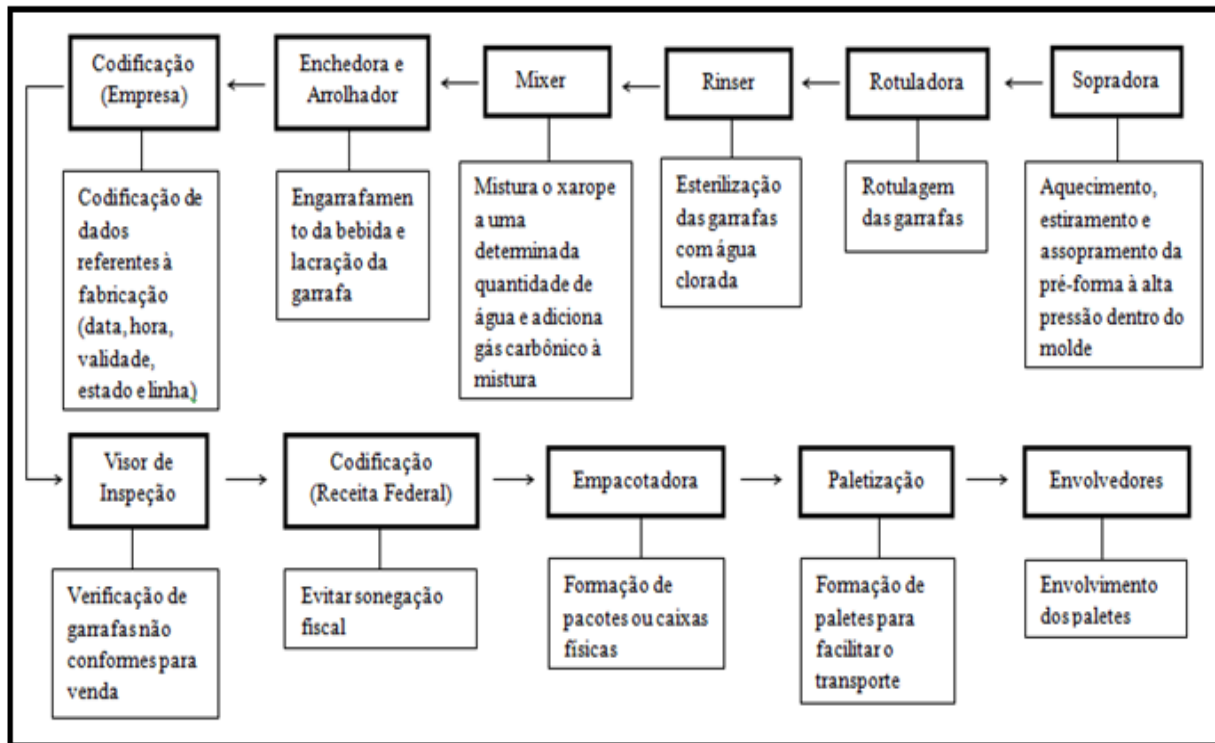


Figura 2 - Processo de engarrafamento. Fonte: Autores

A equipe da TRF foi composta por um coordenador de produção (coordenador do projeto de TRF), dois operadores de produção, um mecânico e três auxiliares de produção.

O levantamento dos tempos das operações foi realizado por cronometragem, por um período de um mês. A Figura 3 apresenta o detalhamento das operações da linha de envase escolhida.

Observa-se que, com o conhecimento de todas as etapas da linha de produção e dos seus respectivos tempos, pode-se implantar o primeiro estágio de TRF de Shingo, concluindo-se que todas as operações são realizadas no conceito de *setup* interno, havendo necessidade de parar as máquinas para realizar os ajustes específicos de troca de cada lote. O tempo acumulado poderia chegar a ser 7h 44min 10s.



Atividade		Operação	Responsável pela Atividade	Tempo
1	Comunicação	Comunicar a troca de produto aos envolvidos (sopro, CQ, Operadores, Manutenção)	1 Supervisor de Produção	01:00:00
2	Matéria Prima	Verificar e disponibilizar insumos a serem utilizados no próximo produto	1 Supervisor de produção	00:40:00
3	<i>KIT</i>	Disponibilizar kit de <i>setup</i> ao lado da Enchedora	1 Operador de produção III	00:20:00
4	Sopradora	Substituir moldes, <i>kit's</i> e pré-formas	1 Operador líder	00:45:09
5	Rotuladora	Substituir <i>kit's</i> de rotulagem, rótulos e limpeza dos cilindros de cola	1 Operador de rotuladora	00:40:32
6	Transporte aéreo garrafa	Ajustar largura transporte aéreo. Obs. Os 3 grupos são ajustados sequencialmente 1,2 e 3	1 Operador líder	00:45:12
7	Sanitização	Preparar soluções sanitizantes para serem utilizados na Enchedora e na Mixer	1 Operador de produção III	00:10:09
8	Higienização Enchedora e Mixer	Retirar resíduo de bebida com água da Enchedora e da Mixer	1 Operador de produção III	00:05:47
9		Aplicar sabão detergente e manter em repouso	1 Operador de produção III	00:20:53
10		Retirar resíduo de sabão detergente da Enchedora e da Mixer com água	1 Operador de produção III	00:05:54
11		Aplicar detergente ácido na Enchedora e na Mixer	1 Operador de produção III	00:30:13
12		Preparar sabão espuma	1 Operador de produção III	00:05:36
13		Aplicar sabão espuma na parte externa da Enchedora, da Mixer, do transporte e do Rimser	1 Operador de produção III	00:18:26
14		Retirar detergente ácido e sabão espuma da Enchedora, da Mixer, do transporte e do Rimser com água	1 Operador de produção III	00:07:22
15	Transporte de garrafa	Ajustar largura dos transportes e altura dos perfis	1 Operador de Produção I	00:14:05
16	Rimser	Substituir Rosca sem fim, Guias e Estrelas de entrada e saída	1 Operador de Produção III	00:18:16
17	Enchedora / Mixer	Substituir tubos de ar, Estrelas de entrada e saída; ajustar altura da Enchedora; substituir Estrela e Guias do Arrolhador; ajustar altura dos pistons	1 Operador de produção III	00:22:34
18	Codificador	Ajustar altura do Soprador, canhão e datas para novo produto	1 Auxiliar de produção e electricista	00:13:49
19	Visor	Ajustar largura do transporte e luminosidade do visor	1 Operador de produção I, 1 Técnico CQ	00:07:59
20	Sicobe (Codificação Recita Federal)	Ajustar largura do transporte, altura do canhão codificador e limpeza das lentes	1 Auxiliar, 1 técnico da casa da moeda	00:08:03
21	Empacotadora	Substituir Guias de entrada; ajustar largura do transporte; modificar parâmetros (receita) para o novo produto e substituir filme (película)	1 Operador de produção II	00:24:11
<b>Tempo de <i>setup</i></b>				<b>07:44:10</b>

Figura 3 - Detalhamento dos processos da Linha 01. Fonte: Autores

## IDENTIFICAÇÃO DAS MELHORIAS

Após avaliações dos métodos utilizados no quadro de *setup* atual, foram identificados oportunidades nas seguintes etapas, 1, 2, 3, 6, 7, 12, 13, 15, 16, 17 e 19, para aplicação de melhorias, as quais permitiam um baixo investimento financeiro e resultavam em redução significativa do tempo final. Nesse sentido, identificaram-se alguns problemas que causavam um elevado tempo de *setup*, dentre eles:

- Distância entre máquinas e ferramentas de ajustes;
- Profissionais não habilitados para a realização de *setups*;
- Atividades com objetivos inerentes realizadas de modo independente;
- Desorganização das ferramentas nos locais de aguardo;
- Elevado número de pequenos ajustes nas máquinas;
- Profissionais responsáveis por grande número de atividades.

A partir dessa análise, foi estabelecido um planejamento de atividades fundamentado nas técnicas de TRF, com o objetivo alcançar reduções no tempo de *setup*. A Figura 4 apresenta os pontos de melhorias nos processos selecionados:

Processo		Melhoria	Descrição
1	Comunicação	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Treinamento de Supervisor de produção
2	Matéria Prima	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Treinamento de Supervisor de produção
3	<i>KIT</i>	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Operador de produção III
6	Transporte aéreo garrafa	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Treinamento de Auxiliares para realização de <i>setup</i> dos transportes e do <i>setup</i> do visor; - Individualização do <i>setup</i> dos grupos 1, 2 e 3 do transporte;
7	Sanitização	Conversão de <i>setup</i> interno em externo	- Substituição do Operador III por Auxiliar de Produção; - Treinamento de Auxiliar de Produção; - Alteração do procedimento de Instrução do Sistema Integrado (ISI);
12	Higienização Enchedora e Mixer		
13	Higienização Enchedora e Mixer	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Disponibilização de armário de ferramentas próximo à Enchedora;
15	Transporte de garrafa	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Substituição de parafusos do transporte de garrafa por fecho rápido;
16	Rinser	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Troca de Rosca sem fim, Guias e Estrelas de entrada e saída por maçaneta;
17	Enchedora / Mixer	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Treinamento e inclusão do Operador I; - Disponibilização de armário para guardar os tubos de ar; - Substituição de Estrelas de entrada e saída por maçaneta, ajuste de altura da Enchedora, - Substituição de Estrela e Guias do Arrolhador, - Ajuste de altura dos Pistons;
19	Visor	Redução do tempo de <i>setup</i> externo	- Substituir operador I por dois auxiliares de produção; - Treinamento de Auxiliar para realizar <i>setup</i> do visor.

Figura 4 - Detalhamento das melhorias propostas. Fonte: Autores

Levando-se em consideração que as atividades 7 e 12 são semelhantes e possuem a mesma finalidade, elas podem ser realizadas em paralelo pelo mesmo responsável.

## IMPLANTAÇÃO DA TRF

O próximo passo que a equipe realizou foi a implantação prática destas melhorias na Linha 01. A etapa inicial foi a realização do treinamento da equipe, baseado na nova ordenação de atividades, para a implantação dos novos procedimentos de *setup*, onde os membros da equipe foram treinados, com a finalidade de deixá-los com nível satisfatório de conhecimento técnico, de forma a garantir a sustentação e padronização do trabalho proposto, conscientizando sobre a importância da troca rápida de ferramenta e futuramente propondo novas melhorias para o processo.

Atividade	Tempo (hora:minuto:segundo)		SETUP		Redução do tempo de máquina parada (hora:minuto:segundo)	
	Antes	Depois	Interno	Externo		
1	Comunicação	01:00:00	01:00:00		x	00:60:00
2	Matéria Prima	00:40:00	00:40:00		x	00:40:00
3	Kit	00:20:00	00:20:00		x	00:20:00
4	Sopradora	00:45:09	00:45:09	x		
5	Rotuladora	00:40:32	00:40:32	x		
6	Transporte aéreo garrafa	00:45:12	00:24:39	x		00:20:33
7	Sanitização	00:10:09	00:10:09		x	00:10:09
8	Higienização Enchedora e Mixer	00:05:47	00:05:47	x		
9		00:20:53	00:20:53	x		
10		00:05:54	00:05:54	x		
11		00:30:13	00:30:13	x		
12		00:05:36	00:05:36		x	00:05:36
13		00:18:26	00:10:15	x		00:08:11
14		00:07:22	00:07:22	x		
15	Transporte de garrafa	00:14:05	00:07:18	x		00:06:47
16	Rinser	00:18:16	00:10:07	x		00:08:09
17	Enchedora / Mixer	00:22:34	00:13:03	x		00:09:31
18	Codificador	00:13:49	00:13:49	x		
19	Visor	00:07:59	00:04:07	x		00:03:52
20	Sicobe	00:08:03	00:08:03	x		
21	Empacotadora	00:24:11	00:24:11	x		
Redução total do tempo de máquina parada						03:12:48

Figura 5 - Novo quadro de tempos. Fonte: Autores

A comparação dos tempos de antes e depois da implantação das melhorias, bem como o novo tipo de *setup* e a redução do tempo de máquina parada, podem ser analisados na Figura 5.

Para redução do tempo de *setup* interno do transporte aéreo de garrafas, foi necessário individualizar o *setup* dos grupos 1, 2 e 3 do transporte aéreo, de forma que todos iniciem suas operações de forma simultânea.

Disponibilização de armários, em lugares estratégicos, para guardar as ferramentas de ajuste e tubos de ar, reduzindo os deslocamentos e o período para localização de peças.

Os parafusos Allen do transporte de garrafa foram substituídos por sistema de fecha rápido, não havendo mais a necessidade do uso de chave de aperto, conforme a Figura 6.



Figura 6 – Parafuso Allen (à esquerda) e fecha rápido (à direita). Fonte: Autores

Os parafusos das Estrelas de entrada e saída do Rinser e Enchedora por maçanetas, evitando o uso de chave e reduzindo o tempo por atividade, conforme Figura 7.



Figura 7 – Estrela com parafuso (à esquerda) e com maçaneta (à direita). Fonte: Autores

A partir dessas alterações no método de *setup*, pode-se comparar o tempo de *setup* antes e depois das melhorias para cada atividade, sendo possível calcular o tempo total reduzido. As melhorias realizadas serviram de base informativa para a próxima etapa.

## ANÁLISE DAS MELHORIAS IMPLANTADAS

A conversão das atividades 1, 2, 3, 7 e 12 para *setup* externo originou uma redução de 2h 15min 45s no tempo total de *setup* interno, pois passaram a ser realizadas com a máquina em funcionamento. O preparo das soluções sanitizantes e do sabão, ligados respectivamente às atividades 7 e 12, passou a ser realizado pelo Auxiliar de Produção de forma simultânea, reduzindo esses tempos de *setup* interno à zero.



Os treinamentos oferecidos aos funcionários acarretam em uma maior conscientização desses para a importância do conceito de TRF, cultivando um ambiente que objetiva o aumento da eficiência da produção, deixando-os mais aptos a elaborarem sugestões para futuras melhorias.

A partir da implantação dessas melhorias, houve uma redução de 3h 12min 48s no tempo de *setup*, acarretando uma diminuição de 41,54%. Isso totaliza uma redução anual média em torno de 787 horas.

A metodologia desenvolvida para realizar a TRF na Linha 01 mostrou-se eficaz e bem adaptada à empresa, podendo ser facilmente replicada nas demais linhas de engarrafamento.

## CONCLUSÃO

Apresentando uma proposta de melhoria através da definição e aplicação de uma metodologia TRF, o trabalho proposto visou à redução do tempo de *setup*, demonstrando a utilização de conceitos que proporcionaram excelentes resultados.

Após revisão bibliográfica, comparou-se 4 metodologias de TRF e definiram-se as seguintes etapas para aplicação na linha de envase: Formação da equipe de TRF; Escolha da linha de envase; Levantamento das operações e respectivos tempos; Análise das operações e oportunidades de melhoria; Separação do *setup* interno e externo; Implantação das melhorias; Treinamento da equipe de TRF e Padronização e conclusões. O método se mostrou eficaz.

Os treinamentos oferecidos aos funcionários acarretaram em uma conscientização desses para a importância do conceito de TRF, cultivando um comportamento que visa ao aumento da eficiência da produção, deixando-os mais aptos a elaborarem sugestões para futuras melhorias.

Considerando o amplo campo de operações que necessitavam de *setup* interno, buscou-se reduzi-las e amenizar os seus efeitos para a produtividade, de maneira que as melhorias implantadas não necessitaram de grandes investimentos por parte da empresa. Desse modo, através dos dados levantados no estudo, a equipe conseguiu reduzir 41,54% do tempo *setup*, de modo que o objetivo desta pesquisa foi plenamente alcançado, podendo ser estendido para as demais linhas de produção como forma de padronizar todas as operações de *setup* na empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTIN, M. R.; GUERTZENSTEIN, Viviane. Planejamento Avançado da Qualidade: Sistemas de Gestão, Técnicas e Ferramentas. Edição 1. ISBN: 978-85-508-0227-5. Páginas: 304. Ano Edição 2018. Editora Alta Books. Rio de Janeiro.
- ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. Gestão de processos e técnicas de produção enxuta. Edição 1. Ano Edição 2016. Páginas 159. Editora InterSaberes. Curitiba. Paraná. ISBN 978-85-443-0354-2
- CHIAVENATO, I. *Administração da Produção: Uma abordagem introdutória*. Elsevier: Rio de Janeiro. 2005.
- COSTA, A. H.; LIMA, J. F. G. & GOMES, M. L. B. *Redução do tempo de setup na produção de botas de PVC através da técnica TRF*. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 119-132, jan./mar. 2012.
- COSTA, C. A.; ZEILMANN, R. P. S. & MÁRCIO, S. *Análise de tempos de preparação em máquinas CNC*. Caxias do Sul. Disponível em [www.omundodausinagem.com.br/.../4/pesquisa\\_e\\_desenvolvimento.pdf](http://www.omundodausinagem.com.br/.../4/pesquisa_e_desenvolvimento.pdf). Acesso em 05 de junho de 2011.
- DEMING, W. E. *As chaves da excelência*. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1992.
- DETONI, S. R.; KOLLING, E. M.; KLAIS, R. G.; JUNIOR, M. J. S. & HEINRICH, C. E. *Implantação do sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) no processo de furação de peças em uma indústria moveleira*. Foz do Iguaçu. 2007. Disponível em [www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR570427\\_9402.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570427_9402.pdf). Acesso em 09 de fevereiro 2011.
- FOGLIATTO, F. S. & FAGUNDES, P. R. *Troca rápida de ferramenta: proposta metodológica e estudo de caso*. Porto Alegre. 2002. Disponível em [www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf). Acesso em 31 de março de 2011.
- JÚNIOR, C. & LUIZ, E. *Gestão do processo produtivo*. Ibpex, 2008.
- KRAFTA, L.; FREITAS, H.; MARTENS, C. D. P. & ANDRES, R. *O método da pesquisação: um estudo em uma empresa de coleta e análise de dados*. Porto Alegre: PPGA/EA/UFRGS. 2007. Disponível em [www.quantiquali.com.br/revista/artigos/artigo\\_metodo1\\_pesquisacao.pdf](http://www.quantiquali.com.br/revista/artigos/artigo_metodo1_pesquisacao.pdf). Acesso em 29 de março 2011.
- LEÃO, S. R. D. & SANTOS, M. J. *Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva*. Revista Produção Online, v.9, n.1, mar. de 2009.
- LIKER, J. K. & MEIER, D., *O modelo Toyota: Manual de Aplicação*. Bookman: Porto Alegre. 2007.
- MACKE, J. *A pesquisa-ação na discussão da pesquisa empírica em engenharia de produção*. Porto Alegre. Disponível em [www.producao.ufrgs.br/arquivos/.../392\\_pesquisa-acao\\_macke.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/.../392_pesquisa-acao_macke.pdf). Acesso em 28 de março de 2011.

MICHALISZYN, M. S. & TOMASINI, R. *Pesquisa: orientação e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos*. Vozes: Petrópolis – RJ. 2009.

MÜLLER, R. M. *Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup*. Curitiba. 2007. Disponível

em [www.pgmecc.ufpr.br/.../dissertacao\\_081\\_roger\\_mario\\_muller.pdf](http://www.pgmecc.ufpr.br/.../dissertacao_081_roger_mario_muller.pdf). Acesso em 07 de fevereiro de 2011.

NAVARRO, A. & VIEIRA, A. *Troca rápida de ferramenta: um estudo da aplicação na indústria automobilística*. Taubaté – SP. 2004. Disponível

em [www.ppga.com.br/mba/2004/navarro\\_amauri\\_aparicio\\_vieira.pdf](http://www.ppga.com.br/mba/2004/navarro_amauri_aparicio_vieira.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.

PACE, J. H. *O Kanban na prática*. Qualitymark: Rio de Janeiro. 2003.

PEREIRA, G. G. *Implantação de troca rápida de ferramentas na usinagem de peças automotivas*. Joinville. 2008. Disponível em [www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2008-01/2008\\_1\\_tcc16.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2008-01/2008_1_tcc16.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.

POPE, C. & MAYS, N. *Pesquisa qualitativa na atenção da saúde*. Artemed: Porto Alegre. 2009.

SATOLO, E. G. & CALARGE, F. A. *Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais*. *Exacta*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 283-296, jul./dez. 2008. Disponível em [redalyc.uaemex.mx/pdf/810/81011748011.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/pdf/810/81011748011.pdf). Acesso em 09 de fevereiro de 2011.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. Cortez: São Paulo. 2007.

SHINGO, S. *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Bookman: Porto Alegre. 1996.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: Uma Revolução dos Sistemas Produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

THIOLLENT, M. *Pesquisa-Ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

WIESE, D. *Implantação do conceito de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma empresa produtora de peças automobilísticas*. Joinville. 2007. Disponível

em [www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007\\_1\\_tcc01.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2007-01/2007_1_tcc01.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2011.



# Capítulo 4

## CUSTOS E PRAZOS ESTIMADOS VS REALIZADOS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO PROCESSO DE GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA NUMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR – IPES

[10.37423/200200180](#)

*Nayara Rodrigues Marques (UFV)*

*nayararoma@gmail.com*

*Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá (UFV)*

*tibirica@ufv.br*

**Resumo:** Programas do Governo Federal têm patrocinado muitas obras nos câmpus universitários de Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES), mas essas têm mostrado deficiências gerenciais na execução de projetos e obras de arquitetura e engenharia. Na construção dos edifícios nessas instituições, uma forma de minimizar custos e prazos é aplicar conhecimentos de gerenciamento de projetos. Com isso em tela, conduziu-se uma pesquisa numa IPES objetivando identificar problemas de gestão inerentes ao desenvolvimento e execução de projetos e obras de arquitetura e engenharia. A pesquisa pautou-se em análises baseadas nos documentos produzidos no processo de projeto e construção de três edificações destinadas ao ensino. Orçamentos e prazos estimados pela Instituição foram comparados com o que foi praticado pelas empresas vencedoras do certame licitatório. As análises mostraram que as estimativas orçamentárias se aproximaram dos valores executados pelas empresas, mas os prazos praticados foram discrepantes. De maneira ampla, foi possível identificar problemas relacionados a inconsistências no processo de projeto, além de problemas operacionais no monitoramento e controle da execução pela IPES, que não aplica conhecimentos e processos de gerenciamento.

Pôde-se concluir que a estrutura organizacional da IPES não contribui para a prática de gestão de projetos, demonstrando que é preciso realinhamento organizacional da instituição com vistas à criação de um ambiente propício à coordenação de projetos, capaz de prever riscos e elaborar estimativas, em especial de prazos, melhorando a sua atuação em termos de monitoramento e controle dos processos de projeto e construção de edificações.

**Palavras-chaves:** Gerenciamento de projetos, Construção Civil, Instituição Pública de Ensino Superior, Custos, Prazos.

## 1. INTRODUÇÃO

As condições do mercado da construção civil atuais mostram que nesse setor industrial não se tem investido o suficiente no processo de gerenciamento de projetos de arquitetura e engenharia, como forma de diminuir custos na execução de construções civis e de reduzir a ocorrência de falhas e incompatibilidades entre os projetos de arquitetura e de engenharia, a fim de se atingir o desempenho esperado com o produto.

O processo de projeto, no contexto da construção civil, é considerado como uma das interfaces mais complexas e um dos principais desafios para essa indústria (GRILLO; MELHADO, 2003). Entretanto, o desenvolvimento de habilidades de gerenciamento de projeto nesse setor industrial ainda tem sido um desafio e, cada vez mais, os empreendimentos exigem maior capacidade de gerenciamento e rigor técnico em sua elaboração.

Diante da realidade de que o projeto deve atender uma série de normas e regulamentos que aumentam a complexidade do seu desenvolvimento, o setor da construção civil brasileira tem perseguido níveis superiores nos seus sistemas de produção, como indústria, e as empresas e instituições ligadas a esse setor vêm sendo pressionadas a alterar seus processos de forma a adequar seus produtos às exigências do consumidor e do mercado.

Bertezini e Melhado (2004, p.1) afirmam que “uma parcela significativa dos problemas enfrentados durante a construção e o uso do edifício tem origem na má qualidade das informações fornecidas em projeto”. Nesse aspecto, podem ser destacados como problemas relacionados à qualidade do projeto:

- escopo inconsistente ou inexistente;
- dificuldade de envolver ou identificar os participantes no processo;
- falhas na comunicação e no fluxo de informações;
- trabalho não sistematizado e descoordenado;
- falta de padrões e procedimentos;
- incerteza em relação aos prazos;
- falta de registro das lições aprendidas e da documentação formal do processo.

Como é vital garantir a qualidade na elaboração do projeto para o sucesso na análise do ciclo de vida das construções, e como os métodos de gerenciamento existentes partilham o objetivo de aumentar a eficiência na produção, a adoção de políticas e sistemas de gestão e gerenciamento de projeto exerce

papel fundamental por sua influência direta nos resultados econômicos dos empreendimentos (MELHADO, 2005).

Para as construções civis, tais condições implicam em organização das informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos, elaboração de cronogramas, divisão de tarefas e planejamento do processo de forma geral. Para Melhado (2001, p.180),

a implantação dos programas de gestão e certificação da qualidade tem como 'eixo' a padronização, o controle e a melhoria dos processos, através da formalização e padronização dos procedimentos de execução e da monitoração e avaliação desses procedimentos.

Nessa linha de pensamento, a Figura 3. Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos

Fonte: adaptado do PMBoK (PMI, 2009).

mostra as áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos que ao serem aplicadas no processo de gestão de projetos conduzem à qualidade do produto e à integração de todo o processo.

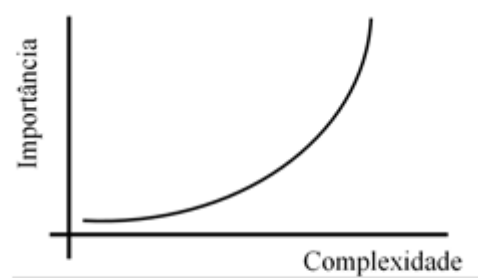


Figura 3. Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos

Fonte: adaptado do PMBoK (PMI, 2009).

O domínio dessas áreas de conhecimento é fundamental para o sucesso do empreendimento: quanto maior a sua complexidade, maior será a importância de sua aplicação na prática do gerenciamento de projetos de construções civis (PMI, 2009).

## 1.1 CONSTRUÇÕES CIVIS



Fonte: baseado no PMBOK, 2009.

Figura 2. Importância do gerenciamento de projetos

No Brasil, o setor da construção civil é responsável por aproximadamente 16% do PIB nacional (ICCB, 2005 *apud* UNIEMP, 2011), o que mostra a importância desse campo na economia do país. Edificações de diferentes tipologias são produzidas: habitacionais, comerciais e institucionais. Todas elas possuem restrições que direcionam o processo de projeto de acordo com as informações inerentes ao programa de necessidades, orçamento disponível, prazos requeridos e profissionais envolvidos no processo.

Independentemente da tipologia da construção e de a atividade de projetar possuir relação direta com o talento do projetista em transformar as necessidades do cliente ou do requerente do projeto, nem sempre conscientes e explícitas, o processo de projeto das edificações civis deve se realizar de modo coordenado, gerando soluções que atendam as expectativas do contratante e dos usuários e economia durante a execução e uso da edificação (MELHADO, 2005).

Para o processo de projeto transcorrer de forma satisfatória, é imprescindível que o ambiente organizacional no qual é desenvolvido proporcione condições favoráveis para que o resultado do produto -a edificação- possa produzir o melhor desempenho. Em particular, nas IPES isso se mostra cada vez mais necessário.

## 1.2 A CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS NAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR

Com a criação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), instituído pelo Governo Federal em abril de 2007, em reconhecimento ao papel estratégico das universidades públicas federais para o desenvolvimento econômico e social, o Governo Federal apresentou o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais Brasileiras -REUNI-, elaborado para “dotar as Universidades Federais das condições necessárias para a ampliação do acesso e permanência na educação superior” (BRASIL, 2007, p. 4). O programa propõe a implementação de novas construções

em todo o território nacional, abrangendo salas de aula, laboratórios e outras instalações que podem ser caracterizadas de forma geral como obras públicas.

Nesse contexto, os diversos câmpus universitários abrigam em seu território um conjunto de edifícios destinados ao ensino, para os quais constata-se a necessidade de se dar especial atenção quanto ao gerenciamento do processo de desenvolvimento e compatibilização de projeto. Face às limitações de pessoal de arquitetura e engenharia nos quadros das universidades federais, a prática de gestão de projetos para atender as exigências legais e de mercado é uma necessidade real.

Desenvolver um projeto alinhado com as discussões atuais a respeito dos conceitos de qualidade tem-se mostrado uma dificuldade diretamente relacionada às habilidades e ao conhecimento profissional adquirido pelos projetistas. Mills e Glass (2009, p.76) afirmam que “gerenciamento de projetos é entendido como a regulamentação e coordenação do processo projetual, que resultará em um edifício de alta qualidade” e observam que na maioria das vezes as falhas de projeto, ou o baixo índice de desempenho atingido pelas construções, decorrem da falta de gestão do processo por arquitetos e profissionais das áreas afins.

Ainda, segundo Mills e Glass (2009), entre as barreiras que impedem o sucesso de processos gerenciais estão as construtoras e muitos clientes que se acomodam em antigos sistemas, ou permanecem estagnados em antigas práticas, além da baixa disposição desse setor industrial em mudar e desenvolver novas tecnologias.

Considerando que o sucesso do empreendimento depende, em grande parte, do conhecimento próprio de seus elaboradores e dos patrocinadores da sua realização, uma necessidade no setor de construção civil é descobrir formas de desenvolver habilidades e difundir o conhecimento adquirível, além de promover políticas estimuladoras da construção fundamentada em parâmetros de gerenciamento de projetos e processos que garantam a sua qualidade.

Pesquisadores como Silva, Silva e Agopyan (2003) afirmam que todas as partes de uma construção necessitam de informações claras e ordenadas para que as empresas responsáveis pela produção do ambiente construído avaliem seu desempenho econômico, ambiental e social. Isso reforça a importância de se desenvolver habilidades de gestão e aplicá-las ao processo de projeto, para que seja possível entender e obter o comprometimento quanto aos objetivos, produtos, escopo, risco, custo e enfoque do projeto. Afinal, a gestão inicia-se com o planejamento, estabelecendo os parâmetros de desenvolvimento do projeto, e termina com a produção de uma documentação completa, que geram a construção de um edifício (LIU, OLIVEIRA, MELHADO, 2011).

Segundo o Manual de Obras Públicas do Tribunal de Contas da União –TCU– (BRASIL, 2009), o projeto básico, produto do processo de projetos e utilizado no processo licitatório, é considerado o elemento mais importante na execução de obra pública. O TCU apresenta recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas e diz que falhas em sua definição podem dificultar a obtenção do resultado almejado pela Administração, uma vez que tem como um de seus requisitos possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos executivos e do prazo da execução.

### 3. OBJETIVO

Identificar problemas de gestão relacionados com custos e prazos no processo de projetos de arquitetura e engenharia e de execução de ambientes construídos numa instituição pública de ensino superior.

### 4. METODOLOGIA

A pesquisa teve como objeto de estudo a gestão do processo de projeto de edificações numa IPES, as relações entre agentes promotores e projetistas, e demandou uma abordagem sociotécnica da concepção do empreendimento e da realização dos projetos, envolvendo não só o conhecimento técnico de cada atuante, mas principalmente as relações organizacionais e as tecnologias que incidem sobre o processo de elaboração do projeto.

A abordagem sociotécnica direcionadora da pesquisa implica no tratamento dos seguintes aspectos temáticos: o dos conhecimentos técnicos e tecnológicos, que considerou a base científica e a sistematização do saber empírico envolvido no processo projetual, e, o dos critérios de natureza social, econômica, jurídica e cultural, que teve como pauta as inter-relações entre os diversos agentes envolvidos no processo de projeto de edificações civis em instituições públicas de ensino superior.

Mediante investigação comparativa, foram analisados os projetos de arquitetura e engenharia desenvolvidos para três novas edificações do Programa REUNI de uma IPES mineira, elaborados pela IPES até a etapa de Projeto Básico, ou seja, “etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, ainda não completadas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das atividades técnicas necessárias e suficientes à licitação (contratação) dos serviços de obras correspondentes” (ABNT NBR 13531:1995), e também os respectivos projetos executivos, desenvolvidos por uma empresa de projetos, por concorrência pública.

Edifício	Superestrutura	Infraestrutura	Nº Pavimentos	Área (m <sup>2</sup> )
A	concreto armado	sapatas em concreto armado	2	1.274,41
B	concreto armado	estacas concreto armado	5	4.991,42
C	estrutura metálica	estacas metálicas	5	3.430,54

Fonte: Pró-Reitoria de Administração da IPES – PAD – (2011)

Notas:

A: Edifício para atender estudantes do 2º grau – Colégio de Aplicação

B: Edifício para atender a área da Saúde – Medicina e Enfermagem

C: Edifício para atender a área da Licenciaturas – Física, Matemática, Química e Biologia

Quadro 1– Caracterização sintética dos edifícios analisados

Os projetos foram selecionados por possuírem programas de necessidade complexos, que abrangem salas de aulas, gabinetes de professores, laboratórios e salas de preparo de material que demandam atenção especial. A existência de diversos subsistemas que compõem a edificação faz com que o número de envolvidos no processo de projeto seja maior, o que aumenta a necessidade de se aplicar conceitos de gerenciamento durante as fases de projeto, com vistas à obtenção de um processo de produção mais coordenado e com menos incompatibilidades.

Com relação ao nível de precisão de projetos, para o estabelecimento de custos, podem-se tomar por base as informações do Fonte: Tribunal de Contas da União (Brasil, 2009)

Quadro 2.

Tipo	Precisão	Margem de erro	de Projeto	Elementos necessários
Avaliação	Baixa	30%	Anteprojeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área construída</li> <li>Padrão de acabamento</li> <li>Custo unitário básico</li> </ul>
Orçamento sintético	Média	10 a 15%	Projeto básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantas principais</li> <li>Especificações básicas</li> <li>Preço de referência</li> </ul>
Orçamento analítico	Alta	5%	Projeto executivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantas detalhadas</li> <li>Especificações completas</li> <li>Preços negociados</li> </ul>

Fonte: Tribunal de Contas da União (Brasil, 2009)



## Quadro 2. Nível de Precisão de Projetos

Outro critério na escolha dos projetos analisados foi seus sistemas estruturais, sendo dois em concreto armado e um em estrutura metálica. Isso, porque cada sistema estrutural apresenta peculiaridades em seu desenvolvimento e execução do projeto. Os projetos em estrutura metálica exigiram maior rigor em sua elaboração e precisão por serem suas peças pré-fabricadas e chegarem prontas para a montagem no canteiro de obras, deixando a etapa de execução mais rápida. Quanto às estruturas em concreto armado, tradicionalmente costumam ter sua execução mais morosa, uma vez que seus componentes são produzidos e executados no canteiro. Pinho (2009, p. 01) afirma que “sem dúvida a mais forte característica das estruturas de aço é a rapidez, diferentemente da construção convencional que normalmente tem o caminho crítico na fase da estrutura e acaba por limitar a velocidade da obra”, e alega que com um cronograma bem elaborado é possível reduzir o tempo da obra em até 40% quando comparado aos sistemas convencionais.

Dessa maneira, a escolha de diferentes sistemas permite analisar se o tempo e os custos estimados para a execução das etapas em projeto são coerentes com o que foi executado e o que se esperava, em detrimento do sistema estrutural escolhido.

A estrutura organizacional da IPES em questão também foi analisada, por meio das interações entre a Pró-Reitoria de Administração (PAD) e a Diretoria de Projetos e Obras (DPO), órgãos da IPES responsáveis pelo planejamento das obras, seja de forma tática, técnica ou operacional.

Com as peças gráficas produzidas nas etapas de projetos básico e executivo, foram elaboradas planilhas orçamentárias e cronogramas de execução, fornecidos pela PAD/DPO e utilizados no desenvolvimento e análise deste trabalho.

## 5. RESULTADOS

De forma geral, a análise dos documentos produzidos pelos órgãos competentes da universidade estudada mostrou que ocorreram muitos aditivos durante o processo de execução da obra, por parte das empresas construtoras. Tratou-se de aditivos de tempo e custo que prolongaram as obras e geraram diferentes tipos de ônus para a IPES em relação ao previsto no projeto básico. A responsabilidade desses acréscimos pode ser dividida entre os executores e a Universidade, por questões explicitadas à frente.

- **Edifício A**

A construção do Edifício A foi feita em duas etapas na modalidade preço unitário. Em cada uma, a empresa vencedora do certame licitatório para a execução apresentou orçamento inferior ao da IPES: 10,1% na Etapa 1 e 9,3% na Etapa 2.

Na realização da Etapa 1, abrangendo serviços de infra e superestrutura em concreto armado, houve aditivos de tempo e valor, devidos principalmente a fatores climáticos e a dificuldades com mão de obra de construção civil na região. Os aditamentos de prazo implicaram acréscimo de 165,8% ao previsto no contrato original e os de valor resultaram em redução do custo previsto pela IPES em 9,5%.

Na Etapa 2, compreendendo os fechamentos, as instalações prediais e os acabamentos, também houve aditivos de tempo e valor, pelos mesmos motivos. Aditamentos no prazo implicaram 150,0% a mais no tempo previsto pela IPES para essa etapa e os de valor resultaram em redução de 1,8% do custo previsto pela IPES.

Se por um lado o custo final total da construção ficou 5,1% abaixo do orçado pela IPES (R\$1.044,21/m<sup>2</sup>), por outro, o prazo foi 157,0% além do prazo contratado. Uma análise mais detalhada de todo o processo mostrou falhas de gestão no estabelecimento de prazos e na leitura das condições do mercado, na fase de projetos de arquitetura e engenharia pela IPES, a isso se somando problemas operacionais no monitoramento e controle da execução.

Prédio	Etapa	Item	Custos (R\$)			Prazos de Execução (dias)
			PAD [A]	Empresa contratada	Diferença [C]=[B-A] (%)	Empresa contratada
				Custo do Item [B]		Prazo
A	1*	Contrato original	609.176,65	547.844,16	-10,1%	120
		Aditivos	-	3.163,22	-	199
		<b>Total Etapa</b>	<b>609.176,65</b>	<b>551.007,38</b>	<b>-9,5%</b>	<b>319</b>
	2**	Contrato original	793.718,03	720.289,57	-9,3%	150
		Aditivos	-	59.459,77	-	225
		<b>Total Etapa</b>	<b>793.718,03</b>	<b>779.749,34</b>	<b>-1,8%</b>	<b>375</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1.402.894,68</b>	<b>1.330.756,72</b>	<b>-5,1%</b>	<b>694</b>	

Fonte: PAD (2011)

Notas:

\*Etapa 1 - Acompanhamento de Obra; Serviços Iniciais e Instalações do Canteiro; Movimentações de Terra; Serviços de infraestrutura em concreto armado; Serviços de Superestrutura em Concreto Armado (primeiro pavimento e cobertura); Impermeabilização.

\*\*Etapa 2 - Acompanhamentos de Obra; Serviços Iniciais e Instalação do Canteiro; Impermeabilizações; Paredes e Painéis; Revestimentos de Paredes Internas e Externas; Forros; Corrimão e Guarda-Corpo; Esquadrias Metálicas, de Vidro Temperado e de Madeiras; Instalações Elétricas e de Telecomunicações; Instalações de SPDA; Circuito Fechado de TV; Bancadas e Divisórias de Granito; Instalações Hidráulicas e Sanitárias; Instalações de Combate a Incêndio; Cobertura; Pisos, Soleiras, Peitoris e Rodapés; Pinturas; Louças, Metais, Equipamentos e Acessórios; Vidros e Similares; Serviços Complementares e Limpeza da Obra.

Tabela 1 - Comparativo de custos e prazos por etapa – Edifício A

- **Edifício B**

*O edifício B, uma obra também em concreto armado, teve a sua execução dividida em três etapas, todas na modalidade preço unitário. No certame licitatório de cada etapa, a proposta de cada empresa vencedora ficou abaixo da orçada pela IPES (Tabela 2). Durante a execução da primeira etapa, houve decisão institucional de acrescentar um pavimento, o que não causou efeitos na etapa 1, pelo fato de as fundações terem sido dimensionadas para suportar quatro pavimentos.*

*A Etapa 1 compreendeu a realização de todos os serviços de fundação (estaqueamento, blocos e vigas) e requereu aditivos de tempo e valor, motivados por fatores climáticos, dificuldades com mão de obra de construção civil na região e problemas técnicos da própria empresa. Os aditamentos ao prazo previsto na licitação implicaram na dilação do tempo de obra em 202,5%; os de valor ocorreram por pequena supressão de itens e serviços considerados desnecessários e tornaram o custo final da etapa 20,0% abaixo do orçado pela IPES.*

*Na Etapa 2, compreendendo a superestrutura em concreto armado e alvenaria, houve aditivos para dilação do prazo de execução da obra, implicando num tempo 105,8% maior que o estimado pela IPES no edital de concorrência. Fatores climáticos e escassez de mão de obra foram justificativas para extensão do prazo. O custo final dessa etapa foi o da proposta apresentada pela empresa no certame licitatório.*

*Quanto à Etapa 3, destinada à finalização da obra, estava 85% concluída quando da conclusão da coleta de dados da pesquisa, e não indicava necessidade de dilação de prazo nem de aditamento ou supressão do valor contratado.*

Prédio	Etapa	Custos (R\$)				Prazos de Execução (dias)
		Item	PAD [A]	Empresa contratada	Diferença [C]=[B-A] (%)	Empresa contratada
				Custo do Item [B]		
B	1*	Contrato original	1.104.088,43	927.845,47	-16,0%	120
		Aditivos	-	-44.773,33	-	243
		Total Etapa	1.104.088,43	883.072,14	-20,0%	363
	2**	Contrato original	2.132.550,14	1.996.942,89	-6,4%	240
		Aditivos	-	-	-	254
		Total Etapa	2.132.550,14	1.996.942,89	-6,4%	494
	3***	Contrato original	5.257.742,89	4.669.973,67	-11,2%	300
		Aditivos	-	-	-	-
		Total Etapa	5.257.742,89	4.669.973,67	-11,2%	300
	<b>TOTAL</b>		<b>8.494.381,46</b>	<b>7.549.988,70</b>	<b>-11,1%</b>	<b>1157</b>

Fonte: PAD (2011)

\*Etapa 1 - Acompanhamento de Obra; Serviços Iniciais e Instalações do Canteiro; Movimentações de Terra; Estaqueamento; Serviços de Infraestrutura e Superestrutura (blocos de fundação, vigas baldramas e laje do piso 2); Impermeabilização.

\*\*Etapa 2 - Acompanhamento de Obra; Serviços Iniciais e Instalações do Canteiro; Serviços de Superestrutura em Concreto Armado (Térreo 2, primeiro, segundo, terceiro, quarto pavimento e escadas); Alvenaria.

\*\*\*Etapa 3 - Acompanhamento de Obra; Cobertura; Impermeabilizações; Paredes e Painéis; Revestimento de Paredes Internas e Externas; Forros; Corrimão e Guarda-Corpo; Esquadrias Metálicas, de Madeira, de Vidro Temperado e Brise; Instalações Elétricas, de Telecomunicações e de SPDA; Circuito Fechado de TV; Bancadas e Divisórias em Granito; Instalações Hidráulicas e Sanitárias; Instalações Especiais - Sistema de Combate a Incêndio e Gases; Pisos, Soleiras, Peitoris e Rodapés; Pinturas; Louças, Metais, Equipamentos e Acessórios; Vidros e Similares; Serviços Complementares e Limpeza da Obra.

Tabela 2- Comparativo de custos e prazos por etapa – Edifício B

No geral, considerando o cumprimento da etapa 3 rigorosamente como contratada, o custo final da obra fica 11,1% abaixo do orçado pela IPES (R\$1.512,59/m<sup>2</sup>), enquanto o tempo total de execução da obra ultrapassa 75,3% o estimado pela IPES nas licitações. No presente caso, uma análise mais detalhada de todo o processo também mostrou falhas de gestão no estabelecimento de prazos e na leitura das condições do mercado, na fase de projetos de arquitetura e engenharia pela IPES, assim como se detectou problemas operacionais no monitoramento e controle da execução pela IPES.

- **Edifício C**

Dentre as obras analisadas, o Edifício C foi o único em estrutura metálica. Sua execução foi dividida em três etapas (Tabela 3), na modalidade preço unitário. Em todas elas, a empresa vencedora do certame licitatório para a execução apresentou proposta menor que o da IPES. Por motivos ambientais, foi necessário deslocar esse prédio quando a execução da etapa 1 já estava contratada. Tal decisão demandou redimensionamento das fundações.

Na realização da Etapa 1, as mudanças impostas por motivo ambiental requereram aditivos de prazo e de valor: os de prazo elevaram o tempo de execução da etapa em 50,0% e os de valor imputaram um acréscimo de 22,6% no custo final da etapa 1. Como aditamentos estão legalmente limitados a 25% do valor contratado e por não terem sido concluídos todos os serviços de infraestrutura, optou-se por uma nova licitação para complementar esta etapa.

Na etapa 2 foram complementados os serviços de infraestrutura. Questões técnicas de equipamentos e fatores climáticos demandaram aditivo de prazo, o que aumentou em 102,2% o tempo de execução estimado pela IPES.

A Etapa 3, referente à execução da estrutura metálica, estava licitada, mas a execução não havia sido iniciada no fechamento da coleta dos dados da pesquisa.

Com os dados das Etapas 1 e 2, novamente se constata que os custos finais dessas etapas ficaram 7,2% menor que o orçado pela IPES, mas o prazo excedeu em 72,3% o estimado pela IPES. Ao se analisar todo o processo das etapas 1 e 2 do Edifício C, foi possível identificar falhas de gestão da IPES na fase de projetos de arquitetura e engenharia, além de problemas operacionais no monitoramento e controle da execução pela IPES.

Prédio	Etapa	Item	Custos (R\$)			Prazos de Execução (dias)
			PAD [A]	Empresa contratada Custo do Item [B]	Diferença [C]=[B-A] (%)	Empresa contratada Prazo
C	1*	Contrato original	422.815,52	409.818,36	-3,1%	120
		Aditivos	-	92.718,25	-	60
		<b>Total Etapa</b>	<b>422.815,52</b>	<b>502.536,61</b>	<b>18,9%</b>	<b>180</b>
	2**	Contrato original	248.380,49	217.939,34	-12,3%	90
		Aditivos	-	-	-	92
		<b>Total Etapa</b>	<b>248.380,49</b>	<b>217.939,34</b>	<b>-12,3%</b>	<b>182</b>
	3***	Contrato original	2.623.825,20	2.336.853,82	-10,9%	150
		Aditivos	-	-	-	-
		<b>Total Etapa</b>	<b>2.623.825,20</b>	<b>2.336.853,82</b>	<b>-10,9%</b>	<b>150</b>
<b>TOTAL</b>		<b>3.295.021,21</b>	<b>3.057.329,77</b>	<b>-7,2%</b>	<b>512</b>	

Fonte: PAD (2011)

\*Etapa 1 - Acompanhamento de Obra; Serviços Iniciais e Instalação do Canteiro; Demolições e Movimentação de Terra; Estaqueamento; Serviços de Infraestrutura em Concreto Armado (Blocos de fundação e cintas); Impermeabilização.

\*\*Etapa 2 - Acompanhamento de Obra; Serviços Iniciais e Instalações do Canteiro; Movimentação de Terra; Serviços de Infraestrutura em Concreto Armado; Impermeabilizações; Rede de Abastecimento de Água; Serviços Complementares Externos e Limpeza da Obra.

\*\*\*Etapa 3 - Acompanhamento de Obra; Superestrutura em Estrutura Metálica.

Tabela 3 - Comparativo de custos e prazos por etapa – Licenciaturas

- Fluxo de projetos, aquisições e impactos nos custos e prazos na construção de edificações na IPES estudada

Da análise das três obras

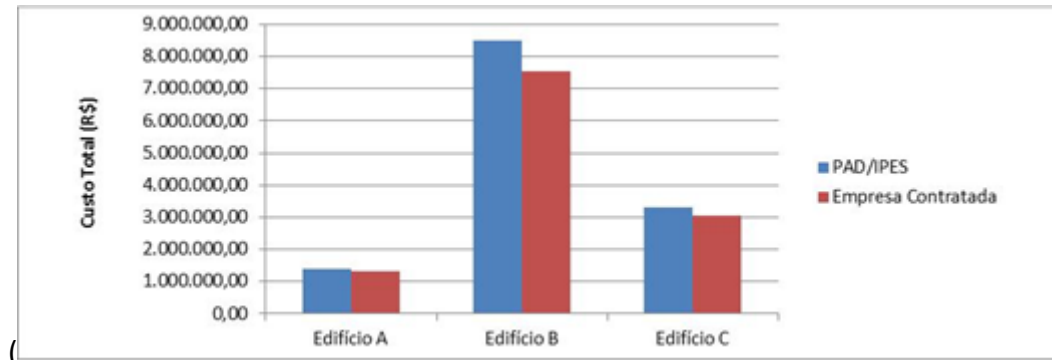


Figura ), pode-se dizer que os orçamentos elaborados pela IPES estão dentro da faixa de variação admissível para projetos executivos, segundo o TCU (Quadro 2).

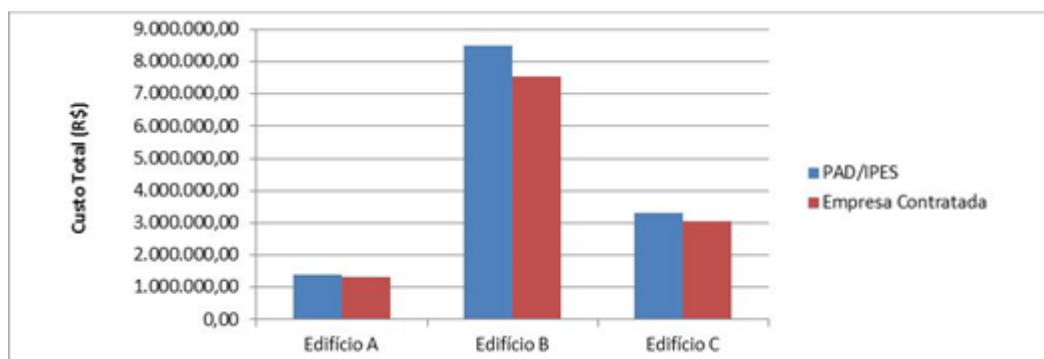


Figura 3. Comparativo de Custo Total: PAD/IPES x Empresa contratada

Fonte: PAD (2011)

Quanto à previsão de prazos (Figura ), a IPES precisa rever seus procedimentos de estimação: em todas as obras o tempo de execução foi praticamente o dobro do estimado.

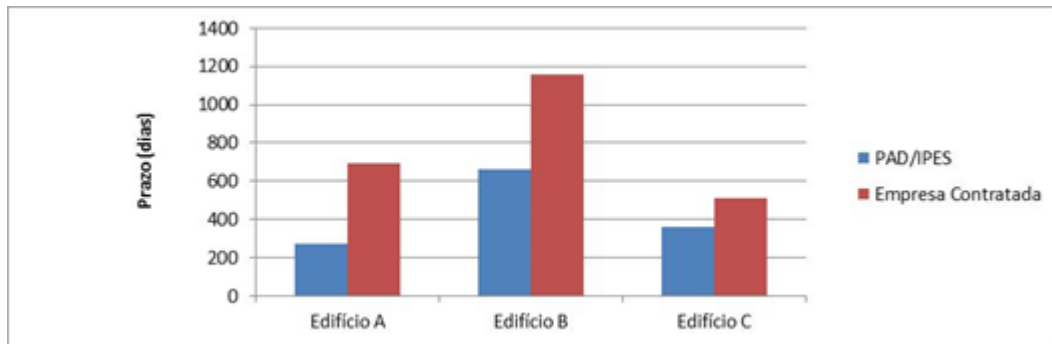


Figura 4. Comparativo de Prazo Total: PAD/IPES x Empresa contratada

Fonte: PAD (2011)

Entre as justificativas para os pedidos de adição de prazo pelas empresas encarregadas da execução, que poderiam ser evitados, estão: mudança do posicionamento da fibra ótica e de cabos de energia elétrica no Edifício C e interferência da rede de água pluvial e esgoto do prédio próximo à construção do Edifício A. Dentre as justificativas que mais apareceram nos requerimentos de aditivos de prazo está o volume excessivo de chuvas.

O fluxo processual para realização de serviços e obras nas áreas de arquitetura e engenharia existente na IPES foi também analisado (Figura 5). Verificam-se procedimentos não sistêmicos. Diante dessa realidade, há um cenário potencialmente favorável à aplicação de conhecimentos organizacionais de gestão de projetos no campo da arquitetura e da engenharia na IPES. Conseqüentemente, aspectos como a gestão de integração, de escopo, de tempo, de custo, de qualidade, de risco, de aquisições, de recursos humanos e de comunicações, referentes ao corpo de conhecimentos em gerenciamento de projetos, são desconhecidos ou apresentam-se defasados.



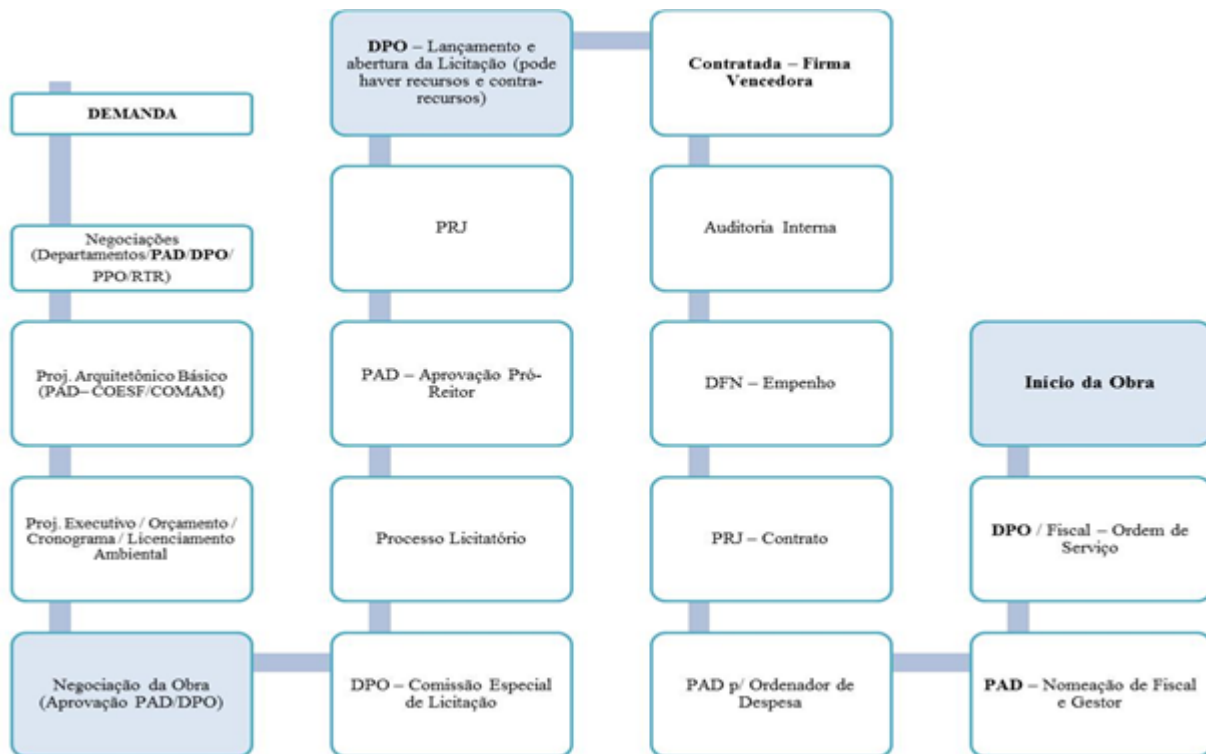


Figura 5. Fluxograma para execução de obras na IPES. Fonte: PAD (2011)

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à análise de estimativa orçamentária das obras, foi possível constatar que os valores de orçamento apresentados pela IPES foram próximos aos valores finais das obras.

Todavia, os prazos de execução previstos nos cronogramas da PAD/IPES foram consideravelmente discrepantes do realizado. Por parte das empresas contratadas, a aparente ausência de conhecimento do local de implantação das obras e a desconsideração de fenômenos naturais, como o regime regional de chuvas, contribuem para solicitações de Termos Aditivos de prazo.

Observou-se que o aumento dos prazos de execução das obras analisadas foi tão grande que mesmo no Edifício C, em infra e superestrutura metálicas, e com fundações em estacas metálicas, não foi possível tirar proveito da velocidade construtiva das obras em estrutura de aço.

Além disso, constatou-se que a estrutura organizacional em vigência não propicia a prática de gerenciamento de projetos. Parte das inconsistências em relação aos prazos que se mostraram divergentes do estimado no projeto básico é consequência dessa ausência de gerenciamento, que gera também deficiência no monitoramento e no controle da execução.



Portanto, é importante que exista uma estrutura organizacional que considere e agregue a prática de gestão e que incentive a ampliação das habilidades dos profissionais responsáveis pelo processo de projetos de arquitetura e engenharia. Dessa maneira será possível viabilizar um ambiente capaz de prever riscos, gerir de forma eficiente a comunicação e elaborar estimativas de custo ainda mais precisas, por meio do desenvolvimento de cronogramas de execução mais coerentes, capazes de prever eventuais situações 'surpresas', muitas das vezes ditas imprevistos, que possam surgir durante a fase de execução dos projetos de arquitetura e engenharia.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13531- Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas*. Rio de Janeiro, 1995.

BERTEZINI, A. L.; MELHADO, S. B. *Mecanismos de avaliação do processo de projeto de arquitetura: estudo de caso*. 8 p. In: IV Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2004. Anais. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. *REUNI - Reestruturação e Expansão das Universidades Federais- Diretrizes Gerais*, SESu/MEC 2007. Disponível

em:<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf>. Acesso em: 15 jun 2010.

BRASIL. *Tribunal de Contas da União. Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas* /Tribunal de Contas da União. 2ª ed. Brasília: TCU, SECOB, 2009.

GRILLO, L. M.; MELHADO, S. B. *Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na indústria da construção de edifícios*. In: III Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2003. Anais (CD-ROM). Belo Horizonte, 2003.

LIU, A. W.; OLIVEIRA, L. A.; MELHADO, S. B. *A gestão do processo de projeto em arquitetura*. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. (Org). *O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Cap. 3, p. 64-79.

MELHADO, S. B. (Coord.). *Coordenação de projetos de edificações*. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, S. B. *Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios*. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MILLS, F. T; GLASS, J. *The constructions design manager`s role in delivering sustainable Buildings*. Architectural Engineering and Design Management. Reino Unido, 2009.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok® Guide)*. 4<sup>th</sup> ed. Project Management Institute, 2009.

PINHO, F. O. *Quando Construir em Aço*. Gerdau, 2009. Disponível em: [www.gerdau.com.br/arquivos-tecnicos/20.brasil.pt-BR.force.axd](http://www.gerdau.com.br/arquivos-tecnicos/20.brasil.pt-BR.force.axd) . Acesso em: 23 fev 2012.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. *Avaliação de edifícios no Brasil: definição de indicadores de sustentabilidade*. In: Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2003. Anais. São Carlos, 2003.p-11.

UNIEMP. *Construção civil resiste à industrialização*. In: ICCB, 2005. Disponível em: <http://www.uniemp.org.br/seminarios/index.html>. Acesso em 22 maio 2011.

# Capítulo 5

## UTILIZAÇÃO DO MASP EM SETOR DE POLIMENTO DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

[10.37423/200200184](#)

*Ederson Benetti Faiz (Faculdades Integradas de Taquara - Faccat - Taquara - RS - Brasil).*

*José de Souza (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

*Frederico Sporket (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

**Resumo:** Este artigo apresenta a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) na redução de perdas e na busca de maior produtividade do setor de polimento de peças forjadas. A redução da demanda de ferramentas manuais, como o martelo forjado, provocou redução na utilização da estrutura instalada e, conseqüentemente, a diminuição da mão de obra. O objetivo do trabalho foi identificar oportunidades de melhorias relacionadas à produtividade da linha de lixa e polimento, bem como à organização do setor, contribuindo para melhor desempenho desta área para o desenvolvimento e a manutenção da competitividade da empresa. A metodologia utilizada foi um estudo de caso de natureza aplicada. A partir da análise das perdas e da utilização de ferramentas da qualidade, foi possível propor ações aplicadas de forma simples e de baixo custo, oportunizando melhorias na organização do setor, redução dos tempos de produção, bem como diminuição dos riscos ergonômicos.

**Palavras-chave:** MASP. Produtividade. Melhoria de processo. Polimento.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de martelos forjados da empresa deste estudo foi em torno de 312.000 peças, no ano de 2009, e despencou à quantia de 91.000 peças, no ano de 2015. Essa queda na demanda provocou a redução da estrutura instalada e, conseqüentemente, a diminuição da mão de obra contratada. Na busca pela retomada do crescimento, a empresa planeja a introdução de novos produtos, bem como a fabricação de produtos atualmente adquiridos de terceiros. Dessa forma, também passaria a utilizar a estrutura instalada, mantendo a mão de obra contratada. A mão de obra empregada tanto no setor de forja quanto no de lixa e polimento é de difícil contratação, devido ao ambiente de trabalho, sujeito a ruídos e a temperaturas elevadas em relação à oferta de empregos oferecidos pelo setor turístico da região.

Os objetivos deste foram a aplicação das etapas do MASP (Método de Análise e solução de Problema), adaptado de Campos (2004), almejando a identificação das perdas no processo de polimento, bem como, a utilização do programa 5S, focando nos três primeiros sentidos de utilização, organização e limpeza.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Oliveira e Santos (2015), o método busca a raiz das falhas através da aplicação de diversas ferramentas da qualidade, identificando a solução mais eficaz e adequada para os problemas. Para Silva e Souza (2014), o método aumenta a probabilidade de soluções satisfatórias. Para Oliveira e Toledo (2008), a metodologia MASP pode ser aplicada para detecção de um problema ou no intuito de melhorar o processo, buscando a otimização de novas formas ou técnicas de produção. No processo de fabricação de martelo por forjamento, o material utilizado é o aço SAE 1045 cortado em tarugos. Segundo Romeu *et al.* (2013), o material cortado é levado a fornos de combustão, onde é submetido a elevadas temperaturas que podem chegar a 1200°C, sendo, posteriormente, conformado através de matrizes abertas inseridas em martelos de queda. Segundo Schaeffer (2006), na matriz aberta, o material é comprimido entre a matriz superior e a matriz inferior.

Segundo Ramos (2011), o aquecimento em fornos de combustão acarreta na formação de carepas na superfície da peça, devido à longa exposição sob alta temperatura. Devido a isso, a peça é submetida ao processo de jateamento. Conforme Serizawa e Gallego (2005), o *shot peening*, nome técnico dado ao processo de jateamento, é definido como o tratamento mecânico de superfície a frio de peças

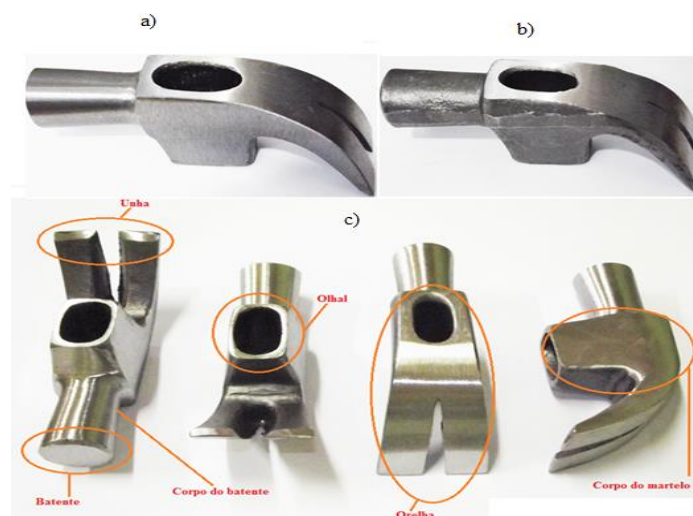
metálicas, resultante do impacto de partículas esféricas metálicas acionadas por ar comprimido ou rotação, permitindo o acabamento da superfície.

No passo seguinte a esse processo, as peças são enviadas para o setor de lixa e polimento,. Conforme Ramos (2011), a peça forjada é submetida ao processo de usinagem, objetivando a remoção de material sobressalente, obtendo a peça em sua forma final desejada. Segundo Alves *et al* (2010), o processo de lixamento prepara a superfície para aplicação de acabamentos como tintas e vernizes. Segundo Sadoski (2014), o polimento pode consistir em uma primeira etapa em processo mais grosseiro, removendo sulcos e riscos provenientes do corte ou desbaste, utilizando lixas com granulometria variável. Na segunda etapa de acabamento fino, é utilizado lixas com granulometria decrescente ou pastas abrasivas como pasta de diamante, que visa a um acabamento superficial isento de riscos.

### 3. METODOLOGIA

No setor de forja ficam estocados as peças que seguem para o lixamento e polimento mediante ordem de produção. As peças produzidas recebem dois acabamentos. O primeiro é o modelo polido, conforme a Figura 1a, onde toda a peça, depois do jateamento, passa por rebolo e lixa, recebendo acabamento polido. O segundo é o modelo jateado, conforme Figura 1b, onde apenas o batente, olhal e orelha passam pela lixa, e o restante do corpo do martelo fica com acabamento bruto, livre das carepas e cascas da forja pelo processo de jateamento. Na Figura 1c, é possível identificar as partes do martelo, que representam etapas do processo de lixa e polimento.

Figura 1 – Modelos (a e b) e partes do martelo (c)

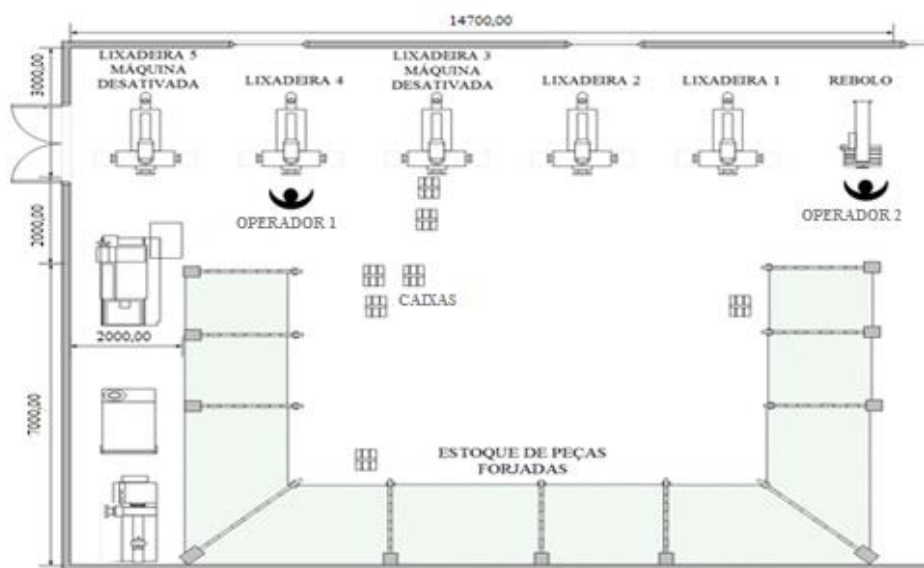


O martelo polido é o modelo que demanda mais tempo e mais etapas de produção. A peça passa por quatro máquinas, sendo necessárias oito etapas para sua produção, e seu tempo de processamento é de aproximadamente 140 segundos por peça. O martelo jateado, por sua vez, utiliza três máquinas, necessitando quatro etapas para sua produção, e seu tempo de processamento é de aproximadamente 23 segundos por peça.

Para as etapas onde é lixada a orelha do martelo e o corpo do martelo, faz-se necessária a utilização de suportes, utilizados para que o funcionário possa realizar maior pressão da peça contra a lixa abrasiva utilizada no processo, permitindo, assim, o desbaste da peça. Além disso, o suporte é responsável pelo acabamento do desbaste do topo da orelha do martelo e correções de imperfeições no processo de forja causadas pelo desgaste dos blocos.

O *layout* inicial do setor era composto por cinco lixadeiras tipo cinta, cada uma comportando dois postos de trabalho e um rebolo, conforme a Figura 2. Das cinco lixadeiras, duas estavam desativadas, mas permaneciam no *layout* da linha de produção.

Figura 2 – *Layout* inicial do setor de lixa e polimento

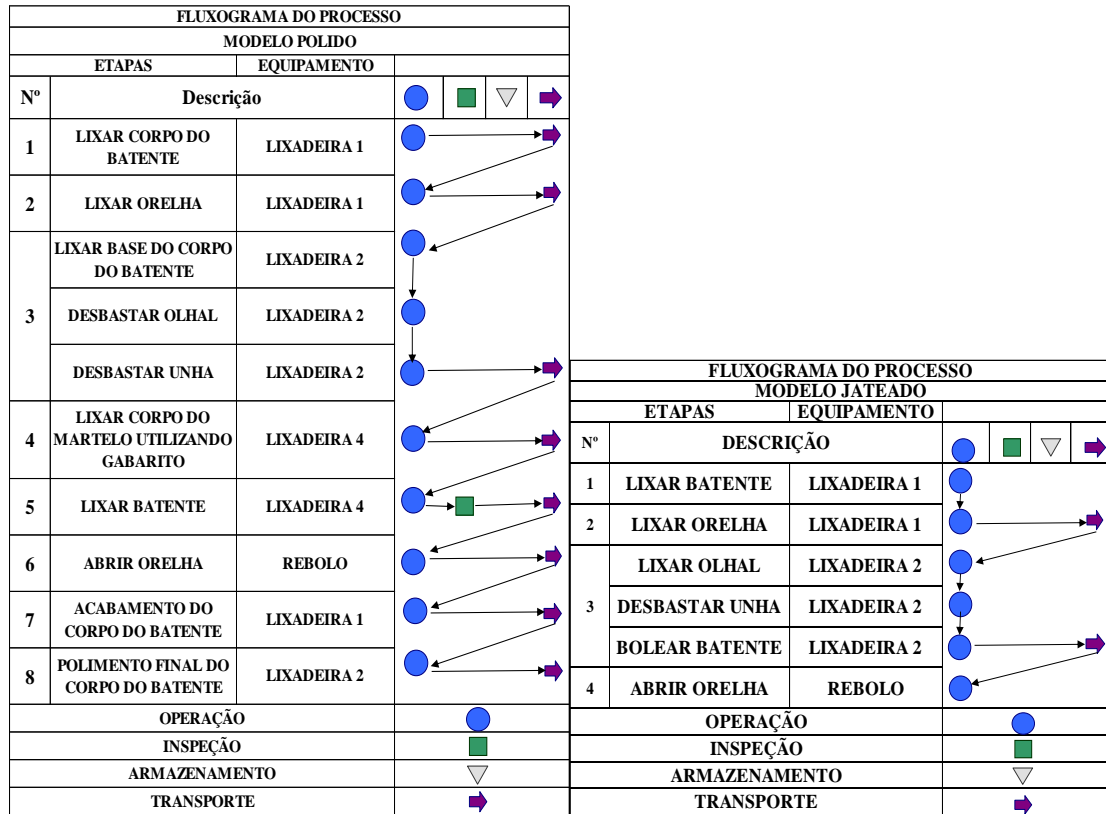


A redução da mão de obra empregada, devido à baixa na demanda dos produtos forjados que passam pelo setor, acarretou em uma alteração no fluxo de produção. O número de funcionários passou para dois, mas a estrutura e a forma de produção não sofreram ajustes necessários, provocando perdas principalmente sob a forma de excesso de movimentação dos funcionários entre as etapas de produção. A distância percorrida identificada entre as etapas de produção da linha de lixa e polimento

do martelo foi de 13,2 metros para cada peça produzida.

A Figura 3 apresenta o mapa de fluxo para cada modelo apresentado, sendo possível identificar o excesso de movimentação entre as etapas.

Figura 3 – Mapa de fluxo modelo polido e modelo tamboreado



A Figura 4 apresenta os suportes utilizados no processo. Essas peças possuem o formato das curvas inferiores do martelo, servindo como base para o desbaste e o polimento das peças e foram produzidas de forma artesanal. A peça é presa ao suporte através do encaixe do martelo, pelo furo do olhal, local onde é afixado o cabo já na etapa do acabamento, e pelo apoio da parte inferior da orelha e do corpo do batente martelo.

Figura 4 – Suportes utilizados para desbaste das peças.





A estocagem das peças era feita diretamente no piso do setor, sendo separadas por tábuas de madeira, conforme a Figura 5. O transporte das peças ocorria entre os setores, utilizando carros de mão, e era realizado pelo responsável da têmpera das peças no setor de forjaria.

Figura 5 – Peças forjadas estocadas no setor de lixa e polimento



## 3.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) foi aplicado seguindo a ordem das etapas: 1 - Identificação; 2 - Observação; 3 - Análise; 4 - Plano de ação; 5 - Ação; 6 - Verificação; 7 - Padronização; 8 - Conclusão.

### 3.2.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Para etapa de identificação do problema do setor de lixa e polimento da empresa em estudo, optou-se pela realização do *Brainstorming*, devido à falta de registros e à escassez de dados e informações referentes às formas de produção, às falhas, à produção defeituosa, entre outros fatores.

Os encontros envolveram o diretor da empresa, o gerente administrativo, representando a alta direção da empresa, os dois mecânicos responsáveis pela manutenção, alteração ou adaptação na

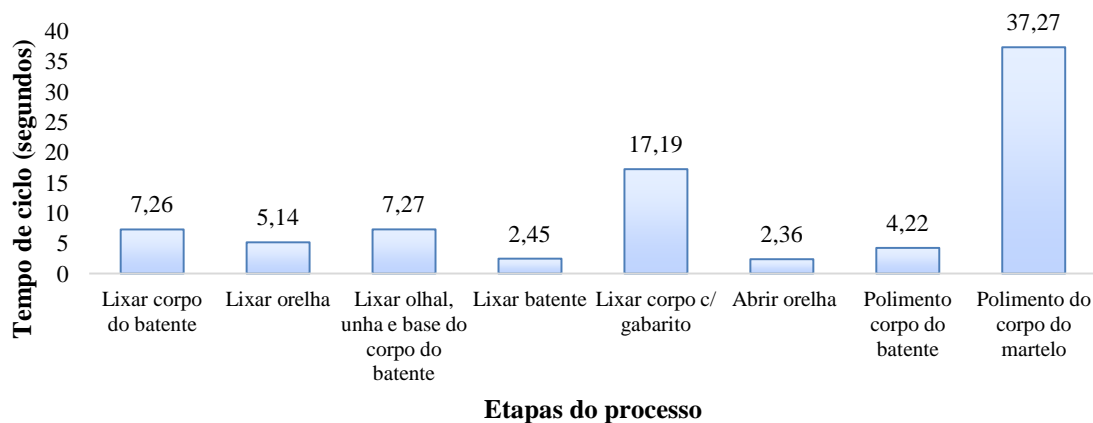


empresa, os dois funcionários do setor e o pesquisador. Os encontros aconteceram em três etapas, primeiramente, envolvendo o pesquisador e a direção. Em um segundo momento, encontraram-se pesquisador, mecânicos e funcionários e, em um terceiro momento, todos os envolvidos. Dessa forma, procurou-se a livre formação de opiniões, sem qualquer forma de inibição. Nesses encontros, as ideias convergiram para perdas relacionadas ao excesso de movimentação no setor em si e entre as etapas do processo. Após a busca das causas fundamentais para o problema detectado, passou-se para a fase seguinte de aplicação do MASP.

## 3.2.2 OBSERVAÇÃO

Para entender o funcionamento do setor de lixa e polimento, foram feitas observações no processo, bem como reuniões no ambiente de trabalho. Buscou-se, assim, identificar as etapas de produção e a tomada de tempo de cada etapa para cada modelo de martelo produzido como também da organização do setor. Em um primeiro momento, foi realizada a tomada de tempo do modelo polido, sendo representadas graficamente as etapas e o tempo de produção, conforme Figura 6.

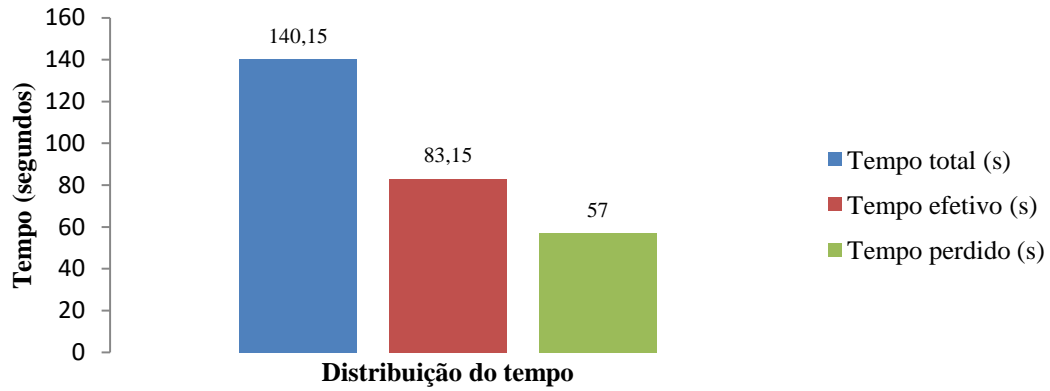
Figura 6 – Gráfico de análise de tempo x etapas modelo polido



Cada coluna presente no gráfico representa uma etapa na linha de produção, sendo todas elas realizadas de forma manual. Assim, cada nova etapa significa uma nova movimentação da peça e também do funcionário.

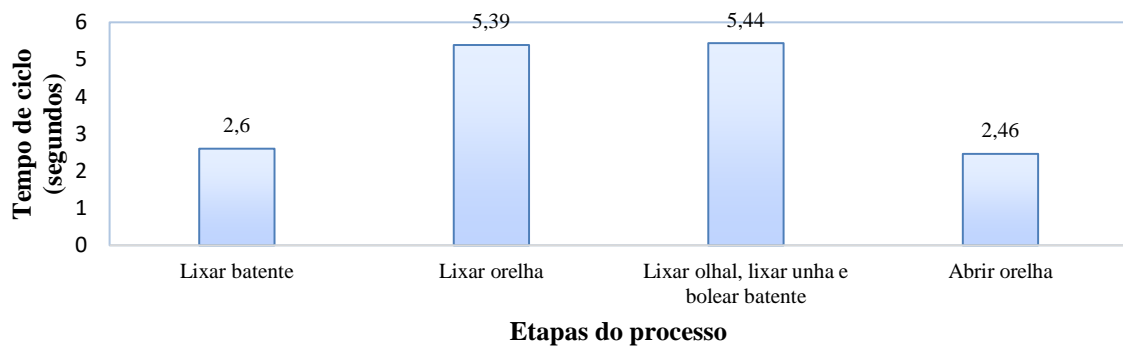
O tempo total para produção por peça do modelo constatado foi de aproximadamente 140 segundos, utilizando 8 etapas de produção. Desse tempo, apenas 83 segundos foram utilizados efetivamente no processo e 57 segundos foram perdidos no processo, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7 – Gráfico de análise de tempo do modelo polido



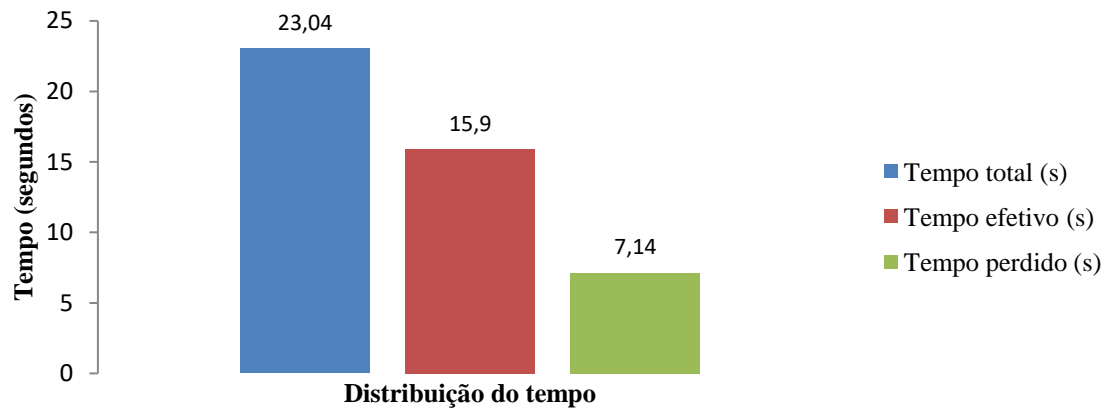
O mesmo procedimento foi realizado com o modelo jateado, buscando identificação das etapas e tempos de produção, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Gráfico de análise de tempo modelo jateado



O modelo jateado apresentou tempo de processamento por peça de aproximadamente 23 segundos, utilizando quatro etapas de produção, sendo que desse total aproximadamente 15 segundos representavam o tempo efetivo e 8 segundos o tempo desperdiçado, conforme Figura 9.

Figura 9 – Gráfico de análise de tempo x etapas do modelo jateado



### 3.2.3 ANÁLISE

Após esse levantamento de dados, os mesmos foram apresentados ao grupo do *brainstorming*, a fim de se identificar as causas influentes do problema. Para isso, foi utilizada a ferramenta da qualidade denominada Diagrama de *Ishikawa* ou diagrama de causa e efeito, buscando apresentar uma relação entre os fatores causadores de um determinado efeito.

Os principais fatores identificados como influência para o excesso de movimentação estão concentrados no método, iniciando pelo fluxo de produção desbalanceado, causado por um *layout* inadequado. Esse método não sofreu alteração depois da redução na demanda de forjados, mesmo após o setor ter sofrido redução de funcionários. O desbalanceamento da linha provoca movimentação excessiva entre as etapas, logo, percebe-se que várias etapas poderiam ser realizadas de forma associada no mesmo equipamento, reduzindo tempo de processamento.

Outro fator identificado está ligado às máquinas. Com a redução de funcionários do setor, o número de máquinas do tipo lixadeiras cintas utilizadas passou de 5 para 3, porém as máquinas ociosas permaneceram na linha de produção e entre as etapas. Assim, o funcionário tem que deslocar distância maior entre as etapas de lixamento do martelo. Há ainda o problema da falta de ferramentas para trocas de suportes, causando o deslocamento do funcionário até o setor de manutenção em busca das mesmas. Em algumas máquinas utilizadas, estão instalados suportes, onde o martelo é afixado, sendo utilizados de forma a auxiliar na aplicação de maior pressão da peça contra a lixa, fazendo o desgaste inicial sobre a superfície da peça. Estas máquinas não estão organizadas para uma sequência de produção e não há registro da última manutenção nos mesmos, estando em condições precárias para o uso, já não realizando a função para a qual são destinados.

Outro fator está ligado ao modo como é feito o armazenamento do estoque de peças forjadas. As peças são deslocadas do setor de forja para o setor de lixamento e polimento, utilizando carros de mão pelo responsável pelo processo de tempera. Nesse carro de mão, são transportados em média 100 peças, levando em conta que os lotes de produção variam de 1800 a 2500 peças e que a distância entre o ponto inicial e o final é de aproximadamente 80 metros, há perdas por deslocamento desnecessário no setor. Além disso, as peças são depositadas no piso do setor, sendo separadas por guias de madeira. Constatou-se, ainda, o risco de problema ergonômico desse processo, ligado a postura inadequada pelo transporte de peso de forma inadequada.

O deslocamento das peças entre as etapas do processo de lixamento é feito em caixas, as quais são colocadas no piso do setor, ocasionando um movimento de deslocamento da peça mais demorado por ficar mais longe do operador, além de necessitar a utilização do esforço dos dois funcionários do setor para deslocar a caixa para a próxima etapa.

### 3.2.4 PLANO DE AÇÕES

Uma vez priorizadas as causas, o próximo passo é a busca por soluções que estejam ao alcance da organização. A ferramenta adotada para esta etapa do MASP é o 5W2H. As soluções propostas foram de consenso do grupo, após análises das várias possibilidades. Normalmente, nesta etapa, é atacado apenas a causa raiz do problema, mas nesse caso foi elaborado um plano de ações, visando a atender as causas possíveis que apareceram na elaboração do Diagrama de *Ishikawa* e *Brainstorming*, por serem de fácil aplicação e de baixo custo de implantação, permitindo melhorias que contribuirão para o bom funcionamento do setor estudado. Foram estabelecidos sete Planos de Ações (PA).

A PA1, Plano de Ação 1, visa à organização da área do setor de lixa e polimento através da organização das peças produzidas. Foi realizado o transporte das peças para dentro de containers, oriundas de setor desativado da empresa. Assim, o transporte antes realizado várias vezes de forma manual durante a produção de determinado lote, passou a ser feito de uma única vez ao final da produção do lote, utilizando empilhadeira da empresa.

Após a organização do estoque de peças forjadas, buscou-se apresentar a ferramenta 5S, conforme PA2, com intuito de mobilizar os participantes do setor para a necessidade de criar uma nova cultura de organização e limpeza, como forma de manter um ambiente de trabalho mais saudável e favorável para o convívio do dia a dia. Assim, foi destinado o último dia útil do mês de março para colocar em prática os conceitos apresentados, principalmente referentes aos três conceitos iniciais da ferramenta. Realizou-se a limpeza das paredes do setor, onde se encontravam muitos resíduos

oriundos do processo. Também foram identificadas no setor lixeiras e demarcações para organização das caixas utilizadas no transporte de peças. Realizou-se o recolhimento do material abrasivo utilizado no processo, antes espalhado pelo setor, definindo local específico para seu armazenamento e dia da semana para o transporte do mesmo ao local de recolhimento realizado na empresa.

A eliminação das máquinas desativadas, apresentada no PA3, visa à organização do *layout* e à definição do fluxo de trabalho. Essas máquinas eram duas lixadeiras tipo cinta, as quais não estavam mais sendo utilizadas no processo, porém ficavam em meio ao fluxo de trabalho entre as etapas de produção. O balanceamento da linha de produção, conforme PA4, visa à determinação do número correto de postos de trabalho, tendo como base o histórico da média mensal da demanda do ano anterior. Dessa forma, tendo como média 8800 peças/mês e um *Takt time* de 1,27 minutos para o tempo necessário, a fim de produzir o modelo polido e o modelo jateado, obteve-se um número de postos de trabalho superior a dois. Dessa forma, realizou-se a junção das etapas similares, reduzindo o processamento para três postos de trabalho.

A manutenção dos suportes realizada no setor de matrizaria da empresa, mencionada no PA5, buscou, primeiramente, melhorar a qualidade do acabamento, corrigindo imperfeições oriundas do processo de forja, devido ao desgaste das matrizes. Objetivou, também, eliminar a movimentação ocasionada pela busca por adaptações, de forma artesanal, realizada de forma incorreta pelos funcionários do setor de lixa e polimento. Os novos suportes facilitaram o encaixe e a fixação da peça, assim a peça não se movimentava durante a pressão realizada sobre a lixa, mantendo desbaste padrão e uniforme da peça.

O transporte das peças entre os postos de trabalho era realizado dentro de caixas acomodadas no piso do setor. Para sua movimentação, o funcionário realizava movimento prejudicial ergonomicamente ao levantar a mesma até a próxima etapa ou necessitava do auxílio de outro funcionário, que obrigatoriamente saía de seu posto de trabalho. A construção de mesas de apoio, mencionada no PA6, busca aproximar as caixas ao funcionário, limitando o movimento entre pegar e largar as peças. Já com os carros de transporte, buscou-se facilitar o transporte entre os postos de trabalho, além de eliminar os riscos ergonômicos.

A organização do ferramental foi realizada através da construção de uma estante de metal dotada de ganchos com demarcação das peças, conforme ação proposta no PA7. Assim, suportes e ferramentas utilizadas para troca dos mesmos passaram a estar organizados, visíveis e identificados. Logo, todas as ferramentas utilizadas no setor estão expostas. Dessa forma, buscou-se eliminar o tempo gasto para identificação das peças necessárias ou deslocamento para outros setores na busca pela

ferramenta necessária. Os planos de ações tiveram um custo com materiais no valor de aproximadamente R\$ 1.210,00 sendo realizados nas dependências da empresa, utilizando material e equipamentos disponíveis. O Quadro 1 lista apresenta as ações realizadas.

Quadro 1 – Plano de ação proposto

5 W2H	P A1	PA2	PA3	PA4	P A5	P A6	PA7
QUE?	Organizar o estoque de peças forjadas.	Apresentar a ferramenta aos envolvidos no polimento.	Eliminar máquinas desativadas.	Balancar as etapas de lixa e polimento.	Realizar manutenção dos suportes.	Providenciar carros para transporte de peças e bancos.	Organizar ferramental utilizado no setor.
QUEM?	Funcionários do setor de lixa, polimento e forja	Pesquisador	Mecânicos	Pesquisador	Mecânicos	Mecânicos	Mecânicos
QUANDO?	Março	Março / Abril	Abril	Maio	Abril	Abril	Maior
ONDE?	Setor de lixa e polimento	Setor de lixa e polimento	Setor de lixa e polimento	Setor de lixa e polimento	Matrizaria	Matrizaria	Setor de lixa e polimento
POR QUÊ?	Organizar o estoque de peças, eliminando transporte manual de peças..	Criar nova cultura entre os participantes do setor.	Eliminar máquinas desativadas, afim de, reduzir o deslocamento entre etapas.	Para adequar os postos de trabalho da empresa, reduzindo etapas e movimentação.	Para melhorar o encaixe da peça, melhorando a qualidade do produto.	Para auxiliar na movimentação das peças,	Para facilitar a localização e a organização de suportes e ferramentas utilizadas no setor.

COMO?	En caminham ento do estoque de forjados existentes para containers.	Apres entação do conceito do 5S aos colaboradores da empresa.	Rea locação das máquinas.	Determ inação do número de postos de trabalho, distribuindo uniformemente a produção.	Su bstituição de peças defeituosa s.	C onstrução de veículos e bancos de apoio	Con strução de estante para organização das peças.
QUANTO?	N ão haverá custos para a empresa.	R\$ 120,00	Não haverá custos para a empresa.	Não haverá custos para a empresa.	R \$ 250,00	R \$ 720,00	R\$ 120,00

### 3.2.5 AÇÃO

O passo seguinte à elaboração do plano de ação é colocá-lo em prática. Para isso, buscou-se divulgar aos envolvidos as ações listadas, a fim de que houvesse o envolvimento e a colaboração para a realização das etapas definidas. Foi necessária, também, a realização de treinamentos e acompanhamento das ações para que o cronograma e o sucesso da implantação fossem contemplados.

### 3.2.6 VERIFICAÇÃO

A próxima etapa de implantação do método MASP é a verificação das ações postas em prática. Esta fase foi realizada após a conclusão das ações do plano de ação. A verificação consiste em checar se o bloqueio das causas raiz foi efetivo, ou se os resultados foram satisfatórios. Para isso, foi feito novo levantamento de tempo das etapas de produção, bem como análise do cenário pós realização das ações listadas. Os resultados e a análise dos resultados serão discutidos no Tópico 5 deste artigo.

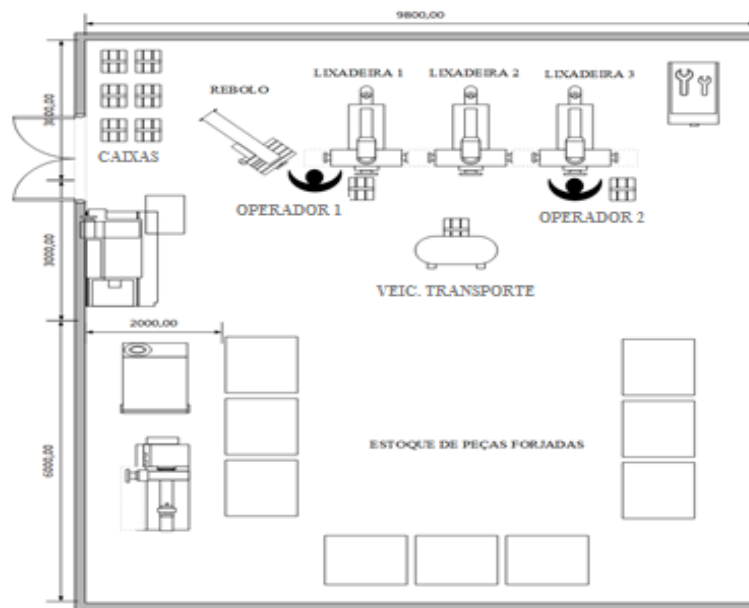
### 3.2.7 PADRONIZAÇÃO

A etapa de padronização acontece após aprovação da etapa de verificação. Mediante isso, foi realizada a padronização do processo de lixa e polimento através da realização de treinamentos dos funcionários envolvidos, buscando a manutenção do novo fluxo, eliminando movimentações desnecessárias, bem como a utilização e a organização correta das ferramentas e dos gabaritos do setor.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

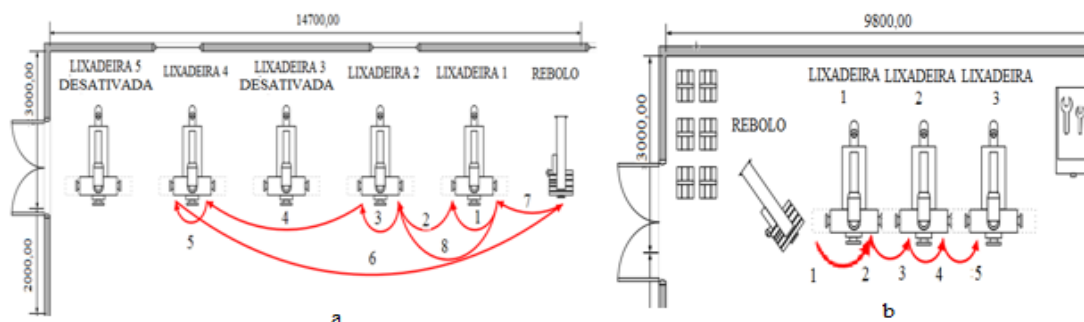
Após a análise do processo e a aplicação das etapas do MASP, associadas as ferramentas da qualidade e aplicações de melhorias na organização do setor, foi possível reavaliar o processo de produção, identificando avanços na qualidade e na produtividade do setor. Depois da aplicação do balanceamento e da organização do fluxo de trabalho, bem como da manutenção dos gabaritos utilizados no processo, o *layout* foi modificado, conforme Figura 10.

Figura 10 – Novo *layout* do setor de lixa e polimento



O novo *layout* possibilitou a redução do deslocamento dos funcionários no setor, passando dos 13,2 metros iniciais, conforme Figura 11a, para 4,5 metros, conforme Figura 11b, após alterações propostas no Plano de Ações.

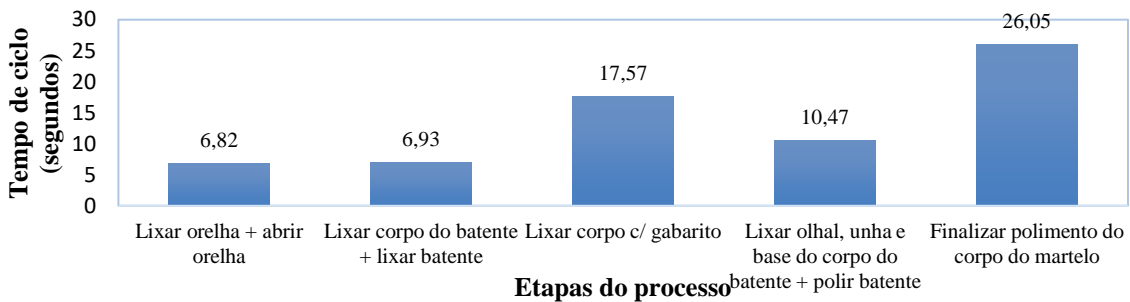
Figura 11 – Comparativo do layout deslocamento no setor de lixa e polimento





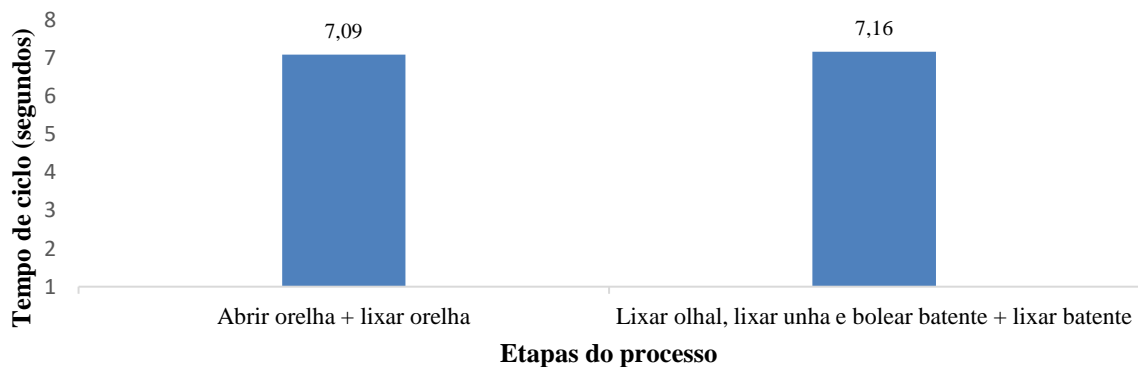
Os postos de trabalho passaram de quatro para três, reduzindo, assim, as etapas do processo, passando das oito iniciais para quatro no modelo polido e de quatro para duas no modelo jateado, conforme Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Gráfico de análise de tempo x etapas do modelo polido pós aplicação das melhorias



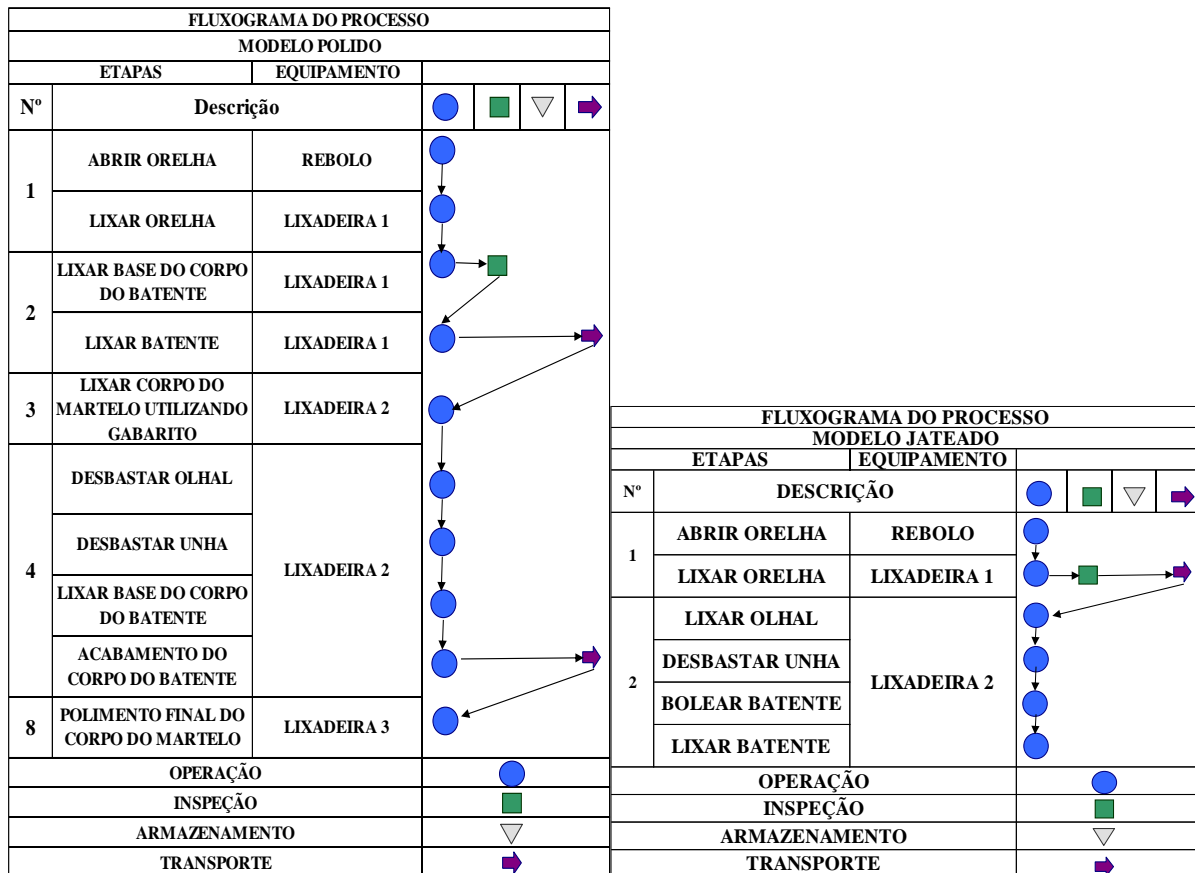
A Figura 14 demonstra as etapas do processo de produção do modelo polido, onde houve junção de operações na primeira, segunda e quarta colunas. Isso ocorreu de acordo com a similaridade das etapas, reduzindo a movimentação manual da peça entre os postos de trabalho, contribuindo, assim, para a redução do tempo de processamento do modelo. A mesma alteração entre as etapas ocorreu no modelo jateado, conforme demonstra a Figura 14.

Figura 14– Gráfico de análise de tempo x etapas do modelo jateado pós aplicação das melhorias



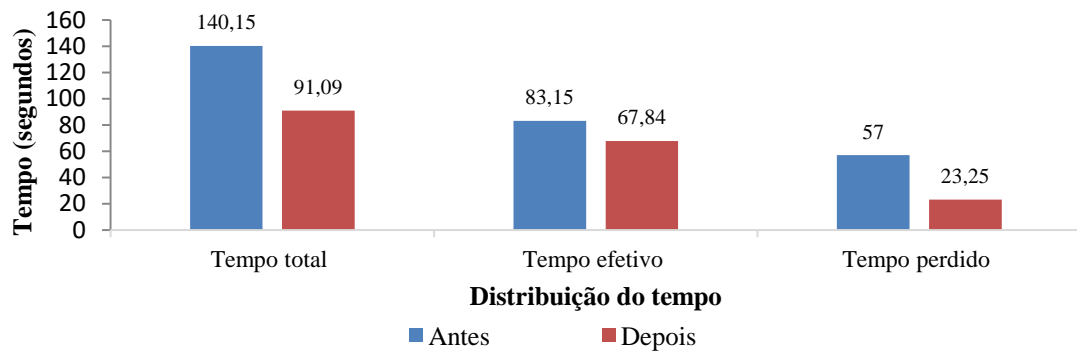
A redução da movimentação fica mais evidente com a apresentação do mapa de fluxo dos modelos polido e jateado, conforme a Figura 15, após a aplicação das melhorias propostas no plano de ação. Nos dois casos, as peças necessitam de transporte com auxílio de caixas e carros para movimentação entre as máquinas, porém seguem um fluxo linear, eliminando o vai e vem que ocorria anteriormente.

Figura 15 – Mapa de fluxo modelo polido e modelo tamboreado após a aplicação das melhorias



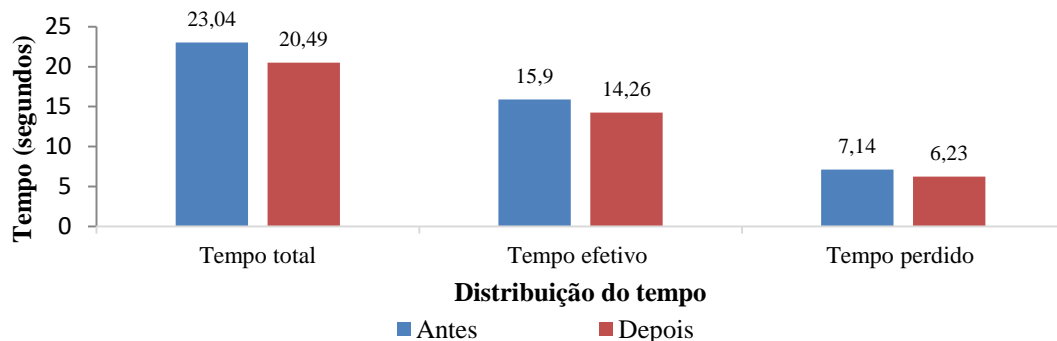
Mediante alterações no *layout*, eliminando máquinas desativadas, reduzindo, com isso, movimentações desnecessárias entre as etapas do processo, além da manutenção dos gabaritos utilizados no processo de lixa e polimento, foi possível reduzir o tempo de processamento do martelo, tanto para o modelo polido quanto para o modelo jateado. A Figura 16, na sequência, apresenta o comparativo dos resultados obtidos após aplicação das ações propostas no plano de ações. As colunas azuis indicam o levantamento de tempo no início do estudo, utilizado para a produção do modelo polido, modelo que envolvia maior número de etapas de produção e maior tempo de processamento. Após as alterações, fez-se novo levantamento de tempos, demonstrado nas colunas de cor laranja do gráfico. Constatou-se redução significativa de 35% no tempo total de processamento em relação ao tempo inicial e redução importante de 59% no tempo desperdiçado durante o processamento, elevando, assim, o tempo efetivo do processo. Esses resultados se devem à eliminação da movimentação desnecessária entre os postos de trabalho, o que acarretava em excesso de movimentos, de pegar e largar a peça manualmente.

Figura 16 - Comparativo dos resultados Modelo Polido



Para o modelo jateado, também houve redução no tempo total de processamento, aumentando o tempo efetivo e reduzindo o tempo desperdiçado, porém com um percentual menor. Isso porque o modelo envolve menos etapas de produção e postos de trabalho, com isso, menos movimentação manual das peças, conforme a Figura 17.

Figura 17 - Comparativo dos resultados Modelo Jateado



A redução do tempo de processamento, principalmente do modelo polido, contribuiu para diminuição dos lotes de produção e, conseqüentemente, para diminuição do estoque de produtos acabados no setor de expedição da empresa. Isso possibilitou maior flexibilização da linha de produção, sendo possível trabalhar com tamanhos de lotes e modelos variados, facilitando o atendimento ao mercado varejista que diferentemente do atacadista requer entregas imediatas, com quantidades menores, porém variadas.

A capacidade diária de produção de peças do modelo polido, passou de 226 para 347 peças, representando aumento de 53,5% na capacidade de produção desse modelo. Em uma análise mensal,

de 22 dias úteis, esse crescimento da capacidade produtiva representa pouco mais de 2660 peças em relação a produção anterior. Já para o modelo jateado a capacidade diária passou de pouco mais de 1370 peças para aproximadamente 1540 peças, representando aumento de 12,5% na capacidade produtiva, totalizando pouco mais de 3700 peças/mês em relação a produção anterior.

A manutenção dos gabaritos possibilitou ganhos de qualidade no produto final, reduzindo as imperfeições oriundas do processo de forja, principalmente deformações na orelha do martelo. Isso se deu pelo fato de que com a correção do gabarito a peça passou a ficar firme e fixa no gabarito, mantendo formato padrão entre as peças.

Outro resultado importante obtido com as ações implementadas foi a redução da movimentação manual das peças forjadas entre o setor de forja e o setor de lixa e polimento. Com a utilização dos containers, o transporte passou a ser realizado por empilhadeira somente ao final do lote de produção. Além de contribuir para organização do setor, pois as peças não ficam mais espalhadas no piso do setor, houve a eliminação dos riscos ergonômicos aos funcionários que anteriormente transportavam as peças, utilizando carros de mão como meio de transporte, necessitando erguer peso de forma incorreta.

Tanto as alterações do *layout*, quanto a forma de estocagem e transporte das peças, contribuíram para redução da área ocupada, passando de 176 m<sup>2</sup> iniciais para 118 m<sup>2</sup>. Assim, disponibilizou-se 58 m<sup>2</sup> de área livre para introdução dos equipamentos necessários para a introdução dos novos produtos.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo identificar oportunidades de melhorias quanto à organização e à produtividade no setor de lixa e polimento. Através da aplicação do método de análise e solução de problemas em conjunto com ferramentas da qualidade como o Diagrama *de Ishikawa*, 5W2H e 5S, ações foram tomadas, a fim de reduzir problemas identificados em conjunto com a equipe de trabalho. Foram ações simples e de baixo custo aplicadas no setor de lixa e polimento, como a eliminação de duas máquinas desativadas localizadas junto à linha de produção, a realocação do estoque de peças em containers e a identificação e organização do ferramental. Essas ações resultaram em melhorias na organização do fluxo de trabalho e no estoque de peças forjadas, contribuindo para a redução da área ocupada em 58 m<sup>2</sup>, além de reduzir a possibilidade de problemas ergonômicos por elevação e transporte de peso de forma incorreta.

Também foram tomadas medidas visando à redução da movimentação entre as etapas de trabalho. A organização do *layout* e o balanceando da linha de produção, resultaram na redução do tempo de

processamento do modelo polido em relação ao tempo inicial de 35% e redução do tempo desperdiçado em 59%, obtendo maior produtividade, possibilitando redução dos estoques de produtos acabados na expedição da empresa, além de possibilitar maior flexibilização da linha.

O processamento do modelo polido utilizava inicialmente oito etapas, passando, após as alterações, para cinco. Já o modelo jateado passou das quatro etapas iniciais para duas, após aplicação das ações propostas. A padronização dos gabaritos utilizados e das etapas de produção, além de resultarem em maior produtividade, contribuíram para o aumento da qualidade do produto final, mantendo simetria das peças produzidas.

A aplicação dos conceitos da ferramenta 5S contribuíram para disseminação de nova cultura, quanto à organização e à limpeza, cultivando pensamento crítico sobre as ações tomadas no dia a dia do setor. Por fim, o método MASP em conjunto com a implementação de ferramentas de análise, mostrou ser eficaz na busca de soluções de problemas que afetam o bom funcionamento de processos, estando vinculada à busca pela melhoria contínua.

## REFERÊNCIAS

V.F. Campos, Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 8ª ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.

M.A.M. Oliveira, V.K. Santos, Redução do alto índice de absenteísmo utilizando o método MASP. SADSJ - South American Development Society jornal – Vol. 1, Nº. 2 - Ano 2015. São Paulo, Brasil.

T.R.S. Silva, A.L.L. Souza, Gestão da qualidade como estratégia de competitividade: caso da baixada fluminense. 34º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba - PR. 10/2014.

J.Z.N, Oliveira, J.C. Toledo, Metodologia de análise e solução de problemas (MASP): estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor eletroeletrônico; Anais do XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. São Paulo, 2008.

N.S., Romeu, G.P. Breyer, C.S. Caten, O uso do Seis Sigma para redução da variabilidade no processo e aumento da qualidade do produto no processo Forjaria. Revista Negócios e Talentos, 2013.

L. Schaeffer, Forjamento: Introdução ao processo. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2006.

D.F, Ramos, Desenvolvimento e aplicação de um método de redução de falhas em produtos de forjados. Graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2011.

G.H.R, Serizawa, J. Gallego, Análise estrutural da aplicação do processo de jateamento com granalhas de aço (shot peening) em rotores hidroelétricos. XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – 22-26/08/2005 - Ilha Solteira – SP.

M.C.S. Alves, M.T.T. Gonçalves, F.M.F, Varasquim, L.F.F. Santiago, L.D. Varanda, E.C. Bianchi, Análise da influência da velocidade de corte, da granulometria da lixa e da pressão específica de corte no

processo de lixamento. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Campina Grande, PB - Agosto, 2010.

A. Sadovski, Teor crítico de cloretos para iniciação da corrosão do aço no betão. Influência do estado de superfície da armadura. Dissertações de Mestrado em Engenharia Química e Biológica. ISEL Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2014.

C. Becker, A. Scholl, A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. European Journal of Operational Research, v. 168, 2006.

N. Boysen, M. Fliedner, A.A. Scholl, classification of assembly line balancing problems. European Journal of Operational Research, v. 183, 2007.

# Capítulo 6

## USO DA AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CHOCOLATES EM ESCALA NÃO INDUSTRIAL

[10.37423/200200186](#)

*Debora Patrícia Fischer Hadlich (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*Thales Rômulo Maahs (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*José de Souza (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

**Resumo:** Devido à necessidade de crescimento e expansão do mercado consumidor de chocolates caseiros, verifica-se a importância da implementação de melhorias tecnológicas e inovações no processo produtivo. Este artigo trata da implantação de um dispositivo automático, no processo de embalagens de produtos alimentícios especificamente de chocolates artesanais. O principal objetivo é melhorar a agilidade no processo de produção, levando em conta a produção artesanal, eliminando gargalos, melhorando a qualidade na fabricação dos produtos e reduzindo a mão de obra envolvida. O processo se utiliza de automação na embalagem do produto com a utilização de uma embaladora automatizada. Essa foi selecionada através de um critério, considerando-se os custos do equipamento, consumo e velocidade de trabalho. A implementação dessa melhoria proporcionou um aumento na produtividade, redução de custos com mão de obra, aumento da agilidade no processo e melhoria da qualidade do produto final.

**Palavras chave:** Automação alimentícia. Qualidade. Processo de Produção.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da produção de chocolates caseiros. Devido à necessidade de crescimento e expansão do mercado consumidor, além da redução de gargalos no setor produtivo, verifica-se a necessidade de implementação de melhorias tecnológicas no processo produtivo. O estudo deu-se em uma empresa de pequeno porte, a qual projeta um crescimento, com o apoio da equipe de colaboradores e também a ampliação da divulgação da marca, com o intuito de expandir o seu mercado de atuação, vendendo seus produtos para clientes das várias regiões do estado, do país e quem sabe até para o exterior.

Com uma visão futura de melhoria, na produção artesanal, a empresa decidiu investir em novas tecnologias de produção e embalagem, objetivando agilizar o processo produtivo, atendendo melhor os seus clientes e aumentando o faturamento da empresa.

Dentre essas novas tecnologias, buscou-se implantar uma tecnologia apropriada de embalagens, tornando o processo produtivo automatizado e melhorando a qualidade final dos produtos. Para isso verificou-se um modelo adequado para o volume produzido visando boa qualidade do produto final e melhorias na produção.

O desenvolvimento do trabalho ocorreu em duas etapas distintas. A primeira refere-se à pesquisa bibliográfica do segmento industrial de derivados do cacau no âmbito mundial, nacional e regional a partir de fontes científicas.

Na segunda etapa foram levantados dados de produção, melhorias de qualidade no acabamento final do produto, custos, tempos de processos e eliminação de gargalos. Posteriormente foram efetuados comparativos destes processos objetivando demonstrar as melhorias aplicadas com a utilização do equipamento de embalagem.

### 1.1 INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

### 1.2 DADOS DA PRODUÇÃO NA REGIÃO E NO PAÍS

A produção e o consumo de chocolates no Brasil foram introduzidos pelos europeus no século XVII, durante o período de colonização. Devido às condições climáticas favoráveis, o Brasil liderou a produção mundial de cacau no período entre 1905 e 1910, mais tarde, devido a ocorrências de algumas pragas na cultura, o Brasil passou para 5º no ranking mundial (ABICAB, 2011). A mais conhecida das pragas é a *Vassoura-de-Bruxa*, doença dos cacauzeiros onde ocorre um desenvolvimento



anormal do tecido meristemático ou superbrotamento, causada por um fungo basidiomiceto Moniliophthora perniciosa (Formighieri, 2006).

A extração do chocolate deve ser a partir de matérias-primas sãs e limpas e isentas de matéria terrosa, de parasitas, detritos animais, cascas de semente de cacau e outros detritos vegetais. O cacau deve estar presente em qualquer tipo de chocolate, em uma proporção de 32% (LANNES, MEDEIROS, AMARAL, 2002).

A produção de chocolates é dividida em diversas etapas e se inicia quando as frutas do cacau são quebradas para retirar a amêndoa, esta é a primeira etapa chamada de processamento do cacau. Na etapa seguinte, conhecida como secagem, as sementes perdem quase toda a umidade, o que geralmente demora alguns dias para ocorrer.

A secagem é feita sob o sol ou dentro de estruturas que permitam a circulação de ar quente acionadas por ventilador. Após secos, os grãos são lentamente torrados, num processo chamado de torrefação, considerado o início da fase industrial. Em seguida, as amêndoas são levadas a um triturador onde são separadas de suas cascas. As sementes limpas são levadas a um moedor onde são transformadas em pasta, massa ou licor de cacau (ABICAB, 2011).

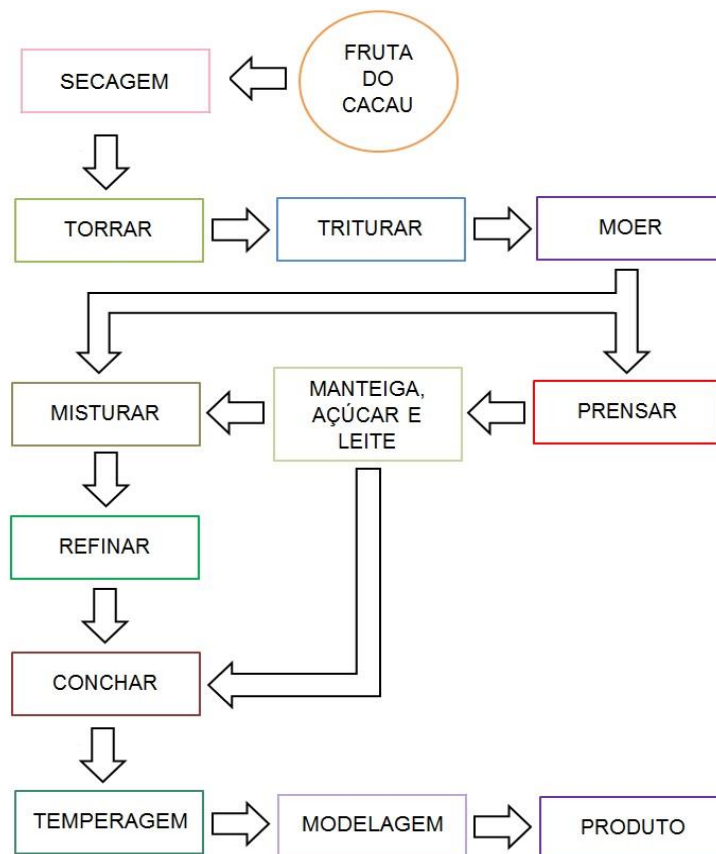
Após serem separadas de suas cascas é adicionado o álcali em sua massa. Álcali são substâncias que tem a capacidade de liberar única e exclusivamente o ânion  $\text{OH}^-$  (íons) (hidroxila ou oxidrila) em solução aquosa. Soluções com estas propriedades dizem-se básicas ou alcalinas. Essas substâncias formam sais depois de combinadas com ácidos (Arrhenius, 1889).

Depois é extraída a manteiga de cacau na prensagem. Então entram em ação grandes misturadores que homogeneizam e transformam a mistura em uma pasta. Fase conhecida como malaxação. Uma vez que a mistura foi transformada em uma pasta, ela passa pelo cilindro de refinação, onde os cristais de açúcar da mistura são triturados e quebrados em pequenas partículas, sendo neste processo definido a qualidade do chocolate (ABICAB, 2011).

A massa é transportada até as conchas, onde recebe nova adição de manteiga de cacau, resultando em uma massa líquida e cremosa, adquirindo o sabor e aroma característico do chocolate.

Podem ser utilizados sucedâneos da manteiga de cacau em produtos derivados do chocolate. Alguns países que comercializam esses produtos no Brasil permitem a adição em níveis de até 5% de sucedâneos de manteiga de cacau (MINIM, CECCHI, 1998).

Na operação de temperagem o chocolate se estabiliza, passando por um equipamento chamado temperatriz, quando são processadas as trocas térmicas para favorecer a cristalização da manteiga de cacau. O chocolate fica derretido e pronto para a modelagem. O fluxograma de produção do chocolate pode ser visto na Figura 1.



**Figura 1 – Fluxograma das etapas de fabricação do chocolate.**

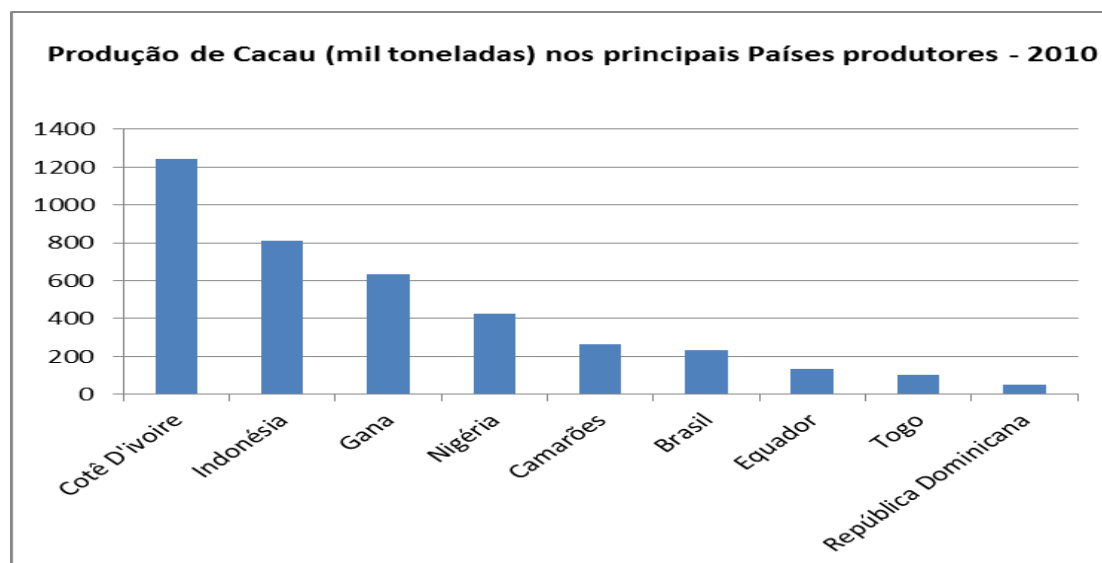
A partir disso, as massas já podem ser distribuídas em moldes para ganhar a forma de cada tipo de chocolate (barras, ovos de páscoa, etc.). Depois disso é levado a um túnel de refrigeração por uma esteira em constante vibração, para que fique liso e sem nenhuma bolha de ar.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (ABICAB), a produção de chocolates teve um aumento de 39% nos últimos cinco anos no Rio Grande do Sul, e a tendência é aumentar cada vez mais. No período próximo à Páscoa, ocorre em média um aumento de 30% da produção de chocolates e o surgimento de até 15% de novas contratações temporárias.

Com isso atinge-se uma produção em torno de 1,3 mil toneladas de chocolate neste período. Lojas, mercados e padarias recebem aproximadamente 80 milhões de ovos de chocolate no período da Páscoa, sendo que 25% desta produção é consumida na região sul do País (ABICAB, 2012).

Ainda segundo a ABICAB, ocorre um aumento no consumo de chocolates nas datas comemorativas como páscoa, dias das mães, dia dos namorados e principalmente no inverno, o que torna o chocolate um produto de mercado sazonal. Logo a empresa precisa estar preparada para ter um aumento de produtividade no período próximo destas datas.

Atualmente o Brasil ocupa a quarta posição do ranking mundial dos países produtores de chocolate com uma produção de 370 mil toneladas ao ano. O mercado de fabricação de chocolates atrai grandes empreendedores e um bom número de concorrentes, porém, mesmo com a concorrência, a fabricação de produtos de chocolates sempre oferece muitas oportunidades para o pequeno empreendedor, no gráfico da Figura 2, identificam-se os principais países produtores de cacau (ABICAB, 2012).



**Figura 2 – Gráfico dos principais países produtores de cacau em 2010. Adaptado de (CEPLACPA, 2010).**

## 1.1.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE CHOCOLATE

Nos dias atuais, as tecnologias embaladoras fazem parte da maioria dos processos produtivos nas indústrias alimentícias. São de grande importância, pois além de agilizarem o processo produtivo, ajudam a melhorar e padronizar as embalagens feitas.

Existem diversos tipos destas máquinas no mercado, como as embaladoras para tabletes de chocolate, empacotadoras volumétricas, mini embaladora horizontal, mini embaladora vertical, enchedoras, enfardadoras entre outras. A escolha da tecnologia vai depender da necessidade da empresa, que deve realizar estudos para definir qual a máquina ideal para suprir as suas necessidades.

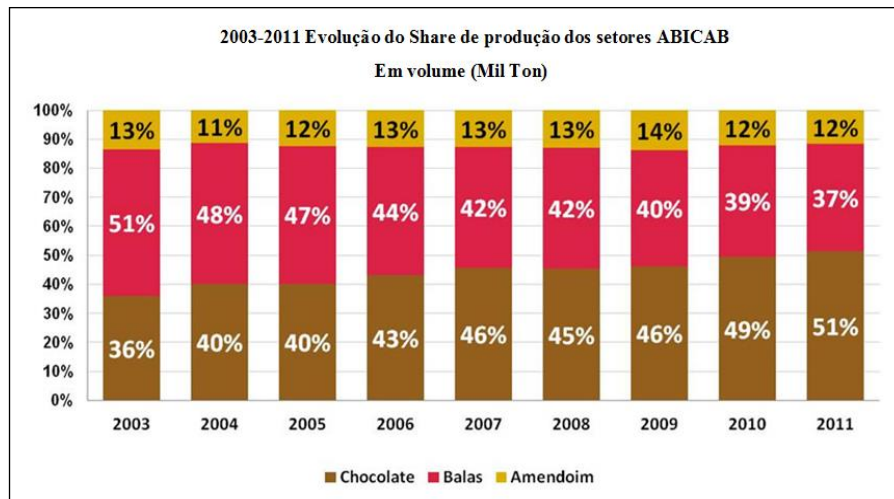
**Os produtos podem ser colocados de forma manual ou automática no equipamento, no qual é acionado um sensor de partida que tem à função de avançar o produto através do formador, sendo envolvido pelo filme plástico.**

### 1.1.3 PRODUÇÃO DE DERIVADOS DE CACAU E ELABORAÇÃO DE CHOCOLATES

A região Nordeste do Brasil é a única região do mundo que é tropical e semiárida, com elevadas temperaturas ao longo de todo o ano (26 a 30°C, em média) e de baixa umidade relativa do ar, resultando na menor incidência de pragas e doenças, proporcionando grandes safras de cacau por ano.

A partir de 2001, os derivados da amêndoa do cacau (incluindo a produção brasileira e a importada) obtidos pelas moageiras na Bahia, destinaram-se 38% às indústrias de chocolates instaladas nos municípios de Caçapava (SP) e Vitória (ES), que resultaram em produtos finais voltados para o mercado interno e o Mercosul, sendo 22% exportados somente para o Mercosul e os outros 40% para o resto do mundo (AGRIANUAL, 2006).

No período entre 2001 a 2006, ocorreu um aumento de 52% no volume das exportações brasileiras de manteiga de cacau, que de 24 mil, em 2001, aumentou para 36,6 mil toneladas, em 2006. Neste ano de 2006, países como Estados Unidos, Argentina, Países Baixos, Canadá e Chile representaram 94,7% e 94,5% do total das exportações brasileiras desses derivados de cacau em termos de receitas e volume exportados no mercado internacional, respectivamente, o gráfico da Figura 3 apresenta a evolução de chocolates e alguns derivados, com base nos últimos anos (AGRIANUAL, 2006).



**Figura 3 – Gráfico da evolução da produção de chocolates e derivados nos últimos anos (ABICAB).**

## 1.1.4 AUTOMAÇÃO APLICADA NA EMBALAGEM E PRODUÇÃO DE DERIVADOS DE CACAU

A automação na fabricação de chocolates, através do emprego de máquinas automáticas de processamento e embalagem, é utilizada no processo industrial de fabricação.

Existem várias etapas desde o colhimento do cacau até sua transformação no produto final, o chocolate. A grande maioria destas etapas pode ser realizada de forma automática e semiautomática.

Alguns exemplos:

- Máquinas de torrefação; torrando os grãos de cacau;
- Máquinas de moagem e trituração; triturando;
- Máquinas de malaxação que transformam a mistura numa pasta; máquinas de refinação que transformam o chocolate em um pó fino;
- Máquinas de conchagem, adicionando manteiga de cacau até se transformar em massa líquida e cremosa;
- Máquinas de temperagem nas quais ocorrem trocas de temperatura que favorecem a cristalização da manteiga de cacau;
- Máquinas de embalar o produto no fim da linha de produção.

Na Figura 4 podem ser vistos três processos ligados à fabricação de chocolates, o processo de conchagem do chocolate (Figura 4.a), de alcalinização do líquor de cacau (Figura 4.b), e o processo de moldagem do chocolate (Figura 4.c).



Figura 4 – Processos de fabricação do chocolate.

- Processo de conchagem do chocolate.
- Processo de alcalinização do líquido de cacau.
- Processo de moldagem do chocolate.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 RELAÇÃO CUSTO *VERSUS* BENEFÍCIO DAS EMBALADORAS

Tendo em vista as necessidades de melhorias da produção na empresa, realizou-se um levantamento para verificar qual o tipo de tecnologia de embalagens no mercado mais indicado, levando em consideração o custo benefício para a empresa. A comparação entre algumas embaladoras pode ser vista na Tabela 1.

Tabela1 – Comparativo das embaladoras.

Modelos	Quantidade produzida p/ minuto	Consumo KW/h	Custo
Modelo 1	85	1,30	R\$ 55.000,00
Modelo 2	30	0,80	R\$ 22.000,00
Modelo 3	80	1,00	R\$ 29.000,00
Modelo 4	100	2,00	R\$ 60.000,00

Através desse levantamento conclui-se que a embaladora modelo 2 de uma determinada empresa do setor atende às necessidades da empresa, principalmente pelo fato de ter um baixo consumo energético, Além disso atende a demanda da empresa permitindo ainda um incremento na produção. Um terceiro fator importante é o custo, pois possui o menor das quatro, na comparação da tabela 1. Outro ponto considerado é a fácil manutenção segundo a indicação do fabricante. Todos esses atributos foram decisivos na escolha da embaladora mais adequada para a empresa.

As demais embaladoras verificadas foram consideradas com capacidade de produção e consumo energético acima do necessário exigido pela empresa.

A embaladora é alimentada por embalagens flexíveis, que levam esse nome pelo fato de serem confeccionadas por materiais basicamente maleáveis como o papel, celofane, filmes plásticos, náilon, finas folhas de alumínio etc. Em determinados casos, pode-se fazer a combinação destes materiais, formando as chamadas *estruturas complexas*. As embalagens flexíveis são muito utilizadas nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, cosméticos, fertilizantes e muitas outras (COLANERI, GARCIA).

## 2.2 ESPECIFICAÇÕES

A embaladora selecionada opera com um **sistema eletroeletrônico 220V e 380V, 60Hz, 16 AMP. Possui um sistema de ar comprimido com 16NL/ ciclo, e pressão de trabalho de 4 bar.** Também integra um **sensor automático para cortar e selar além de cilindros pneumáticos.**

**Utiliza um micro CLP (Controlador Lógico Programável) para realização do controle e de uma interface simples entre homem e máquina. O seu acabamento é feito com cabine de acrílico, pintura com tinta de epóxi, ideal para aplicação em alimentos por ter grande facilidade de limpeza, resistência a variações de temperatura, impermeável, além de dar um bom acabamento. Tampas laterais moldadas em chapas de aço inox.**

## 3 RESULTADOS

### 3.1 PRODUTO

A utilização da embaladora automática trouxe várias vantagens para a empresa, dentre elas, o fato do equipamento conseguir embalar até 30 barras de chocolates por minuto, representando um grande ganho de tempo e produtividade se compararmos com a forma manual de embalar o produto, conforme pode ser visto na Tabela 2.

**Tabela 2 – Comparativo de produção manual e automática.**

<b>Produção</b>	<b>Quantidades p/ minuto</b>	<b>Pessoas envolvidas no Processo</b>
Manual	22	2
Embaladora Automática	30	1

A empresa onde o trabalho foi aplicado fabrica especificamente barras de chocolate. Por ser uma empresa de pequeno porte e de fabricação artesanal, há pouco tempo no mercado, não possui uma variedade de produtos oferecidos até o presente momento. Concentra-se na produção de apenas um tipo e tamanho de barra de chocolate. O produto produzido pode ser visto na Figura 5.



**Figura 5 – Imagem da barra de chocolate.**

## 3.2 ANÁLISES DE CUSTOS

A análise de custos do investimento foi realizada pela empresa após o processo de seleção da embaladora a se adquirir. Nesta análise, foram feitas comparações dos custos salariais e dos custos de consumo elétrico em KW/h que podem ser vistas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Comparativo dos custos mensais para a empresa.**



	<b>SALARIAL</b>	<b>Considerando os principais impostos</b>
<b>Salário do Embalador</b>	R\$ 730,00	R\$ 1.230,00
	<b>AQUISIÇÃO</b>	<b>Consumo de 3 KW/h</b>
<b>Embaladora Automática</b>	R\$ 22.000,00	R\$ 488,93
Tarifa KW/h de R\$ 0,603616		

Anteriormente era preciso dois embaladores nesta etapa do processo, porém, com utilização da embaladora automática, passou a ser necessário utilizar apenas um funcionário no processo, que consiste basicamente em colocar os produtos de forma manual no equipamento e operar o mesmo.

### 3.3 TEMPO DE AMORTIZAÇÃO DO INVESTIMENTO

A amortização tem como função diminuir o débito do imposto de renda, pois são entradas, não são custos desembolsados (DUARTE, R.C.F; MOLICA, E.M; MORAES, J.S; CARDOSO, L.V; FILHO, A.A.F.).

Segundo (Souza e Clemente, 2004), é um custo abatido dos lucros, em cada exercício fiscal, acarretando menor lucro tributável. Resulta em menor imposto de renda a pagar mantendo a mesma alíquota de imposto de renda.

O tempo para amortização do investimento foi calculado levando em consideração o investimento de aquisição da embaladora, seu consumo e kW/h e sua produção de 30 barras de chocolate por minuto. Esses dados foram comparados aos dados coletados referentes ao custo mensal de um funcionário e sua produtividade nesta mesma etapa de produção, conforme pode ser visto na Tabela 4.

**Tabela 4 – Amortização do investimento.**

<b>Termos</b>	<b>Funcionário/Manual</b>	<b>Embaladora Automática</b>
<b>Salário do Embalador</b>	R\$ 730,00	X

<b>Aquisição do equipamento</b>	X	R\$ 22.000,00
<b>Considerando os principais impostos</b>	R\$ 1.230,00	X
<b>Consumo de 3 kW/h</b>	X	R\$ 358,55
<b>Quantidade produzida p/ mês</b>	261360	356400
<b>Faturamento mensal</b>	R\$ 156.816,00	R\$ 213.840,00
<b>Lucro mensal bruto</b>	R\$ 155.586,00	R\$ 213.481,45

Nos cálculos realizados foi levada em consideração a tarifa KW/h estipulada pela companhia elétrica do local, o valor de venda de cada barra de chocolate, produção diária, o faturamento e lucro mensal. O valor de venda por unidade foi calculado multiplicando a capacidade de produção por minuto pela quantidade de minutos totais diários num período de 22 dias úteis de trabalho em um mês.

Portanto pode ser estipulado que a recuperação ou retorno do investimento na embaladora foi recuperado no primeiro mês de investimento.

### 3.4 OUTRAS VANTAGENS

Outra vantagem foi a de padronizar a embalagem final dos produtos, deixando os mesmos com um aspecto melhor perante apresentação destes ao cliente. Abaixo na Figura 6 pode ser visto o corte manual da embalagem e o corte padronizado com a embaladora automática.



**Figura 6 – Imagem das barras de chocolates embaladas.**

- a) Corte feito de forma manual; b) Corte feito com embaladora automática.

O ganho obtido com a agilidade de operação permitiu a eliminação do gargalo de produção na etapa final, quando os produtos que eram embalados geravam transtornos e perdas diárias de produção. Isso ocorria devido ao fato do setor de embalagens não conseguir acompanhar no mesmo ritmo do setor produtivo, logo, era necessário fazer pequenas pausas na linha produtiva.

Em relação às questões ambientais, verificou-se que houve uma diminuição dos resíduos, que ocorriam durante o corte manual da embalagem do produto, quando no caso do mesmo ter sido cortado de uma forma muito desalinhada, era feita uma correção manual, que consistia em cortar o lado com excesso de forma a alinhar o corte. Desse corte, surgia um pequeno retalho da embalagem que era descartado, gerando assim um resíduo.

Depois da implementação da embaladora que tem seu corte automático e padronizado, não foi mais necessário efetuar correções e conseqüentemente, ocorreu à redução de resíduos nesse processo.

### 3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A aquisição da embaladora resultou da necessidade de melhoria do sistema produtivo. Os métodos utilizados para este fim foram de pesquisa bibliográfica e de coleta de dados na linha de produção da empresa.

Foram utilizados também métodos comparativos demonstrando os ganhos de produção obtidos com a utilização de uma embaladora automática.

A tabela 2 apresentou um comparativo de produção por tempo e por usuário com relação à máquina embaladora, demonstrando as vantagens da mesma.

Na tabela 4, comparando os resultados obtidos, pode-se observar um aumento de 36,36% do faturamento mensal, esse aumento representa um grande impacto positivo para a empresa, comprovando as vantagens de automatizar linhas de produção nas empresas.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, poderá ser observado que é vantajoso para empresas de pequeno porte investir em equipamentos automatizados, desde que a mesma faça uma análise das suas necessidades.

No caso específico do estudo, verificou-se que a automatização do processo de embalagens trouxe grandes vantagens para a empresa, pois conseguiu-se eliminar gargalos de produção na etapa final do processo, que anteriormente dependia do trabalho de dois colaboradores e num maior tempo de operação.

Os gargalos, também conhecidos como ponto de estrangulação, ocorriam no processo de embalagem, no qual a linha de produção não conseguia trabalhar com sua capacidade total, pois o setor de embalagem não era capaz de embalar todas as barras de chocolate dentro do mesmo ritmo da produção, e com isso, a linha de produção precisava efetuar pequenas paradas, resultando em ociosidade nos setores anteriores. Depois da introdução da embaladora automática no processo de embalagem, não ocorreu mais o problema de paradas na produção.

Outra vantagem foi a melhoria da qualidade das embalagens, que além de ficarem visualmente melhores e mais bem definidas, ficaram padronizadas em seus aspectos, principalmente no de corte das embalagens, o que antes era difícil de obter utilizando colaboradores em processos manuais.

Os colaboradores que antes trabalhavam no processo de embalagem, foram realocados em outras atividades dentro da empresa.

Algumas implicações surgidas durante a implementação desse equipamento na empresa foi o temor à inovação, à novidade, pois nota-se a dificuldade por parte dos colaboradores em assimilar novos processos e procedimentos de trabalho.

Uma sugestão para algum trabalho futuro do mesmo tema ou similar seria o de efetuar um trabalho de conscientização dos colaboradores, no intuito de esclarecer e explicar as necessidades de melhoria e inovação, e também esclarecer o quanto isso é vantajoso e importante para todos na empresa, evitando assim o surgimento de uma barreira a um novo processo de inovação.

## 5 REFERÊNCIAS

ABIACAB (Associação brasileira da indústria do chocolate, cacau, amendoim, balas e derivados), notícia, 2011. Disponível em:

<http://www.abicab.org.br/associado-chocolate-e-cacau/valor-economico-2/> Acesso em 16/09/2012.

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. Instituto FNP, 504 p. São Paulo – SP. 2006.

ARRHENIUS, S. A. Teoria da Dissociação Eletrolítica: Teoria Ácido-Base de Arrhenius, Estocolmo-Suécia, 1889.

CEPLACPA (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Pará) gráfico. Principais produtores de cacau no país em 2010. Disponível em:

<http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/02/grafico-producao-cacau-2010.jpg> Acesso em 16/09/2012.

COLANERI, D.; GARCIA, C. Desenvolvimento e modelagem de transdutor fotoelétrico destinado a máquinas cortadeiras para embalagens flexíveis. *Sba Controle & Automação*, Dez 2007, vol.18, no.4, p.397-409. ISSN 0103-1759

DUARTE, R. C. F; MOLICA, E. M; MORAES, J. S; CARDOSO, L.V; FILHO, A. A. F. Agroindústria de chocolate artesanal com e sem recheios no Distrito Federal. Distrito Federal, UPIS, 2005.

FORMIGHIERI, E. F, Genoma de *Moniliophthora perniciosa*: montagem e anotação da mitocôndria e desenvolvimento de sistema de anotação semi-automático de genes. Campinas: Unicamp, 2006.

LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L.; AMARAL, R. L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 38, n. 4, p. 463-469, 2002.

MINIM, V.P.R. and CECCHI, H.M. Avaliação da composição em ácidos graxos de barras de chocolate ao leite. *Ciênc. Technol. Aliment.*, Abr 1998, vol.18, no.1, p.111-115. ISSN 0101-2061

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Decisões financeiras e análise de investimento: fundamentos técnicos e aplicações. 5ª. Ed. São Paulo. Atlas 2004. p.178.

# Capítulo 7

## AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM UMA EMPRESA DE CALÇADOS

[10.37423/200200187](#)

*Eduarda Schein (Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste - FACCAT)*  
*eduardaschein@sou.faccat.br*

*Murilo Carniel dos Santos (Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste - FACCAT)*

*murilocarniel@sou.faccat.br*

*José de Souza (Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha - FETLSVC)*

*josesouza@liberato.com.br*

*Guilherme Balbinot Alves (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS)*  
*gui.b@live.com*

*Elton Gimenez Rossini (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS)*  
*elton-rossini@uergs.edu.br*

*Alexandre Beluco (Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS)*  
*albeluco@ufrgs.br*

**Resumo:** A crescente demanda de instalações de energia solar fotovoltaica vem como um incentivo de economia e sustentabilidade para consumidores residenciais e empresariais. O presente artigo visa estudar o custo de investimento para instalação de energia solar em três unidades fabris de uma empresa calçadista, localizadas no estado de Ceará. É possível concluir através deste artigo que o investimento para iniciar a captação dessa energia renovável é inviável no momento, pois o custo financeiro é muito alto.

Há possibilidade de realizar a implantação no futuro em apenas uma das unidades fabris ou de forma que atenda apenas um percentual da parte da energia consumida.

**Palavras Chave:** Energia solar fotovoltaica; Pré-dimensionamento, Geração distribuída.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das definições sobre energia pode ser entendida como a capacidade de realizar trabalho ou de transferir calor (FARIAS, SELLITTO, 2011). A fonte primária da energia é o sol, ao iluminar, aquecer, transferir energia para as águas, formando nuvens e chuvas, e fornecer energia aos vegetais, através da fotossíntese. A utilização dessa fonte primária pode ocorrer de forma direta ou indireta. A energia solar pode ser captada por meio de diversas tecnologias, como painéis fotovoltaicos (SOUZA et al., 2015), (DURING F° et al., 2017).

O rápido crescimento da indústria de energia renovável, no contexto internacional, foi previsto, analisado e divulgado em relatórios e trabalhos técnicos, publicados ao longo das últimas décadas (REN21, 2007; REN21, 2009; REN21, 2014). Da mesma forma, vem sendo registrado o rápido crescimento no uso da tecnologia fotovoltaica, em diferentes países. Entre 2004 e 2009, a capacidade fotovoltaica conectada à rede aumentou a uma taxa média anual de 60% (REN21, 2010).

A matriz energética brasileira é caracterizada pela grande participação das fontes renováveis (TOMASQUIM, 2003; GOLDEMBERG, 2008). Mesmo assim, os últimos relatórios também evidenciaram um crescimento da contribuição das energias renováveis na matriz elétrica brasileira (REN21, 2019), além da energia hidráulica. Inicialmente, constatou-se o aumento da contribuição da energia eólica. Já em 2017 a potência instalada solar fotovoltaica atingiu com 935 MW. Nesse mesmo ano, a micro e minigeração distribuída para a fonte solar fotovoltaica, atingiu 165,87 GWh e 174,5 MW de geração e potência instalada respectivamente (BEN, 2018).

No ano base de 2018, a participação das energias renováveis na matriz elétrica superou 83% (BEN, 2019). Entretanto, alcançar e manter as metas firmadas em acordos internacionais ainda se constitui em um grande desafio. Periodicamente são produzidos relatórios e publicações técnicas com projeções relacionadas ao uso da energia no país. Conforme EPE (2016) será necessário expandir o uso de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis, além da energia hidráulica, para ao menos 23% até 2030, principalmente pelo aumento da participação das fontes solar, eólica e biomassa.

O Brasil, conforme MME (2017), possuía, ao final de 2016, 81 MWp de energia solar fotovoltaica instalados, o que representa cerca de 0,05% da capacidade total instalada no país. A baixa utilização de energia solar no Brasil chama mais atenção quando verificamos as condições favoráveis, relacionadas à disponibilidade de radiação solar. Os altos níveis de radiação solar foram avaliados com



uso de diferentes metodologias, ao longo das últimas décadas (MARTINS et al., 2004). Além disso, existem grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem representar vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares (EPE, 2012).

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, ou SFCR, representam uma das formas de geração distribuída (LORA, HADDAD, 2006), que tem como uma das vantagens a redução de perdas por transmissão pela geração de energia elétrica próxima ao local de consumo. De fato, existem vantagens e desvantagens associadas à geração distribuída, por essa razão são desenvolvidos modelos para alocação ótima e dimensionamento (ANGARITA, 2015). No Brasil, as aplicações de energia solar fotovoltaica, foram ampliadas pela Resolução Normativa 482/2012 (ANEEL, 2012) que regulamentou a geração distribuída.

De acordo com (DANTAS, POMPERMAYER, 2018), o Nordeste é uma das regiões do país que mais pode ser beneficiada com a instalação de sistemas fotovoltaicos. No estado do Ceará os SFCR, em instalações de micro e minigeração de energia, têm reconhecida relevância para o planejamento estratégico do setor energético, além de contribuir para a diversificação da matriz energética e a redução das emissões de gases do efeito estufa (LIRA et al, 2019).

O sistema elétrico do Estado do Ceará tem sido analisado em relatórios técnicos (EPE, 2010), bem como suas necessidades de expansão, especialmente relacionadas ao escoamento do potencial eólico das usinas do litoral norte (EPE, 2019). A classe de consumo residencial tem maior número de usinas com produção solar fotovoltaica com 69,9%, enquanto que a classe industrial tem apenas 2,42% (IPCE, 2018).

Nesse contexto de expansão dos SFCR, este trabalho tem objetivo analisar a viabilidade da implantação de um sistema de geração de energia solar em uma empresa calçadista que possui três filiais no estado do Ceará, Brasil. É apresentado um pré-dimensionamento do sistema com a finalidade suprir a demanda da instalação, tendo como base a análise do consumo médio e da disponibilidade de radiação solar. É feita uma estimativa do investimento para implantar um SFCR capaz de cobrir toda a demanda de energia elétrica nas três instalações.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os módulos fotovoltaicos comerciais são formados pela conexão de diversos dispositivos semicondutores de junção, conhecidos como células fotovoltaicas, capazes de promover a conversão da energia radiante em energia elétrica. As características das células fotovoltaicas, que compõem os

módulos fotovoltaicos comerciais, são descritas na vasta literatura básica da área (MARKVART, CASTANER, 2003; MARKVART, CASTANER, 2005; SMETS et al, 2015). Assim, os módulos fotovoltaicos, que compõem as instalações, não se comportam como uma fonte elétrica convencional, pois não apresentam tensão de saída constante (PINHO, GALDINO, 2014).

De modo geral, os aproveitamentos fotovoltaicos apresentam versatilidade e facilidade de instalação. Outra vantagem é a possibilidade integrar pequenas instalações em locais, como telhados de edificações. As instalações fotovoltaicas podem ser conectadas à rede de energia elétrica, promovendo a geração distribuída (ZILLES et. al., 2012). As características técnicas do comportamento de conversão da energia radiante em energia elétrica (VILLALVA, GAZOLI, 2012) e dos desenvolvimentos tecnológicos de fabricação das células e módulos fotovoltaicos são fundamentais para o correto dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. As principais metodologias de dimensionamento são apresentadas na literatura básica da área, em relatórios e trabalhos técnicos e em sites da área. Para dimensionamentos de sistemas fotovoltaicos também são empregados softwares comerciais que tem metodologias de dimensionamento apresentadas em sua documentação.

Além das metodologias de dimensionamento é fundamental considerar os aspectos relacionados à legislação para instalação de SFCR. Diferentes políticas e metodologias tarifárias foram implementadas, como estratégia para favorecer a expansão da geração distribuída (PICCIARIELLO et al., 2015).

Uma das políticas é conhecida como *Net-metering policy* ou sistema de compensação. De modo geral, a avaliação do impacto macroeconômico da aplicação da política de compensação deve abranger uma ampla gama de consumidores e vai depender da economia do país e da estrutura do setor energético (CHRISTOFORIDIS et al., 2016).

O sistema de compensação foi regulamentado no Brasil em 2012, pela publicação da Resolução Normativa 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica. Em 2015 a legislação foi atualizada com a publicação da Resolução Normativa 687 (ANEEL, 2015) e da Resolução Normativa 786 (ANEEL, 2017).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada para avaliar a viabilidade da implantação de um SFCR pode ser resumida nas seguintes etapas: (1) coleta e análise de dados do comportamento de consumo de energia elétrica para as três unidades produtivas, localizadas na região nordeste do Brasil; (2) coleta de dados de

disponibilidade de radiação solar nas respectivas regiões, onde estão localizadas as unidades produtivas; (3) dimensionamento simplificado e pré-projeto de SFCR; (4) confirmação dos resultados de dimensionamento simplificado e de pré-projeto, avaliado pelo uso de softwares para simulação de sistemas fotovoltaicos. Todas as unidades produtivas estão localizadas no estado do Ceará, pertencente à região nordeste do Brasil. A Figura 2 ilustra a posição do estado do Ceará no território brasileiro e sul-americano, tendo como referência a linha do Equador. Dados de radiação solar podem ser obtidos em diferentes bancos de dados e sua distribuição espacial pode ser obtida em publicações como o Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et al., 2017). A aplicação de cada uma das etapas da metodologia forneceu resultados para análise e discussão.

Figura 2 - Mapa do Brasil, indicando localização do estado do Ceará e linha do Equador (tracejado)



Fonte: [https://www.google.com.br/maps/place/Ceará](https://www.google.com.br/maps/place/Cear%C3%A1)

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

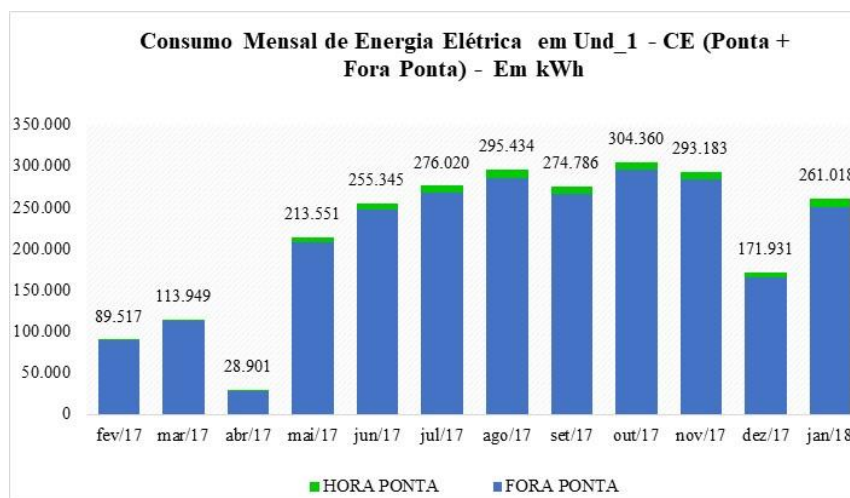
Com a aplicação das etapas da metodologia proposta neste trabalho são obtidos os resultados que permitem avaliara o custo de implantação de um SFCR, capaz de suprir a demanda de energia elétrica das unidades produtivas.

## 4.1. PROCESSO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os dados de consumo de energia elétrica foram coletados de fevereiro de 2017 a janeiro de 2018. Posteriormente, esses dados foram analisados de forma a obter-se um consumo médio mensal e diário em cada unidade produtiva.

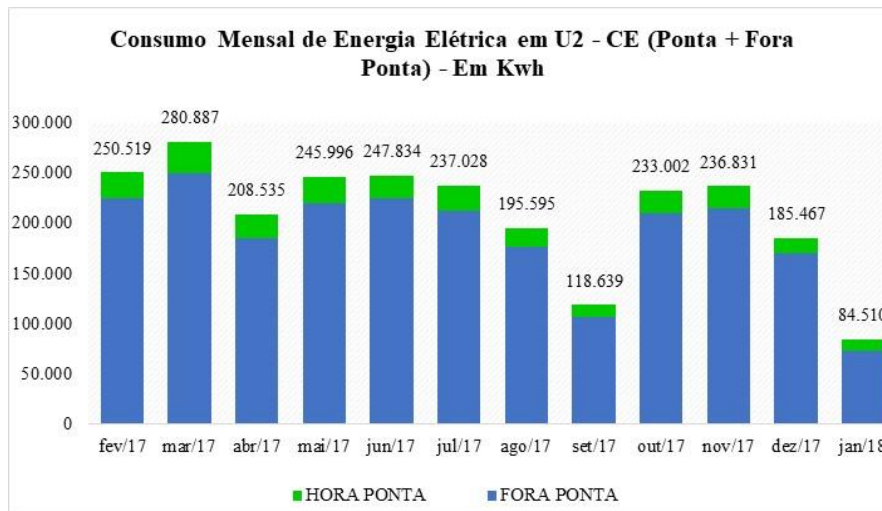
As unidades produtivas estão localizadas em diferentes municípios do estado do Ceará e são identificadas como U1, U2 e U3, para manter o sigilo referente à empresa estudada. As fábricas funcionam em dois turnos, manhã e tarde. Nas unidades U1 e U2, o turno da manhã inicia às 6 h 30 min e termina às 11 h 30 min; o turno da tarde inicia às 13 h e às 17 h 48 min encerram as atividades. Na unidade U3, o turno da manhã inicia às 7 h e termina às 11 h 30 min; o turno da tarde inicia às 13 h e às 17 h 18 min as atividades da unidade são encerradas. As Figuras 2, 3 e 4 mostram a distribuição do consumo de energia elétrica ao longo de doze meses, entre fevereiro de 2017 e janeiro de 2018, nas respectivas unidades produtivas.

Figura 2 - Consumo de energia elétrica em U1



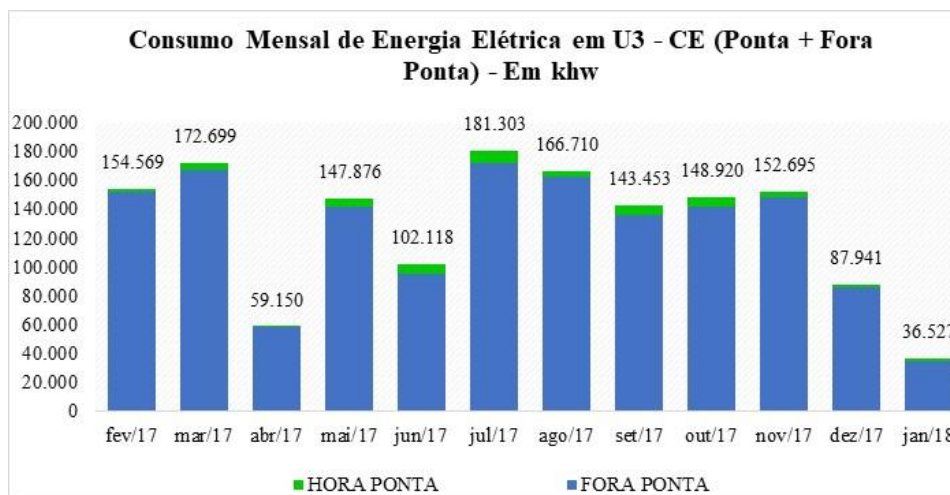
A Figura 2 exibe o comportamento de consumo de energia elétrica, em kWh/mês, na unidade produtiva U1. Observa-se que os meses que registraram maior consumo foram agosto de 2017, outubro de 2017 e novembro de 2017. Os meses de fevereiro março e abril têm consumo reduzido. O mês de abril registrou um consumo de energia elétrica muito inferior aos demais meses. A elevação no consumo nesses meses pode ter ocorrido por diversos motivos, como a utilização de equipamentos diferentes e/ou o aumento na produção. Nesse período, a U1 registrou um consumo médio do tipo Hora Ponta, em que a tarifa paga pelo cliente final é mais cara devida à alta demanda de energia entre 17 h e 22 h, de 2,93% do total consumido.

Figura 3 - Consumo de energia elétrica em U2



De acordo com a Figura 3, U2 apresentou maior consumo nos meses de fevereiro e março. O consumo é reduzido no mês de janeiro. A U2 registrou média de consumo de energia do tipo Hora Ponta maior, representando 10,32% do consumo total. Isso significa que essa unidade produtiva realizou maior quantidade de horas extras, quando comparado a U1, pois há mais consumo de energia fora do horário padrão de atividades da empresa.

Figura 4 - Consumo de energia elétrica em U3



De acordo com a Figura 4, observa-se que na U3 os meses de maior consumo de energia elétrica foram março e julho. O consumo desta unidade produtiva também é reduzido em janeiro. Assim como U1, a unidade produtiva U3 registrou média de consumo de energia elétrica do tipo Hora Ponta, com média

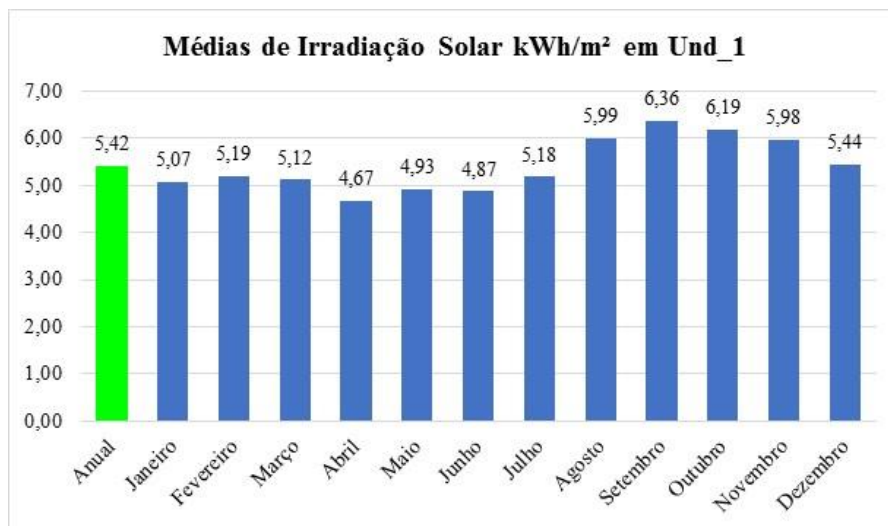
de 3,4% do total consumido. O total de energia consumido no período analisado foi o menor de todas as unidades.

As diferenças nas características dos padrões de consumo de energia elétrica entre as unidades podem ser atribuídas: (a) à dimensão de cada uma; (b) ao tipo de produto que é fabricado em cada unidade. De modo geral, as dimensões das unidades modificam o de consumo de energia elétrica. Por outro lado, o tipo de produto também pode afetar o perfil de consumo de energia elétrica, ao envolver diferentes maquinários no processo produtivo, bem como demandas de produtos. Na U1 são produzidos, na maior parte do tempo, calçados femininos de marcas nacionais; enquanto que na U2 são produzidos calçados esportivos de marcas de exportação; na U3 são produzidos calçados femininos de marcas de exportação.

## 4.2. COLETA DE DADOS DA DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR

Para localização das instalações foi utilizado o sistema de localização Google Earth, onde se alcançou os dados de latitude e longitude. Estes dados foram localizados na tabela de irradiação solar global horizontal do Atlas Brasileiro de Energia Solar. As Figuras 5, 6 e 7 mostram as médias de irradiação solar, nas respectivas unidades produtivas.

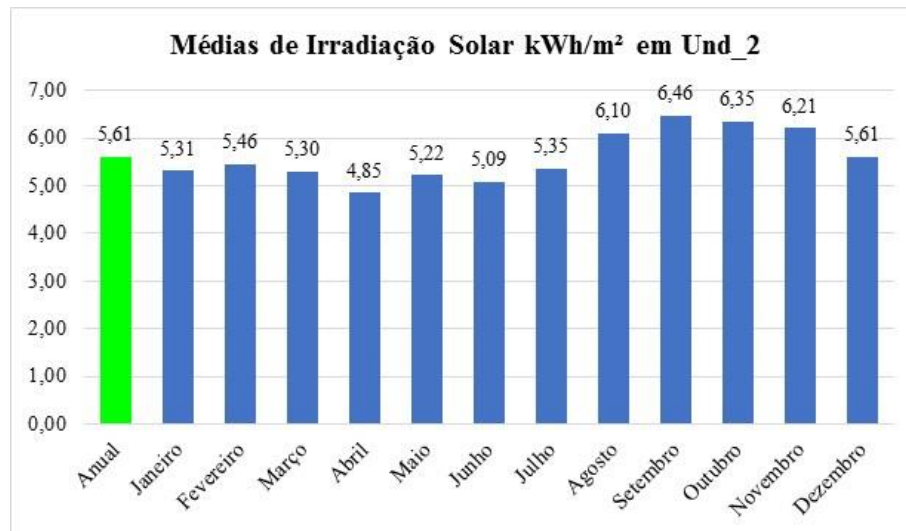
Figura 5 – Média de Irradiação Solar em U1



A unidade produtiva U1 está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 3°41'25" S e 39°34'44" W (-3.690.278 S e -39.578.889 W, na forma decimal). Foram considerados na latitude (S) - 3,7005000000 e longitude (W) -39,5490000000 como os valores mais próximos referenciados na

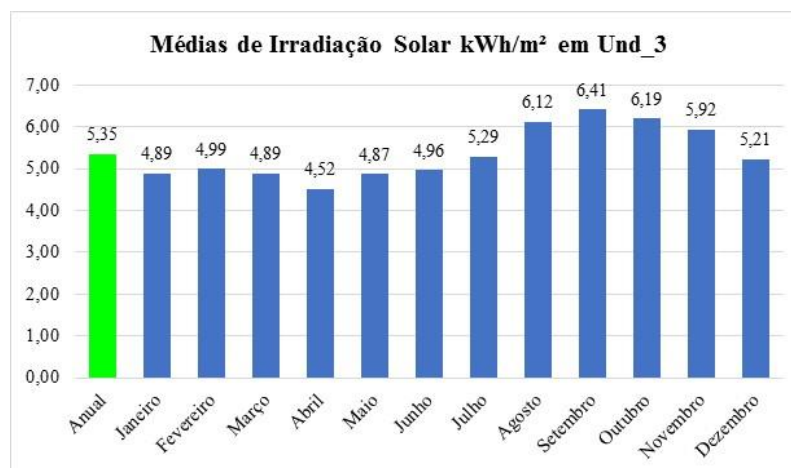
tabela de dados. Os resultados originaram o gráfico, representado pela Figura 5, onde foi encontrado o valor da irradiação média solar anual de 5,42 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

Figura 6 - Média de Irradiação Solar em U2



Para U2, foram utilizados os seguintes dados: 3°47'29" S e 39°15'27" W (-3.791.389 S e -39.257.500 W, na forma decimal). Foram considerados na latitude (S) -3,8005000000 e longitude (W) -39,2490000000 como valores mais próximos referenciados na tabela de dados. Os resultados originaram o gráfico abaixo, representado pela Figura 6, onde foi encontrado o valor da irradiação média solar anual de 5,61 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

Figura 7 - Média de Irradiação Solar em U3



Fonte: Dos autores (2019)



Para U3, foram utilizados os seguintes dados: 3°37'08" S e 39°30'41" W (-3.618.889 S e -39.511.389 W, na forma decimal). Foram considerados na latitude (S) -3,6005000000 e longitude (W) -39,5490000000, que eram os valores mais próximos referenciados na tabela de dados. Os resultados originaram o gráfico abaixo, representado pela Figura 7, onde foi encontrado o valor da irradiação média solar anual de 5,35 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

## 4.3 DIMENSIONAMENTO SIMPLIFICADO E PRÉ-PROJETO DE SFCR.

Nessa etapa, foi determinada a quantidade de módulos fotovoltaicos capaz de suprir toda a demanda e evitar a compra mensal de energia elétrica da distribuidora. Esse resultado foi obtido levando-se em conta a média anual de radiação solar na região, a eficiência do sistema, a demanda de energia elétrica e a potência dos módulos.

Sabendo, que as irradiações médias solares anuais são em U1: 5,42 kWh/m<sup>2</sup>.dia; U2: 5,61 kWh/m<sup>2</sup>.dia; U3: 5,35 kWh/m<sup>2</sup>.dia e que o consumo médio mensal de energia elétrica é, respectivamente, 214.833 kWh/mês, 210.404 kWh/mês e 129.497 kWh/mês, pode-se dimensionar um sistema fotovoltaico, considerando uma eficiência de 83% que atende a garantia de 25 anos, através da escolha dos módulos fotovoltaicos, conforme sua potência. Para o dimensionamento simplificado foram consultados os equipamentos dos fabricantes abaixo, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Características de diferentes módulos comerciais

Fabricante	Nº de Células	Máxima			
		Pot. Nominal (W)	Comprimento (m)	Largura (m)	Peso (kg)
Canadian	60	275~305	1,65	1,00	18,20
Solar	72	310~340	2,00	1,00	22,00
	60	250~265	1,65	1,00	19,00
Globo Brasil	72	305~320	2,00	1,00	27,00
Trina Solar	60	275~305	1,65	1,00	18,60
	72	320~335	2,00	1,00	22,50
Yingli Solar	60	240~260	1,65	1,00	18,50



---

72	290~310	2,00	1,00	25,50
----	---------	------	------	-------

---

Fonte: <http://blog.bluesol.com.br/placas-fotovoltaicas/>

Considerando que os módulos mais eficientes são as que possuem potência acima de 240 W, nesse cálculo será considerado o uso de módulos de 340 W, ou 0,34 kW, da fabricante Canadian Solar e que ocupa uma área de 2 m<sup>2</sup>.

a) Dimensionamento de projeto de energia solar fotovoltaica em U1:

- Consumo médio diário:  $214.833/30 = 7.161,100$  kWh/dia;
- Potência de placas necessária:  $7.161,100/5,42 = 1.321,236$  kW;
- Eficiência de 83%:  $1.321,236/0,83 = 1.591,851$  kW;
- Uso de módulos de 340 W:  $1.591,851/0,34 = 4.682$  módulos.

b) Dimensionamento de projeto de energia solar fotovoltaica em U2:

- a) Consumo médio diário:  $210.404/30 = 7.013,467$  kWh/dia;
- b) Potência de placas necessária:  $7.013,467 /5,61 = 1.250,172$  kW;
- c) Eficiência de 83%:  $1.250,172/0,83 = 1.506,232$  kW;
- d) Uso de módulos de 340 W:  $1.506,232/0,34 = 4.431$  módulos.

c) Dimensionamento de projeto de energia solar fotovoltaica em U3:

- b) Consumo médio diário:  $129.497/30 = 4.316,567$  kWh/dia;
- c) Potência de placas necessária:  $4.316,567/5,35 = 806,835$  kW;
- d) Eficiência de 83%:  $806,835/0,83 = 972,090$  kW;
- e) Uso de módulos de 3400 W:  $972,090/0,34 = 2.859$  módulos.

Como esperado, observa-se que a unidade produtiva U1 necessita de uma maior quantidade de módulos fotovoltaicos, devido ao maior consumo de energia elétrica.

## 4.4 RESULTADOS DE SIMULAÇÕES

Para confirmar os resultados obtidos foram empregados softwares de simulação de sistemas fotovoltaicos. O SFCR teve como dados de entrada o modelo CS6U-340P da Canadian. O custo de cada módulo é de R\$516,83. Foi eficiência total do sistema de 0,80 para considerar as possíveis perdas ocasionadas por temperatura ambiente mais elevada. Foram obtidos resultados para dois conjuntos

de dados de entrada de radiação: dados de irradiância média SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*) para o estado do Ceará e com medições do CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) para a localização informada no documento.

Como resultado, as relações de quantidade de módulos 340Wp Canadian Solar, com o modelo CS6U-340P, atualmente utilizado no mercado, ficaram próximas. O mesmo foi observado para as dimensões dos sistemas. De acordo com a simulação o número de módulos, necessário para suprir a demanda, é de 12.366 módulos, superior aos 11.975 do dimensionamento simplificado. Na simulação, o custo total é de R\$ 9.320.221,10, incluindo módulos e equipamentos CC. Esse valor total não levou em conta a parte de proteção CA, cabine de medição, transformação, proteção, laudos estruturais, entre outros. Entretanto, considerando valores de mercado e sabendo que, em média, os equipamentos representam 70% do valor do projeto, pode-se aproximar um custo superior a R\$ 13.300.000,00. O custo final do projeto deve ter um aumento significativo, para um total estimado em, aproximadamente, R\$ 15.000.000,00. Esse aumento é necessário para considerar outros possíveis gastos, relacionados à complexidade da instalação de um sistema desse porte. Tais custos estão relacionados com: laudos, análise estrutural da cobertura, para instalação na cobertura; terraplanagem, para o caso de uma usina de solo, gastos com a preparação para passagem de condutores; cabines para medição, transformação, proteção; adequações na rede local, entre outros. Um projeto em baixa tensão fica com um *payback* de aproximadamente 2,5 anos. Entretanto para consumo relativamente elevado, superior 500 kW, é mais vantajoso migrar para o mercado livre de energia e ter uma demanda contratada de operadoras de centrais geradoras privadas. Nesse caso, os SFCR são adequados para otimização do custo de demanda contratada.

## 5. CONCLUSÕES

A partir do dimensionamento simplificado, verificou-se que seria necessário instalar um total de 11975 módulos fotovoltaicos de 340 W para atender todo o consumo das três unidades produtivas avaliadas. Empregando um modelo de simulação, o número de módulos aumentou para 12.366. O cálculo de pré-projeto é efetuado com base no consumo médio mensal de cada unidade, sabendo que esses valores podem variar de acordo com a capacidade produtiva e o maquinário envolvido na produção. Caso a demanda por energia seja reduzida, a empresa poderá acumular créditos de desconto com a concessionária de energia elétrica. A estimativa de custo dos equipamentos é de, aproximadamente R\$ 13.300.000,00 e o custo final do projeto é estimado em R\$ 15.000.000,00. Uma opção para reduzir o elevado custo inicial, é instalar de um SFCR, projetado para geração de parte da energia demandada.

Em um projeto de baixa tensão o *payback* ficaria em torno de 2,5 anos. Considerando as opções de mercado, conclui-se que não é vantajoso instalar o SFCR para atender toda a demanda das três unidades produtivas. Entretanto, um SFCR pode ser dimensionado para redução do gasto com energia elétrica ou para otimização do custo de demanda contratada.

## REFERÊNCIAS

ANGARITA, O. F. B. Alocação ótima de geração distribuída considerando perdas e desvios de tensão como aspectos econômicos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 74 p., 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012. Disponível em:< <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA. Brasília, 2029. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 687, de 24 de Novembro de 2015. Disponível em:< <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 786 de 17 de Outubro de 2017. Disponível em:< <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>>. Acesso em: 28 out.2019.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa. Energética PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA. Brasília, 2019. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa, 2009.

CHRISTOFORIDIS G. C.; PANAPAKIDIS I. P., PAPADOPOULOS T. A.; PAPAGIANNIS G. K., KOUMPAROU I.; HADJIPANAYI M.; GEORGHIU G. E. A model for the assessment of different net-metering policies. *Energies*, 9 p. 262, 2016.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro, 2018, 42p.

DURING Fo, F. A., SOUZA, J. D., ROSSINI, E. G., BELUCO, A. Pre-feasibility Study for the Development of a Biogas Plant *Espacios* Vol 38 (18):25 2017. DOI: 10.5935/0798-1015.20170001.

EPE. Balanço Energético Nacional 2018: Ano Base 2017. Rio de Janeiro, 2018. Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

EPE. Balanço Energético Nacional 2019: Ano Base 2018. Rio de Janeiro, 2019. Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

EPE. O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: Produção e Uso de Energia. Rio de Janeiro, 2016. Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

EPE. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira: Nota Técnica. Rio de Janeiro, maio/2012. Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

FARIAS, L. M., SELLITTO, M. A. Use of Energy Throughout History: Evolution and Future Perspectives [in Portuguese]. Revista Liberato Vol. 12, Issue 17 (2011) pp. 7-16 DOI: 10.31514/rliberato.2011v12n17.p07

GOLDEMBERG, J. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. 3 ed. São Paulo: USP, 2008.

IPECE. Panorama da produção de energia elétrica no Estado do Ceará: Um enfoque para a matriz eólica. Informe nº 141 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2018.

LIRA, M. A. T. ; MELO, M. L. S.; RODRIGUES, L. M.; SOUZA; T. R. M. Contribuição dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica para a redução de CO<sub>2</sub> no Estado do Ceará. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n. 3, 389-397. São José dos Campos, São Paulo, 2019.

LORA, E. E. S.; HADDAD, J. (coord.). Geração distribuída: aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

MARKVART, T.; CASTANER, L. Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications. Elsevier Science, 2003.

MARKVART, T.; CASTANER, L. Solar cell: materials, manufacture and operation, Elsevier Science, 2005.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E.; B. ABREU, S. Levantamento dos recursos de energia solar no brasil com o emprego de satélite geostacionário. O projeto Swera. Revista brasileira de Ensino de Física, v. 26 n. 2, p. 145-159, 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016. Brasília: MME, 2017.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R COSTA, R. S; LIMA, F. J. L.; RICARDO RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. Atlas brasileiro de energia solar, 2.ed. -- São José dos Campos : INPE, 2017.

PICCIARIELLO, A.; RENESES, J.; FRIAS, P.; SÖDER, L. Distributed generation and distribution pricing: Why do we need new tariff design methodologies? Electr. Power Syst. Res., 119, 370–376, 2015

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. (Org.) Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014. REN21. Renewables Global Status Report, Paris: REN21 Secretariat, 2007.

REN21. Renewables Global Status Report, Paris: REN21 Secretariat, 2019. REN21. Renewables Global Status Report, Update, Paris: REN21 Secretariat, 2009.

REN21. Renewables Global Status Report, The First Decade: 2004-2014 - 10 Years of Renewable Energy Progress, Paris: REN21 Secretariat, 2014.

REN21. Renewables Global Status Report, Paris: REN21 Secretariat, 2010.

SMETS, A.; JÄGER, K.; OLINDO, I.; SWAAIJ, R.; Zeman, M. Solar Energy - The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems. UIT Cambridge, 2015.

SOUZA, J. D., COELHO, M. A, A., SCHAEFFER, L., ROSSINI, E. G. Technical feasibility of biogas compression for commercialization [in Portuguese]. Espacios Vol.36 Issue 6 (2015) pp. 11

TOLMASQUIM, M. T. (Org.) Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Cenergia, 2003.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 1ª ed. Editora Érica, São Paulo, 2012.

ZILLES, R.; MACEDO, W. N.; GALHARDO. M. A. B.; OLIVEIRA S. H. F. Sistemas Fotovoltaicos Conectados á Rede Elétrica. I.Ed. São Paulo: Oficina de Textos v.1.208p., 2012.

# Capítulo 8

## AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALADO EM EMPRESA DO VALE DO PARANHANA

[10.37423/200200188](#)

*Adriel Luiz Telles (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT) - Taquara/RS - Brazil).*

*Ezequiel Krech Ferreira (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT) - Taquara/RS - Brazil).*

*José de Souza (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

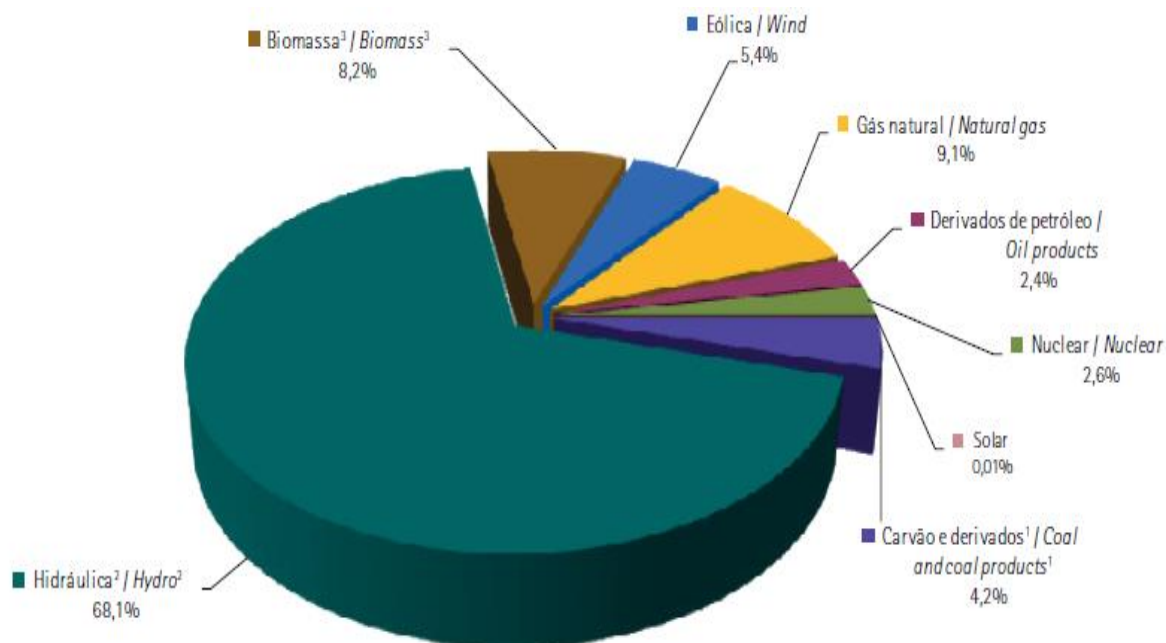
*Alexandre Beluco (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/IPH, Porto Alegre /RS - Brasil).*

**Resumo:** Instalações de sistemas de energia solar fotovoltaica estão crescendo como uma alternativa renovável e promissora para gerar energia elétrica. O presente artigo visa comparar o potencial de geração de energia de uma usina solar fotovoltaica instalada em uma empresa Vale do Paranhana/RS com o consumo de energia elétrica fornecida pela concessionária. Houve ainda a demonstração da composição da tarifa de energia elétrica atualmente utilizada pela empresa, servindo de informação para caso haja o desejo de ser realizado um posterior cálculo de retorno dos investimentos. As conclusões obtidas são de que o cálculo de dimensionamento da usina possivelmente não levou em consideração os dados de consumo da empresa, de modo que a expectativa dos investidores pode não ser integralmente atendida.

**Palavras chave** — Usina, fotovoltaica, dimensionamento, energia.

## INTRODUÇÃO

O uso de tecnologia fotovoltaica para geração de energia elétrica através da energia solar é uma alternativa bastante estudada no Brasil, isso ocorre porque o país apresenta grande potencialidade de exploração desse recurso em todo o território com irradiação média de 1200 e 2400 kWh/m<sup>2</sup>/ano (LIMA, 2014). No ano de 2016, a micro e a minigeração distribuída de energia elétrica atingiu o número de 104,1 GWh com uma potência instalada de 72,4 MW, sendo que a fonte solar fotovoltaica que soma a maior parcela geração (53,6 GWh) e da potência instalada (56,9 MW) (BEN, 2017). Quando comparada a outras fontes, a energia vinda do processo de geração fotovoltaica ainda representa uma parcela muito pequena do total geral, na casa de 0,01%, conforme o gráfico da Figura 1.



**Figura 1:** Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte. (Adaptado de BEN, 2017).

Segundo ANEEL (2005), de forma direta, a radiação solar pode ser: (i) usada como fonte de energia térmica, para aquecimento de ambientes e de fluidos e para geração de potência mecânica ou elétrica; e (ii) convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre materiais, dentre os quais o termoelétrico e fotovoltaico.

Para o intervalo de tempo pode ser considerada suficiente para efeito das primeiras avaliações dos recursos solares, inicia-se o projeto de sistemas solares e análise de viabilidade inicial. No projeto detalhado de avaliação dos finais recursos, diversos padrões e instalação de instrução das tarefas de dispositivos apropriados para avaliação de recursos e medições no local por um período de, pelo

menos, um ano e análise horária da radiação solar (ABDO T. e MOHAMED. EL-S, 2013).

Com a publicação da resolução 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), ficaram delimitadas condições para a conexão de sistemas de micro e minigeração às redes de distribuição, bem como a possibilidade de criação de um processo de compensação de energia elétrica. Através deste, o cliente que gera energia pode “creditar-se” em períodos onde sua produção for maior que à sua demanda. A geração distribuída no Brasil passou a ser uma realidade a partir desse documento (GOETZE, 2017).

O presente trabalho busca estimar a quantidade de energia elétrica que será gerada através de um sistema fotovoltaico instalado numa empresa situada na região do vale do Paranhana no estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente na cidade de Taquara. O projeto foi executado a partir de uma decisão baseada em dados de caráter comercial, apresentados pela empresa contratada (que por motivos de confidencialidade será chamada de “Empresa B”) sem uma revisão teórico-científica por parte da empresa contratante (que por motivos de confidencialidade será chamada de “Empresa A”) antes da implementação do sistema.

Para validar de forma técnica a efetividade e a adequação do conjunto instalado na “Empresa A”, será usado um referencial teórico que levará em conta o mapeamento da incidência solar no Brasil com ênfase na região da instalação. O objetivo da pesquisa será alcançado se a partir dela for possível avaliar a capacidade de geração de energia elétrica do conjunto instalado na “Empresa A” e, com isso calcular, o quanto ele atende a demanda por potência da empresa.

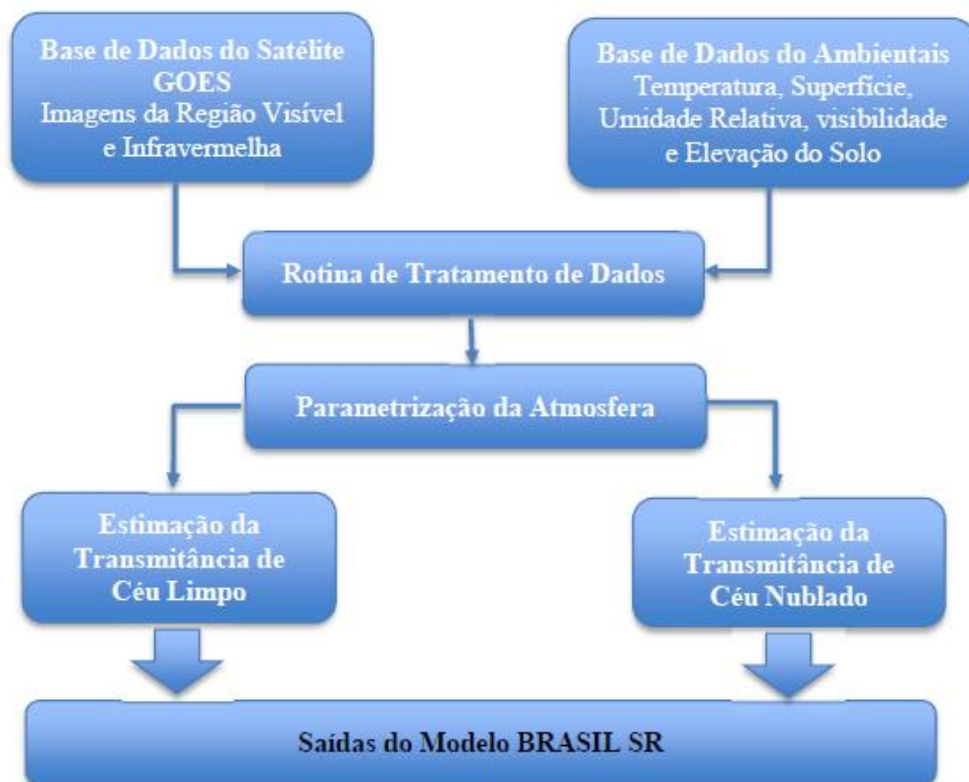
## REVISÃO TEÓRICA

### 2.1. MAPEAMENTO DE INCIDÊNCIA SOLAR

O aproveitamento da capacidade econômica do uso da energia solar tem suas expectativas e oportunidades dependentes de informações válidas sobre o potencial disponível e sobre a sua variabilidade em razão de fatores naturais e antropogênicos. Existem métodos para a apuração dos recursos de energia solar: a utilização de radiômetros em conjunto com técnicas de interpolação dos dados de radiação coletados; e o uso de modelos computacionais para determinação de estimativas da radiação solar incidente por meio de relações empíricas ou da solução da equação de transferência radiativa na atmosfera (MARTINS et al., 2017). A fim de catalogar uma série de dados satelitais e ser um instrumento amplamente utilizado por investigadores e empreendedores da área de energia solar, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o CCST (Centro de Ciência do Sistema Terrestre),



através do LABREN (Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia), todos organismos governamentais, lançaram no ano de 2017 a segunda edição do Atlas brasileiro de energia solar (PEREIRA et al., 2017). Esse atlas se baseia no modelo numérico para avaliação da irradiância solar na superfície chamado de BRASIL SR, desenvolvido pelo próprio LABREN, onde os dados são validados por meio de comparação com valores medidos em superfície em estações da rede SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais). Segundo Tiepolo (2015), o modelo BRASIL-SR usa informações de nebulosidades extraídas de imagens de satélite GOES (geoestacionário) e de dados climatológicos de variáveis ambientais e, com isso, modela a composição da atmosfera e os processos radiativos que nela ocorrem. A figura 2 demonstra o fluxograma simplificado das informações que baseiam a estimativa realizada por este modelo.



**Figura 2:** Fluxograma Simplificado das Informações do Modelo Brasil SR. (Adaptado de Tiepolo, 2015)

## 2.2 TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA

No caso investigado por esta pesquisa, se trata de um estabelecimento industrial com compra de demanda (“Demanda Contratada”), cujo enquadramento se dá na estrutura tarifária Convencional. Esse tipo de serviço exige um contrato específico com a concessionária, na qual se pactua um único

valor da demanda pretendida pelo Consumidor.

Há uma demanda de potência ativa que deve ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga.

Em que pese não esteja expressamente previsto na Resolução 456, permite-se que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido. A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem.

Ainda, com relação a tarifa Convencional espera-se que o preço de energia elétrica seja formado pelos custos incorridos desde a sua geração até a chegada ao consumidor, na tomada elétrica. É importante entender também, que a energia elétrica é um bem essencial ao qual não se paga apenas pelo consumo, mas também pela sua disponibilidade praticamente perene. Desta forma, espera-se que o preço seja suficiente para arcar com os custos de despesas de operação e expansão de todo o conjunto que compõem o sistema elétrico. Estes custos devem cobrir as operações diárias e os investimentos realizados na rede, que tem como objetivo eliminar menores tempos para eventuais conserto e baixos índices de falhas (ANEEL, 2005).

Ressalta-se que os custos com a aquisição da energia são aqueles decorrentes da contratação de montantes de energia por meio de leilões regulados, ou seja, a distribuidora de energia compra uma determinada quantia de energia elétrica suficiente para o atendimento de seu mercado cativo. Os custos com energia são alocados com a chamada Tarifa de Energia (TE) e repassados integralmente aos consumidores, sem qualquer margem de lucro.

Os custos relativos ao uso do sistema de distribuição estão incluídos na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), tais como as despesas de capital e os custos de operação e manutenção das redes de distribuição.

Os custos relativos ao uso do sistema de transmissão e alguns encargos setoriais são arrecadados por meio da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST).

Segundo a (ANEEL 2005), é obrigação da concessionária levar energia até o consumidor, seja ele pessoa física ou jurídica, pois a empresa de energia elétrica possui custos que devem ser cobertos pela tarifa de energia. De modo geral, a conta de luz inclui o ressarcimento de três custos distintos:



**Figura 3:** Composição do Custo de Energia. (Adaptado de ANEEL, 2015).

A partir da edição de Lei nº 10.848/2004, o valor da geração de energia comprada pelas distribuidoras para revender aos seus consumidores passou a ser determinado em leilões públicos, sendo um impeditivo para que as distribuidoras possam comprar livremente e energia a ser revendida, sem qualquer publicidade dos valores.

O transporte de energia dos pontos de geração até o consumidor final é um monopólio natural, eis que a competição nesse mercado não traz nenhum benefício. Por esse motivo, a ANEEL trabalha e fiscaliza para que as tarifas desse segmento sejam compostas apenas pelos custos efetivos relacionados com o serviço prestado e para que se tenha tarifas mais justas.

Contudo, adicionado a esses custos, existem os encargos e os tributos que não são criados ou instituídos pela ANEEL, mas sim por força de lei. Alguns desses encargos e tributos incidem somente sobre os custos da distribuição, enquanto outros estão embutidos nos custos de geração e transmissão.

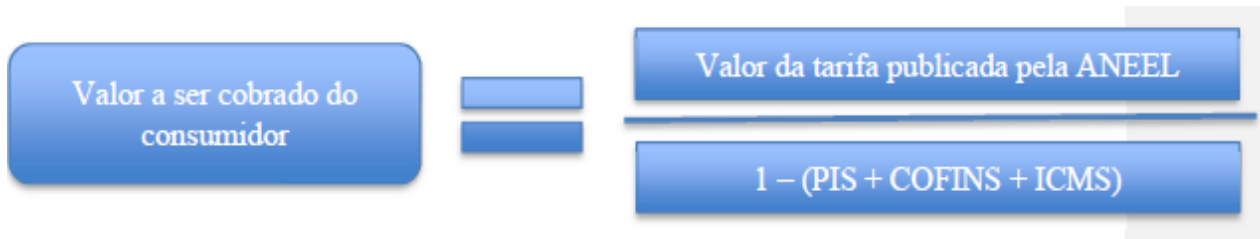
Isto é, quando a conta de luz chega ao consumidor, ele paga a compra da energia (remuneração do gerador), a transmissão (os custos da empresa transmissora) e a distribuição (serviço prestado pela distribuidora), acrescido dos encargos e tributos determinados por Lei, os quais são destinados e beneficiam ao Poder Público, em âmbito Federal, Estadual e Municipal.

Com relação aos Tributos Federais, tem-se o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), que são cobrados pela União para manutenção de programas voltados ao trabalhador e para atender a programas sociais do Governo Federal.

O Tributo Estadual limita-se ao Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), previsto no artigo 155 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Como o próprio nome já diz, esse imposto incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e serviços. O ICMS é regulado pelo código tributário de cada estado, isto é, estabelecido em lei pelas casas legislativas e, por isso, variam de Estado para Estado. A distribuidora tem a obrigação de realizar a cobrança do ICMS direto na fatura e

repassá-lo integralmente ao Governo Estadual.

A forma de cálculo do PIS, COFINS e ICMS é feita pela chamada cobrança “por dentro”, onde a concessionária, ao receber os valores dos referidos tributos cobrados nas contas de energia, discrimina os tributos para recolher à União e os tributos que integram a própria base de cálculo para transferir aos Estados, conforme as leis sobre as quais incidem suas respectivas estaduais correspondentes, a parte alíquotas equivalentes ao ICMS.



**Figura 4:** Valor dos Impostos (Adaptado de ANEEL, 2015).

Os Tributos Municipais, por sua vez, referem a Contribuição para Custeio de Iluminação Pública, previsto no artigo 149-A da Constituição Federal de 1988, estabelecendo que, entre as competências dos municípios, está dispor, conforme lei específica aprovada pela Câmara Municipal, a forma de cobrança e a base de cálculo da CIP. Logo, é atribuição do Poder Público Municipal toda e qualquer responsabilidade pelos serviços de projeto, implantação, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação pública. Neste caso, a concessionária apenas arrecada a taxa de iluminação pública que é revertida em benefício do município.

Pelo gráfico abaixo, é possível verificar que o valor do custo de transmissão foi o item que mais cresceu nos mercados da energia elétrica desde o ano de 2001 (125,34%). Esse aumento pode ser atribuído aos altos investimentos realizados na rede básica (alta-tensão) para permitir o fluxo de energia entre as diversas regiões do País, com o objeto de aumentar a confiabilidade do sistema elétrico nacional frente à disponibilidade de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas. Contudo, é necessário que esse item representa apenas 5.96% do valor da conta de luz, sendo que esse investimento são essenciais para permitir a transferência de energia entre as regiões nos períodos de escassez de chuvas.

Pelo mesmo gráfico, observa-se que o segmento que mais cresceu (cerca de 108,11%) foram os encargos e tributos que representam mais de 33,27% do valor da conta de luz, sendo o item de maior impacto. A Distribuição (75,5%) e a Compra de Energia (103,94%) tiveram menor crescimento, mas ainda assim esse aumento foi superior à inflação do período.

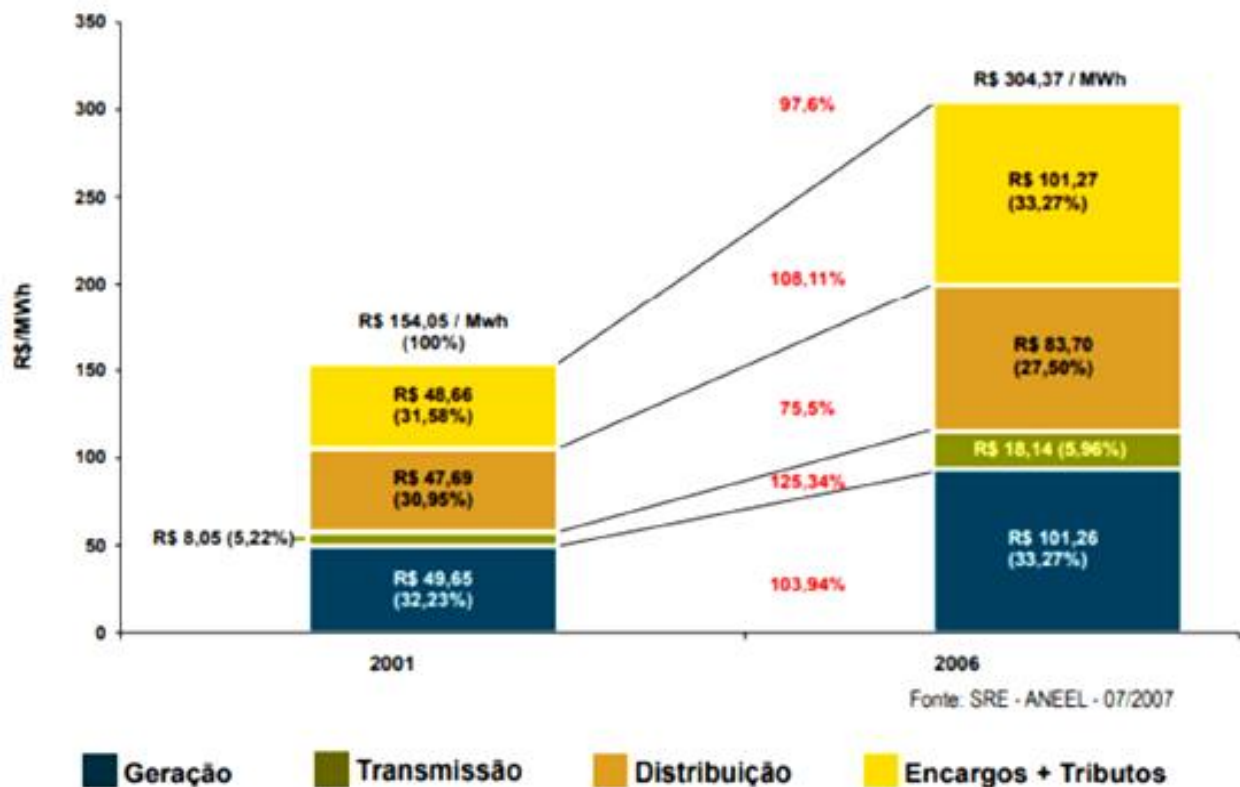


Figura 5: Cálculo da Tarifa Média (Adaptado de ANEEL, 2015).

## 2.3 CÁLCULOS DE RETORNO DE INVESTIMENTO

Mesmo que sejam consideradas todas as vantagens da energia solar fotovoltaica, há ainda a dúvida de que o custo benefício de se investir em um sistema fotovoltaico não compensa. Por esta razão, segue abaixo um estudo sobre os ganhos econômicos com a instalação de uma energia limpa e sustentável.

Alguns autores, entre eles Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002), Brigham e Ehrhardt (2012) abordam o *payback* como um método de análise capaz de evidenciar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial. Este método considera o valor do dinheiro no tempo, pois utiliza uma taxa de desconto para verificar o número exato de períodos, em que o projeto recupera o valor inicial investido. Normalmente, essa taxa de desconto usada é a taxa mínima de atratividade, a qual é determinada pelo próprio investidor como parâmetro para remuneração de seu capital.

O tempo de retorno do investimento em energia solar, que também é chamado de *payback*, representa o tempo necessário para que o custo de instalação se pague e, a partir de então, comece a dar lucro para o proprietário. Para fazer este cálculo, é necessário fazer o levantamento do custo

total do investimento e dividi-lo pela economia proporcionada mensalmente, conforme a Equação 1.

Cálculo de *Payback*.

$$\text{Payback (meses)} = \text{Investimento (R\$)} / \text{Energia gerada (kWh/mês)} \times \text{Valor da tarifa} \quad (1)$$

O cálculo do retorno de um sistema de energia solar fotovoltaico deve levar em consideração o investimento total realizado e a geração média mensal do sistema fotovoltaico (produção de energia em kWh). No Brasil, o payback varia bastante em função da radiação solar e tarifas cobradas, sendo que, quanto maiores estes valores, menor será o payback do sistema. Como o retorno depende de fatores como a tarifa da energia elétrica da cidade, o fornecedor contratado e o tamanho do sistema a ser instalado, cada caso precisa ser estudado individualmente, podendo variar bastante o payback.

Outra forma de compreender o benefício obtido pela aquisição de um sistema de energia fotovoltaica é por meio do cálculo da taxa de retorno sobre o investimento. Para calcular qual a taxa de retorno anual, basta verificar qual é a proporção entre a economia obtida anualmente através do sistema e o investimento realizado, conforme a equação 2. Cálculo da Rentabilidade.

$$\text{Rentabilidade} = \text{Economia} / \text{Investimento} \quad (2)$$

O Custo Nivelado de Energia é uma métrica para definir o custo de produção de energia por uma determinada fonte de geração. Assim, pode ser utilizada para comparação entre diferentes fontes de energia. Para este cálculo também são levados em consideração todos os custos da produção ao longo da vida útil do sistema, citando como exemplos: (i) em relação à produção de energia por uma fonte de energia não renovável, como os combustíveis fósseis, esse valor é definido pelo custo da obtenção do combustível, da manutenção da usina, etc.; (ii) em relação a energia fotovoltaica, incluem-se os custos dos materiais, projeto, instalação, manutenção, entre outros, ao longo de 25 anos de vida útil do sistema (sendo que o sistema continuará gerando após este período). Cálculo do Custo Nivelado de Energia.

$$\text{Custo Nivelado de Energia} = \text{Investimento (R\$)} / \text{Energia total gerada (kWh)} \quad (3)$$

Esta métrica permite entendermos um sistema fotovoltaico como um grande pacote de energia, pelo qual será pago um determinado valor e que lhe proporcionará uma determinada quantidade de energia. Perceba que o valor obtido pelo Custo Nivelado de Energia é em reais por kWh gerado, ao passo que pode ser diretamente comparado com o valor da tarifa de energia que é paga pelo consumidor.

Desta forma, verifica-se que o investimento em um sistema de energia fotovoltaica possui retorno

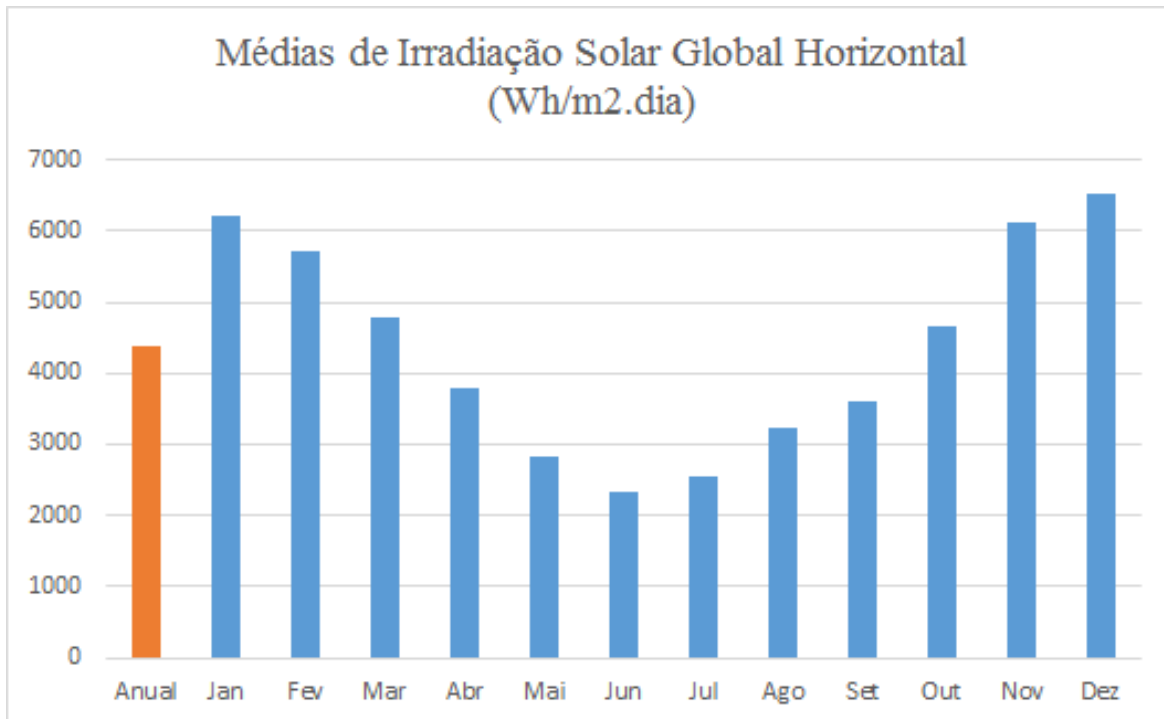
econômico para a empresa, além de se tratar de uma energia limpa e renovável, embora existam muitas dúvidas e questionamentos sobre o alto valor a ser despendido.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória, realizada por meio de um estudo de caso em uma indústria localizada no Estado de Rio Grande do Sul. Martins e Theóphilo (2007) afirmam que a pesquisa exploratória é a abordagem adotada quando se busca maiores informações sobre determinado assunto. Os autores complementam descrevendo que é aquela que possui flexibilidade no planejamento e é indicada em casos onde se tem poucas informações sobre o objeto de pesquisa. Ainda sobre a pesquisa exploratória, Gil (2008) salienta que ela proporciona maior familiaridade com o problema, tornando o objetivo mais explícito. O estudo de caso consiste no estudo aprofundado de um ou de poucos objetivos, de modo que possibilite o conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2008).

Este estudo de caso contou com dados coletados diretamente na indústria chamada de “Empresa A”, através de contas de energia elétrica, dados técnicos de painéis fotovoltaicos importados diretamente para instalação do sistema e documentos dos dispositivos instalados na solução vendida pela “Empresa B”.

Após, foram realizadas análises técnicas do sistema propostos pelo fornecedor, com a realização de cálculos da geração de energia com base nas informações coletadas na própria empresa, quais sejam: a) Localização da instalação se encontra; b) Radiação solar no local de acordo com a localização da edificação; c) Dados de dimensionamento do sistema instalado; d) Potência dos painéis solares; e) Rendimento dos painéis solares; f) Potência dos Inversores; g) Rendimento dos inversores; h) Consumo de energia por parte da “Empresa A”. Para localização do ponto de instalação do sistema foi utilizado o aplicativo Google Maps onde se alcançou dos dados de latitude e longitude nas seguintes coordenadas: 29°41'23.5"S e 50°48'51.2"W (-29.68986111 S e -50.81422222 W, na forma decimal). Estes dados foram localizados na tabela de irradiação solar global horizontal do Atlas Brasileiro de Energia Solar. Nesta busca, as coordenadas consideradas foram na latitude -29,700500 e na longitude de -50,849000, que eram referências mais próximas apresentadas no banco de dados. Os resultados deram origem ao gráfico explícito pela Figura 5.



**Figura 6:** Gráfico da irradiação solar global horizontal no ponto de instalação da usina (Adaptado de Atlas Brasileiro da Energia Solar, 2017).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados do sistema instalado na “Empresa A” seguem a as informações da Tabela 1.

**Tabela 1:** Dados Técnicos da Usina Instalada. (“Empresa B”, 2017).

Dados da Usina Instalada	
Potência Instalada Total (kWp):	300
Área Total da Usina (m²):	1.652
Nº de Arranjos:	59
Nº de Placas por Arranjo	18
Módulos da Usina Fotovoltaica:	1062
Potência de Pico Considerada (kW):	6,4
Potência de Pico dos Módulos (kWp)	345



Potência de Pico dos Inversores 50  
(kWp)

Quantidade Total de Inversores 6

As placas solares instaladas na usina adquirida pela “Empresa A” são do modelo 330 P fornecidas pela empresa Canadian Solar e possuem uma potência de máxima de geração de 330 W, conforme dados da Figura 7.

### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS6U	325P	330P	335P	340P
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W	340 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.0 V	37.2 V	37.4 V	37.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.78 A	8.88 A	8.96 A	9.05 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.5 V	45.6 V	45.8 V	45.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.34 A	9.45 A	9.54 A	9.62 A
Module Efficiency	16.72%	16.97%	17.23%	17.49%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

### MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6×12)
Dimensions	1960×992×40 mm (77.2×39.1×1.57 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)
Per Container (40' HQ)	624 pieces

**Figura 7:** Dados Técnicos das Placas Solares Instaladas (Adaptado da Ficha Técnicas das Placas Instaladas, 2018).

Sabendo que estas placas estão em 59 arranjos de 18 peças cada, totalizando 1.062, entende-se que a potência de pico do sistema, que é de 300 kW está suficientemente abrangida pela soma da potência das placas, que totaliza 350,46 kW. Cálculo advindo da Equação 4. Cálculo da potência total do conjunto de placas solares.

$$\text{Potência Máxima Total do Conjunto de Placas Solares (kW)} = \text{Quantidade de Placas (Und.)} \times \text{Potência Máxima da Placa Solar (kW)} \quad (4)$$

Outra constatação é a de que a potência de pico do sistema está limitada pela soma das potências máximas dos 6 inversores da marca ABB modelo TRIO-50.0-TL-OUTD, que administram uma potência máxima de 50 kW cada, totalizando 300 kW. Conforme dados da Tabela 2, eles são restritos por uma eficiência ponderada de 98%.

**Tabela 2:** Dados Técnicos da Usina Instalada. (“Empresa B”, 2017).

Operating performance	TRIO-50.0-TL-OUTTD	TRIO-60.0-TL-OUTTD-480
Maximum Efficiency ( $\eta_{max}$ )	98,30%	98,50%
Weighted Efficiency (EURO)	98,00%	98,00%

Segundo Júnior (2004) a energia possível de ser produzida através de uma usina pode ser representada pela equação 5. Cálculo da energia produzido pelo sistema fotovoltaico.

$$E_g \text{ (kWh)} = P \text{ (kW)} \times \text{HSP (horas)} \times \eta_{cc/ca} \text{ (percentual)} \quad (5)$$

Onde:

$E_g$  = energia produzida pelo sistema;

$P$  = potência nominal do sistema fotovoltaico;

HSP = número de Horas de Sol Pleno em média diária a uma intensidade de  $1.000\text{W}/\text{m}^2$ , que é equivalente a energia total diária incidente sobre a superfície das placas do gerador em  $\text{kW}/\text{m}^2$ , em horas;

$\eta_{cc/ca}$  = rendimento do inversor de corrente contínua para alternada.

Aplicando a fórmula nos dados já conhecidos e usando os valores de radiação solar levantados na metodologia, é possível estimar a energia gerada em cada mês, conforme a Tabela 3. Neste cálculo, se dispensou a variação de energia gerada pela alteração da temperatura ambiente, que no caso das placas solares são de 0,41% para cada Grau Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )

**Tabela 3:** Dados de Produção de Energia da Usina. (Dos Autores, 2018).

Período	Dias	Potência (kW)	Irradiação	Rendimento do Inversor (%)	Energia Gerada (kWh)
			Média ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dia}$ )		
Jan	31	300	6,21	0,98	56.634,40
Fev	28	300	5,72	0,98	47.045,88

Mar	31	300	4,79	0,98	43.619,60
Abr	30	300	3,80	0,98	33.551,28
Mai	31	300	2,84	0,98	25.901,99
Jun	30	300	2,34	0,98	20.594,70
Jul	31	300	2,55	0,98	23.213,36
Ago	31	300	3,23	0,98	29.474,68
Set	30	300	3,61	0,98	31.840,20
Out	31	300	4,65	0,98	42.407,44
Nov	30	300	6,13	0,98	54.057,78
Dez	31	300	6,53	0,98	59.514,42
Total Anual					467.855,72

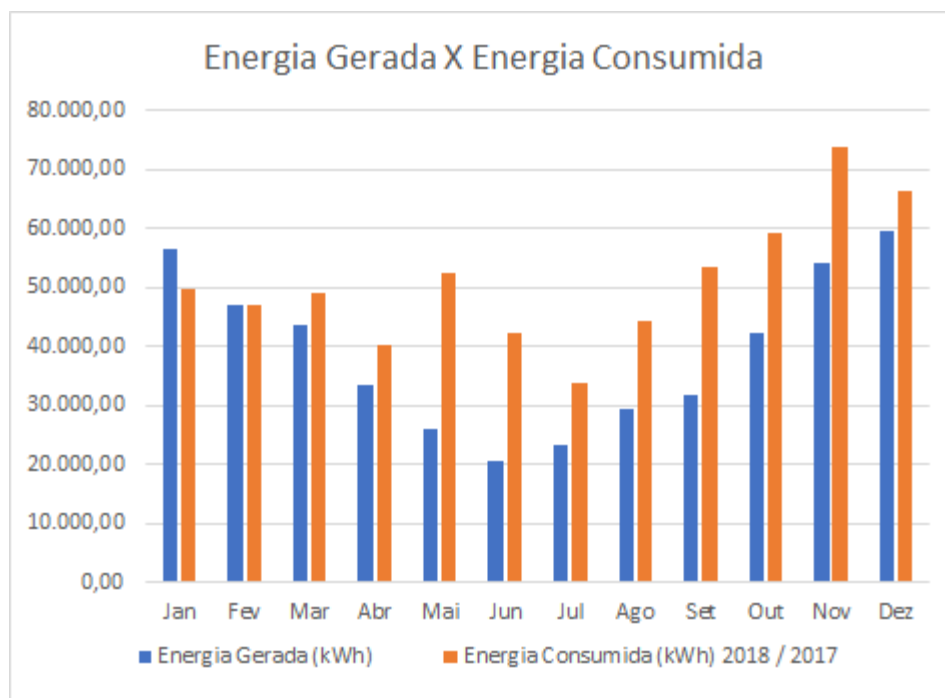
Os dados de consumo da “Empresa A” foram extraídos da conta de energia baseada nas medições realizadas pela concessionária de energia que seguem a as informações da Tabela 4, configuram uma utilização média anual de 49.890,5 kWh.

**Tabela 4:** Dados de Consumo da “Empresa A”. (Concessionária de energia da “Empresa A”, 2018).

Consumo de Energia Elétrica na “Empresa A”			
Mês / Ano	Ponta (kWh)	Fora Ponta (kWh)	Consumo Total (kWh)
jun/17	572,0	41.810,0	42.382,0
jul/17	484,0	33.322,0	33.806,0
ago/17	632,0	43.761,0	44.393,0
set/17	8.76,0	52.531,0	53.407,0
out/17	2.314,0	57.040,0	59.354,0
nov/17	4.688,0	69.050,0	73.738,0
dez/17	4.069,0	62.284,0	66.353,0

jan/18	2.666,0	47.039,0	49.705,0
fev/18	1.090,0	45.840,0	46.930,0
mar/18	896,0	48.262,0	49.158,0
abr/18	917,0	39.423,0	40.340,0
mai/18	1.426,0	50.981,0	52.407,0
<b>Total Anual</b>			<b>611.973,0</b>

As médias de consumo da “Empresa A” e a estimativa de produção de energia da estabelecem uma relação explícita no gráfico da Figura 8. Considerando o consumo total anual desde o mês de junho de 2017 até o mês de maio de 2018 (611.973,0 kWh) versus a estimativa de energia a ser gerada num período de 12 meses (467.855,72 kWh), observa-se que a usina irá atender em torno de 76% do total usado.



**Figura 8:** Gráfico de Previsão da Energia Gerada X Energia Consumida (Dos autores, 2018).

Se for observado o impacto na conta de energia, será possível ver que a dedução por conta do valor da energia gerada se dará somente sobre o valor de consumo de energia em ponta e fora de ponta e seus respectivos impostos, tanto na tarifa de energia (TE) quanto na tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD). Ou seja, os custos de demanda que abrangem aproximadamente 20% do valor da

conta não serão atacados pela geração da usina. A Figura 9 traz as informações de consumo da “Empresa A” com o detalhamento dos custos.

DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO													
Cod.	Descrição da Operação	Mês	Quant. Registrada	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos	Valor Total Operação	Base Cálculo ICMS	Aliq. ICMS	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS 1,50%	COFINS 7,34%
115	Nº. 900102101275	Ref.											
0805	Consumo Ponta [KWh] - TUSD	MAI/18	1.426,680	1.426,680	kWh	1,15786302	1.651,90	1.651,90	18,00	297,34	1.651,90	26,27	121,25
0805	Consumo Fora Ponta [KWh]-TUSD	MAI/18	50.982,120	50.982,120	kWh	0,05288051	2.695,96	2.695,96	18,00	485,27	2.695,96	42,87	197,88
0801	Cons Ponta Band Verde - TE	MAI/18	1.426,680	1.426,680	kWh	0,47908431	683,50	683,50	18,00	123,03	683,50	10,87	50,17
0801	Consumo F Ponta Band Verde-TE	MAI/18	50.982,120	50.982,120	kWh	0,30500870	15.549,99	15.549,99	18,00	2.799,00	15.549,99	247,24	1.141,37
0801	Adicional Band Amarela Ponta	MAI/18					15,35	15,35	18,00	2,76	15,35	0,24	1,13
0801	Adicional Band Amarela FPonta	MAI/18					440,79	440,79	18,00	79,34	440,79	7,01	32,35
0801	Consumo Reativo Exo Ponta	MAI/18	57,906	57,906	KVr	0,31930831	18,49	18,49	18,00	3,33	18,49	0,29	1,36
0801	Consumo Reativo Exo Fora Ponta	MAI/18	747,903	747,903	KVr	0,31950850	238,96	238,96	18,00	43,01	238,96	3,80	17,54
0802	Demanda [kW] - TUSD	MAI/18	330,960	348,000	KW	15,79310345	5.496,00	5.496,00	18,00	989,28	5.496,00	87,39	403,41
	<b>Subtotal</b>						<b>26.790,94</b>						
	<b>Total Distribuidora</b>						<b>26.790,94</b>						
0807	Contribuição Custeio IP-CIP	MAI/18					29,97						
	<b>Total Outros Serviços</b>						<b>29,97</b>						
	<b>Total a Pagar</b>						<b>26.820,91</b>						

**Figura 9:** Dados da Conta de Energia da “Empresa A” (Concessionária de energia da “Empresa A”, 2018).

## 5. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas são de que o cálculo de dimensionamento da usina não levou em consideração o consumo da “Empresa A”. Em conversa com os gestores na expectativa de entender como este cálculo não foi realizado antes da instalação do sistema, acredita-se que a fonte da diferença foi a de que observação tenha sido feita somente sobre a potência de pico já registrada na empresa, que em medições anteriores girada em torno dos 305 kW em média, conforme Figura 10.

			kW	Dias
2018	MAI		330,00	33
	ABR		277,00	28
	MAR		316,00	29
	FEV		277,00	32
	JAN		310,00	29
2017	DEZ		321,00	30
	NOV		337,00	32
	OUT		317,00	29
	SET		294,00	31
	AGO		288,00	32
	JUL		294,00	29
	JUN		305,00	30
	MAI		294,00	33

**Figura 10:** Dados da Demanda por Potência na “Empresa A” (Concessionária de energia da “Empresa A”, 2018).

Esta informação levou quem tomou a decisão sobre o tamanho da usina à acreditar que abrangendo a média de potência estaria atendendo a demanda, mas obstruiu a visão sobre o conceito de energia consumida. Com a aplicação de mais três arranjos e respectivos conversores na usina, poderia ser alcançada a produção total necessária. A discussão sobre cálculo de retorno de investimento foi suprimida do presente trabalho por falta de liberação de dados do valor total investido para instalação do sistema, mas está devidamente embasada no referencial teórico para possibilidade posterior aplicação. Outra oportunidade de melhoria seria a análise mais avançada sobre a energia gerada pela irradiação solar difusa incidida sobre as placas solares, que foram desconsideradas no cálculo. Por fim foi possível constatar que a expectativa por parte dos gestores de terem a conta de energia elétrica da empresa praticamente zerada nos meses seguintes muito provavelmente não será atendida devido ao dimensionamento míope da usina e devido à desconsideração da oferta de demanda por potência instalada que seguirá sendo cobrada e oferecida pela concessionária.

## REFERÊNCIAS

ABDO T. e MOHAMED. EL-S. Estimating the global solar radiation for solar energy projects – Egypt case study, *International Journal of Sustainable Energy*, 32:6, 682-712, 2013.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Atlas da Energia Elétrica do Brasil. Brasília – DF, 2005. 2ª Edição. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) Por dentro da conta de luz: informação de utilidade pública / Agência Nacional de Energia Elétrica. 4. Ed. - Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_1p\\_atual.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_1p_atual.pdf).

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>.

BRIGHAM, E. F. e EHRHARDT, M. C. Administração financeira: teoria e prática. 13ª. Edição. São Paulo: Thomson Learning, 2012.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOETZE, F. Projeto de microgeração fotovoltaica residencial: estudo de caso. UFRGS/ Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Elétrica, 2017.

JÚNIOR, O. L; Sistemas fotovoltaicos conectados à rede: Estudo de caso–3kWp instalados no estacionamento do IEE-USP. 2005. Diss. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2004.

LEMES JUNIOR, A. B; CHEROBIM, A. P; RIGO, C. M. Administração Financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras. 5 reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LIMA, J. L. B. Energia fotovoltaica como alternativa energética viável - UFRJ/ Escola Politécnica – Rio de Janeiro, 2014.

MARTINS, G. de A; THEÓPHILO, C. R. Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas. São Paulo: Atlas, 2007

MARTINS, F; PEREIRA, E. B; GUARNIERI, R. A.; SILVA, S. A. B.; YAMASHITA, C. S.; CHAGAS, R. C.; ABREU, S. L.; COLLE, S. Mapeamento dos Recursos de Energia Solar no Brasil Utilizando Modelo de Transferência Radiativa Brasil-sr. In: Anais do I Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2007. p. 8-10.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F. R; GONÇALVES, A. R; COSTA R. S; LIMA F. J. L. de; RÜTHER R; ABREU, S. L. de; TIEPOLO G. M; PEREIRA, S. V; SOUZA, J. G de. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos. INPE, 2017. 88p.: il. (E-BOOK)

TIEPOLO, G. Estudo do potencial de geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no estado do Paraná. Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 229, 2015.

TSOUTSOS, T.; FRANTZESKAKI, N.; GEKAS, V. Environmental Impacts from the solar energy technologies. Energy Policy, v. 33, p. 289-296, 2005.

WA Solar, Energia Solar. Tempo de Retorno do Investimento em Energia Solar. Disponível em: <http://www.wasolar.com.br/tempo-de-retorno-do-investimento-em-energia-solar>.

# Capítulo 9

## UTILIZAÇÃO DO MASP EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

[10.37423/200200189](#)

*Cássio Parisotto (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*Gabriel Luis Krumenauer (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*Rodrigo Martins da Silva (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*José de Souza (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

**Resumo:** Todos os anos milhares de latas de alumínio são descartadas antes mesmo de chegarem ao consumidor final, um dos locais onde isto pode ocorrer é na própria indústria que utiliza tais embalagens para acondicionar seus produtos. Tal perda traz prejuízos financeiros para a empresa e prejuízos ambientais para a natureza, pois a extração de minério para a produção de alumínio se intensifica. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo examinar a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) para que haja mitigação das perdas de latas vazias em um armazém de uma indústria de bebidas. O MASP é um método que pretende apresentar o que é mais correto, racional, estruturado e sistemático para o desenvolvimento de um processo de melhoria dentro da esfera organizacional.



Após a conclusão do trabalho pode-se perceber com clareza que o MASP serve perfeitamente como solucionador reativo de problemas, ajudando especificamente nesse caso, a alcançar resultados importantíssimos, tais como: a redução das perdas de latas de alumínio de 80.000 para 27.500 e um ganho financeiro aproximado em torno de R\$ 11.500,00 mensais.

**Palavras-chave:** MASP, Latas de Alumínio, Movimentação.

## 1 INTRODUÇÃO

O alumínio é uma importante matéria prima da indústria metal mecânica, sendo utilizado das mais diversas formas, uma delas é a produção de latas utilizadas na armazenagem de bebidas. São necessárias 5 toneladas de bauxita, que transformam-se em 2 toneladas de alumina, utilizando em média um total de 13000kW/t de energia elétrica, para a obtenção de 1 tonelada de alumínio (MÁRTIRES, 2009). Logicamente quanto menos produtos manufaturados à base de alumínio sejam desperdiçados, menor será a utilização de recursos naturais e maior será a eficiência energética dos locais produtores.

Como todo recurso natural não renovável, a má utilização do alumínio e seu consequente desperdício farão com que ele se torne cada vez mais escasso, de acordo com isso, percebe-se que as organizações que dependem deste recurso conscientizaram-se da utilização do conhecimento e da busca incessante por aperfeiçoamento e otimização de processos, pois, segundo Reis e Milan (2009) as empresas que se utilizam de conhecimento interno e externo poderão obter vantagens competitivas mais sustentáveis no mercado.

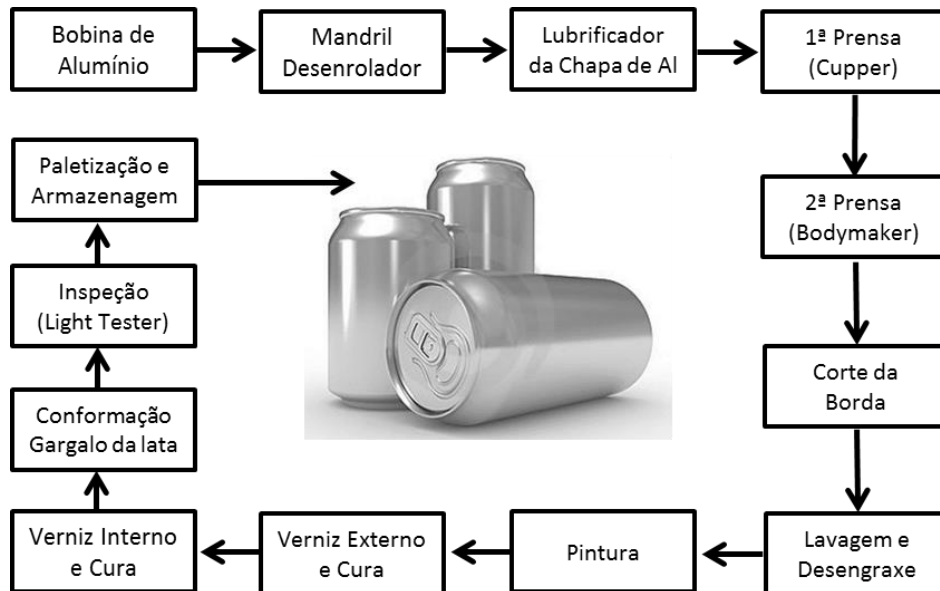
Segundo dados da ABAL (2007), o processo de extração é feito sob planejamento ambiental rigoroso, com o intuito de recuperar a área da mina após ser totalmente explorada. Segundo Lino (2011), o solo orgânico retirado da área é armazenado para posterior recobrimento do local, objetivando o reflorestamento com espécies nativas. Conforme o autor, no Brasil 95% das empresas do ramo possuem ações pré-definidas para que haja recuperação total da área utilizada, se não totalmente com florestas nativas, mas também com a formação de pastagens. Por parte das empresas mineradoras há a manutenção de viveiros de mudas com aproximadamente 48% de espécies nativas de um total que pode superar 100 tipos diferentes, o que nos mostra de fato a preocupação que há em favor do meio ambiente.

Enfatizando os benefícios da correta reutilização do alumínio já industrializado, segundo dados da ABAL (2007), há uma economia de 95% nos gastos de energia elétrica para a reciclagem de 1 kg de alumínio em relação aos gastos de eletricidade para a produção da mesma quantidade de alumínio primário. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no Brasil, 90% das latas de alumínio produzidas são recicladas.

Lino (2011) cita alguns exemplos de benefícios que a reciclagem das latas de alumínio apresentam: melhoria da saúde pública e do saneamento; diminuição dos gastos municipais em relação à coleta de resíduos; diminuição da destruição ambiental, porque a indústria passa a utilizar menos matéria-prima, energia elétrica, poluindo menos a água e o ar pois os processos de fabricação se reduzem ou

se alteram; o fornecimento de insumos com custo abaixo dos tradicionais o que conseqüentemente é repassado ao processo produtivo e ao preço de venda ao consumidor. A Figura 1 demonstra o processo de fabricação de latas de alumínio.

Figura 1 – Diagrama de bloco do processo



Fonte: Adaptado de PENTEADO (2002).

Conforme Michelin (2004), o alumínio chega à indústria de fabricação de latas enrolado em bobinas, essas bobinas passam pelo desenrolador onde sofrem banhos e tratamentos químicos para limpeza e nova lubrificação, o próximo passo é a condução do material a primeira prensa para o corte do alumínio em discos e estampagem dos copos, a etapa seguinte consiste na movimentação dos copos através de esteiras até a segunda prensa onde ocorre uma nova etapa de estampagem e o processo de *ironing*. O processo de *ironing* consiste em uma combinação dos processos de estampagem e trefilação, onde um copo embutido é forçado por um punção a passar por um anel cônico, fazendo com que a espessura da parede do copo diminua e aumente o seu comprimento (OTTO, 2000 apud MAGALHÃES, 2005).

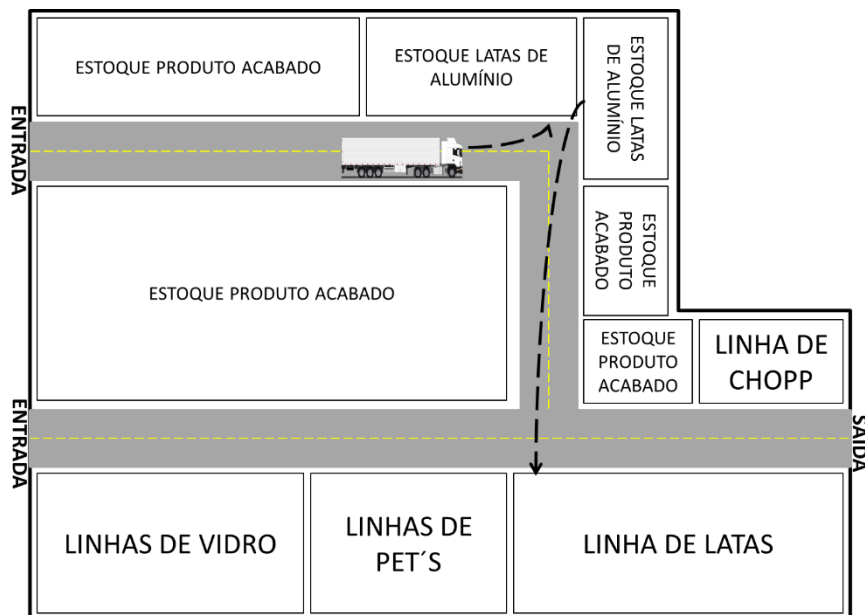
As etapas finais do processo que vem a seguir consistem no corte da aba excedente, lavagem de desengraxe, pintura, aplicação de verniz externo, cura, verniz interno, nova cura, conformação do gargalo, inspeção, paletização e armazenagem.

O objetivo deste trabalho é aplicar o Método de Análise e Solução de Problemas – MASP para reduzir as avarias de latas de alumínio durante toda a movimentação dentro de uma empresa produtora de bebidas.

A indústria onde será aplicado o estudo é de grande porte e está localizada na cidade de Igrejinha, RS desde 2004. Com aproximadamente 350 funcionários, a unidade tem capacidade produtiva de 250.000 hectolitros/mês. Esta produção se dá através de uma linha de vidro (600ml e 1000ml), uma linha de refrigerante (2000ml, 250ml), uma linha de água mineral (1,5L, 0,5L) e uma linha de Latas (473ml, 350ml, 269ml).

Entre os motivos para escolha deste tema, pode-se destacar diretamente o prejuízo financeiro para a empresa com o grande volume de latas perdidas durante a movimentação e a perda de tempo dos colaboradores com excesso de movimentação dos paletes de latas e, indiretamente, a contribuição para a preservação dos recursos minerais e a eficiência energética da cadeia produtiva do alumínio. As avarias das latas de alumínio ocorrem desde o momento da descarga, quando os paletes de latas são retirados do caminhão com empilhadeiras e alocados no estoque e posteriormente levados até a linha de produção. Qualquer movimento brusco com a empilhadeira nessa movimentação pode danificar ou derrubar a lata no chão. O layout da empresa e os locais de descarregamento de latas podem ser vistos na Figura 2.

Figura 2 – Layout de Armazém



Fonte: Autoria Própria (2013).

Na linha de produção, os paletes de latas são colocados em um transporte e através de roletes o material é transportado até a despaletizadora, onde as latas serão retiradas dos paletes e seguirão na linha de produção através de um transporte pneumático. Neste transporte, existe um inspetor

eletrônico que não permite que latas avariadas, como por exemplo: qualquer desvio de qualidade no bocal ou qualquer amassado em sua parede, prossiga no transporte. Estas latas rejeitadas são consideradas como perdas decorrentes da movimentação. Entre as latas perdidas no armazém e as latas rejeitadas pelo inspetor eletrônico, a empresa perde em média 80.000 latas por mês.

As empilhadeiras utilizadas nas movimentações são empilhadeiras movidas à gás, tanto de lanças simples quanto de lanças duplas, a diferença entre esses dois modelos está na quantidade de paletes que a máquina pode carregar horizontalmente, enquanto a empilhadeira simples leva apenas um palete, a dupla permite a movimentação de dois paletes no sentido horizontal.

Para que o objetivo seja alcançado pretende-se: *i)* identificar os tipos de avarias e suas causas; *ii)* monitorar e descobrir suas características; *iii)* analisar as causas reais que atuam sobre o problema; *iv)* elaborar ações que possam ser tomadas a fim de solucionar o problema; *v)* demonstrar aos responsáveis pelo alvo do estudo quais os treinamentos e métodos necessários para mitigar o problema; *vi)* comparar os dados iniciais com os resultados obtidos e seus respectivos gastos; *vii)* analisar se a proposta foi bem executada e se os resultados foram positivos; *viii)* após a obtenção de resultados positivos, a meta é a elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP) com a finalidade de eliminar os métodos de trabalho que não são adequados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS - MASP

O MASP é uma ferramenta que auxilia na identificação, análise e solução dos mais diversos problemas existentes nas organizações através da aplicação de oito etapas que, além do desenvolvimento de ações corretivas, propõe também ações preventivas para a eliminação do problema. Segundo Damazio (1998), as 8 etapas do MASP podem ser resumidas conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das etapas do MASP

ETAPA	DESCRIÇÃO
Identificação do Problema	Fase inicial do processo, aqui o objetivo é definir o problema que será estudado e apresentar as justificativas que motivaram a escolha. Após a escolha, o problema é apresentado e são fornecidas todas as informações conhecidas para a ocorrência do fato. Nesta etapa, também é apresentado o período a que se refere o problema, as

	possíveis perdas e ganhos com sua existência e os responsáveis pelo estudo.
Observação do Problema	Por meio da observação contínua, o objetivo é descobrir as características do problema através da coleta de dados sobre vários pontos de vistas, tais como: tempo, local, tipo e etc. Nesta fase, a demora é extremamente saudável, pois quanto maior o tempo de observação do problema, menor será o tempo gasto para resolvê-lo. A análise deve ser realizada onde o problema for identificado, de modo a resguardar todas as características de forma a não gerar uma observação distorcida do problema.
Análise	Neste processo, são identificadas as causas reais influentes do problema, para facilitar esse processo é utilizado o Gráfico de <i>Ishikawa</i> , onde são lançadas as causas referentes a pessoas, armazenagem, método, sistemas e materiais. Após a utilização do Gráfico de <i>Ishikawa</i> , os dados são lançados numa tabela que permite o detalhamento dos motivos possíveis de cada causa apresentada.
Plano de Ação	Confirmadas as causas fundamentais do problema, o próximo passo é elaborar o Plano de Ação que englobe as ações propostas, para isto, monta-se uma tabela com as seguintes colunas (sugestão): ações propostas; ação sobre causa ou efeito; existência de efeito colateral; prazo de implantação e custo de implantação. Para bloquear as causas prováveis, utiliza-se a técnica 5W2H, além disso, é preciso estabelecer as metas a serem atingidas.
Execução	Neste processo, são divulgados os resultados do MASP e os treinamentos necessários para as pessoas responsáveis por lidar com o problema.
Verificação	Nesta etapa, os resultados iniciais são comparados aos resultados obtidos após a implementação das contramedidas propostas, assim como os custos iniciais e os custos após a implementação das contramedidas, é feita análise se houve ganho após a utilização do MASP. Se os efeitos indesejáveis continuam, significa que a solução

	foi falha, novo MASP deverá ser realizados após a implementação das contramedidas (sugere-se um período não seja inferior a dois meses).
Padronização	As instruções utilizadas no processo de desenvolvimento do MASP devem sofrer alterações antes de serem mapeadas, é vital que após o mapeamento dos processos, antigos vícios não tornem a aparecer, incorporando padrões de trabalho que qualquer trabalhador possa realizar a tarefa. Os novos procedimentos devem ser amplamente divulgados a todos os envolvidos no processo, expondo as razões, motivos e benefícios das mudanças. Outro fator importante para o sucesso da ação é a realização do treinamento no próprio local de trabalho.
Conclusão	Relacionar os problemas que não foram resolvidos, verificando se alguma coisa deixou de ser realizada. Os resultados acima da expectativa também devem ser apresentados, pois indicadores da eficiência do estudo podem ser utilizados para possíveis correções dos erros remanescentes, que, devem ser corrigidos para que se possa atingir 100% da meta proposta. Após estudar todas as etapas do MASP, é possível perceber a importância das ferramentas da qualidade no controle, análise, interpretação e apresentação das inúmeras variáveis que as organizações lidam no seu cotidiano. Com a realização do MASP é possível estudar um problema a fundo, de forma que se possa encontrar uma solução que atenda a necessidade da empresa.

Fonte: Damazio (1998).

Sendo as latas de alumínio as embalagens dos produtos fabricados pela empresa estudada, é fundamental que haja sincronia entre o fornecedor de latas e a organização, pois segundo Berton *et al* (2010), a previsão da demanda serve de base para o planejamento do processo produtivo, o que consiste em não apenas pensar no processo interno, mas também no processo externo, incluindo a cadeia de suprimentos.

O planejamento produtivo se torna necessário para aumentar a competitividade da empresa no ramo em que atua, mas para que isso ocorra Barreto e Lopes (2005) afirmam que a organização deve melhorar a sua produtividade e qualidade concomitantemente, otimizando sua tecnologia e tornando mais eficiente sua mão de obra, no caso estudado a eficiência na movimentação e transporte das latas de alumínio é o ponto que ajudará a empresa a melhorar a sua competitividade.

Para uma empresa que queira ser altamente competitiva e obter resultados positivos frente a seus concorrentes, a filosofia da Produção Enxuta – PE que prevê a produção de mais com menos, principalmente na parte logística, de acordo com Carrera (2008) apud Eckert, Marodin e Saurin (2012), pode fornecer ganhos significativos tais como: *a)* entregas mais rápidas e flexíveis do estoque ao ponto de uso; *b)* a redução do custo logístico operacional; *c)* o aumento da produtividade da mão de obra; *d)* a redução de estoques e conseqüente aumento do giro de estoque; e *e)* a liberação de área fabril interna. Ainda dentro da esfera da competitividade, segundo Takahashi e Osada (1993) apud Aragão e Bornia (2007), a eficiência produtiva depende da correta utilização da capacidade projetada e dos altos índices de qualidade dos produtos gerados.

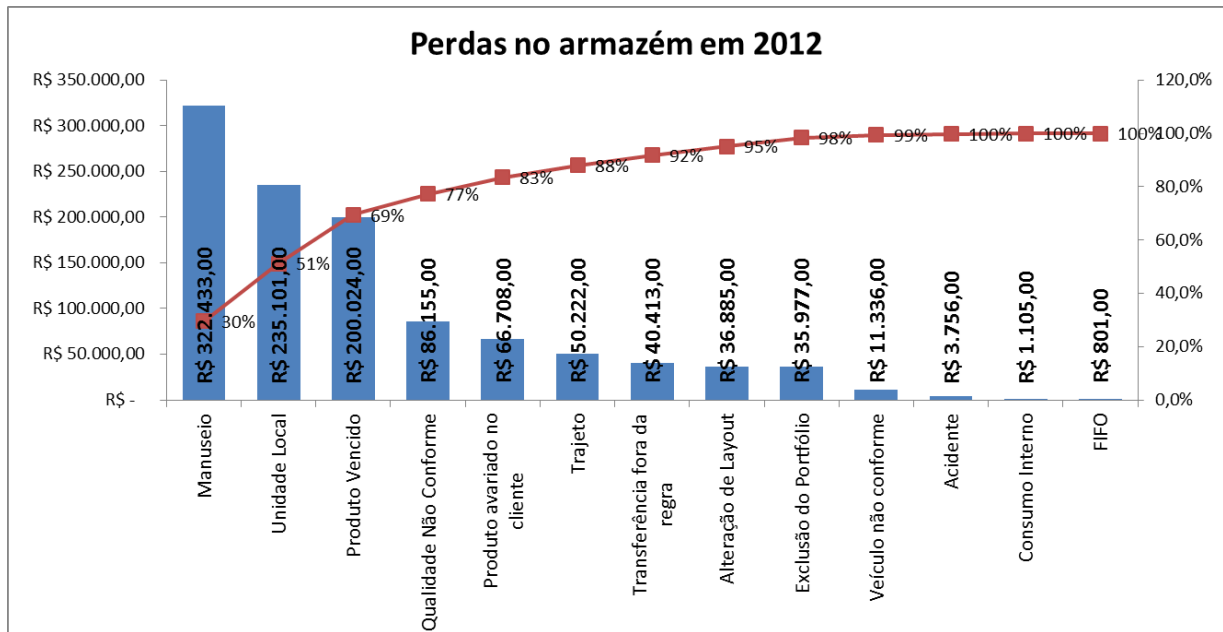
## 3 ESTUDO DE CASO

### 3.1 ETAPA 1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Para definir o tema do trabalho a ser desenvolvido, foi realizado um levantamento de todas as perdas ocorridas no armazém da empresa estudada no ano de 2012. Conforme pode ser observado na Figura 3, constatou-se que o principal motivo das perdas de armazém era por manuseio/movimentação, representando R\$ 322.433,00 de perda no ano.

Figura 3 – Perdas no armazém em 2012

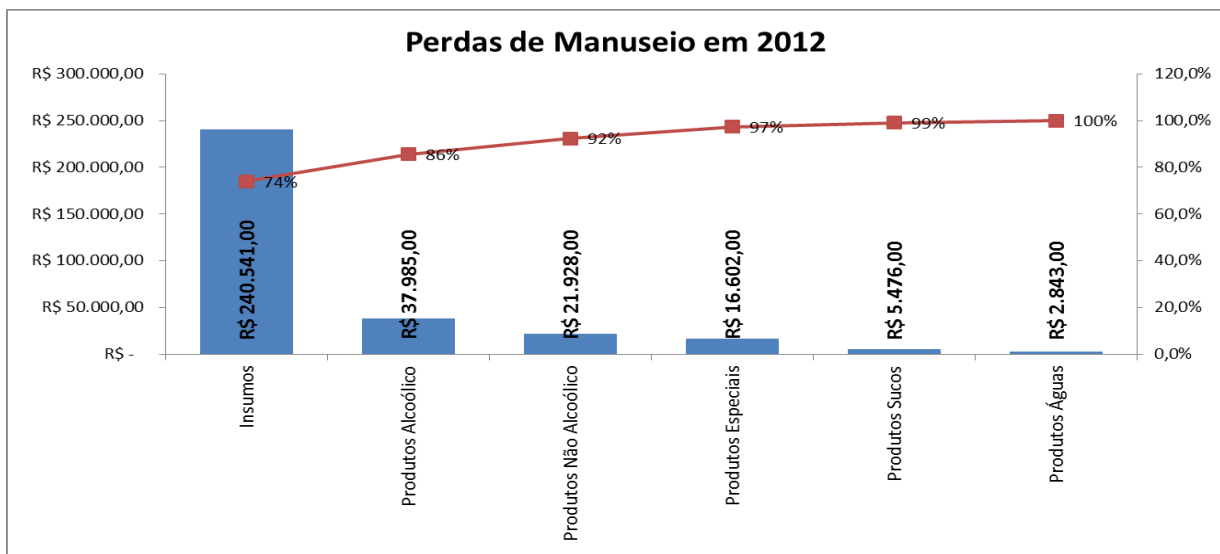




Fonte: Dados da empresa estudada (2012).

As perdas por movimentação do armazém podem ser tanto de Produtos Acabados – PA, quanto dos insumos utilizados na produção. Para identificar o foco do trabalho, foi realizado um levantamento de dados onde se constatou que dos R\$ 322.433,00 perdidos por movimentação, mais da metade foram gerados com perdas de insumos. Os dados referentes a este estudo podem ser vistos na Figura 4.

Figura 4 – Perdas de manuseio em 2012



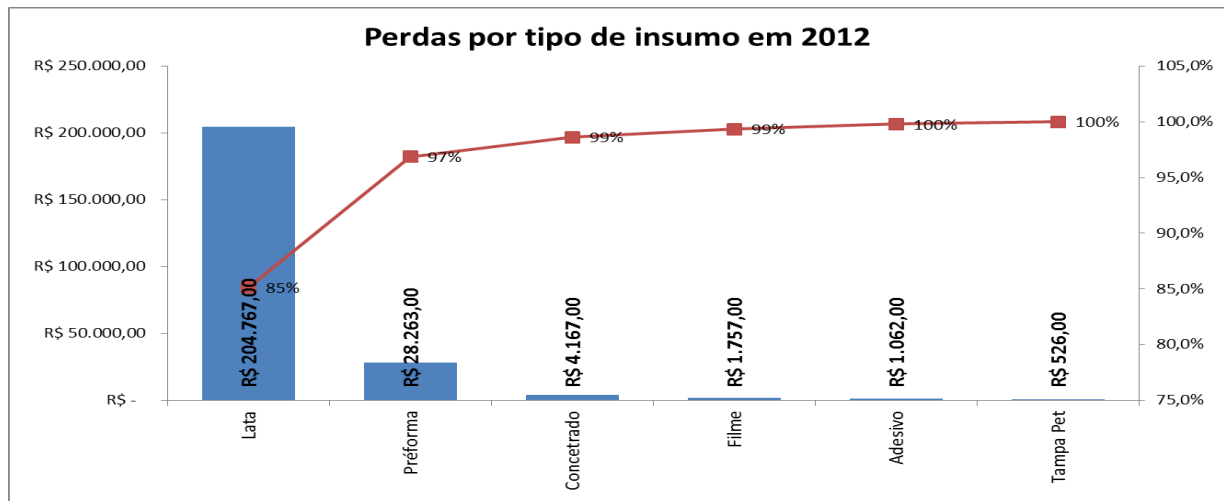
Fonte:

Dados da empresa estudada (2012).

Na empresa estudada, existem dois armazéns: um deles, no almoxarifado, é destinado ao armazenamento de insumos; O outro, localizado na área de expedição, armazena os produtos

acabados e alguns insumos, como latas e pré-formas, devido ao grande espaço que estes dois materiais ocupam. Para definir a área de atuação, foram levantados os dados referentes às perdas de insumos. Na Figura 5 verificam-se as perdas ocorria com as latas de alumínio.

Figura 5 – Perdas de insumos em 2012.



Fonte: Dados da empresa estudada (2012).

Após estas coletas de dados, verificou-se uma perda de mais de R\$ 200.000,00 por ano com avarias de latas de alumínio. O valor unitário de cada lata varia de R\$ 0,15 a R\$ 0,22, dependendo do formato da lata, logo, a perda anual de latas ultrapassa o número de 1.000.000 de unidades. Devido a estes altos valores, definiu-se como problema a ser estudado a perda de latas por manuseio no armazém.

## 3.2 ETAPA 2 – OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

Para entender e descobrir as características do problema estudado, foi realizada uma observação em todas as áreas envolvidas na movimentação de latas de alumínio. Durante essa observação foram coletados dados e características do problema, conforme pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 – Lista de avarias identificadas.

Problema: Latas amassadas nos cantos dos paletes.

Local: Foram encontradas ocorrências no armazém e na entrada da linha de produção.

Quantidade observada: Durante a observação, constatou-se que 70% dos paletes em estoque apresentavam latas amassadas.

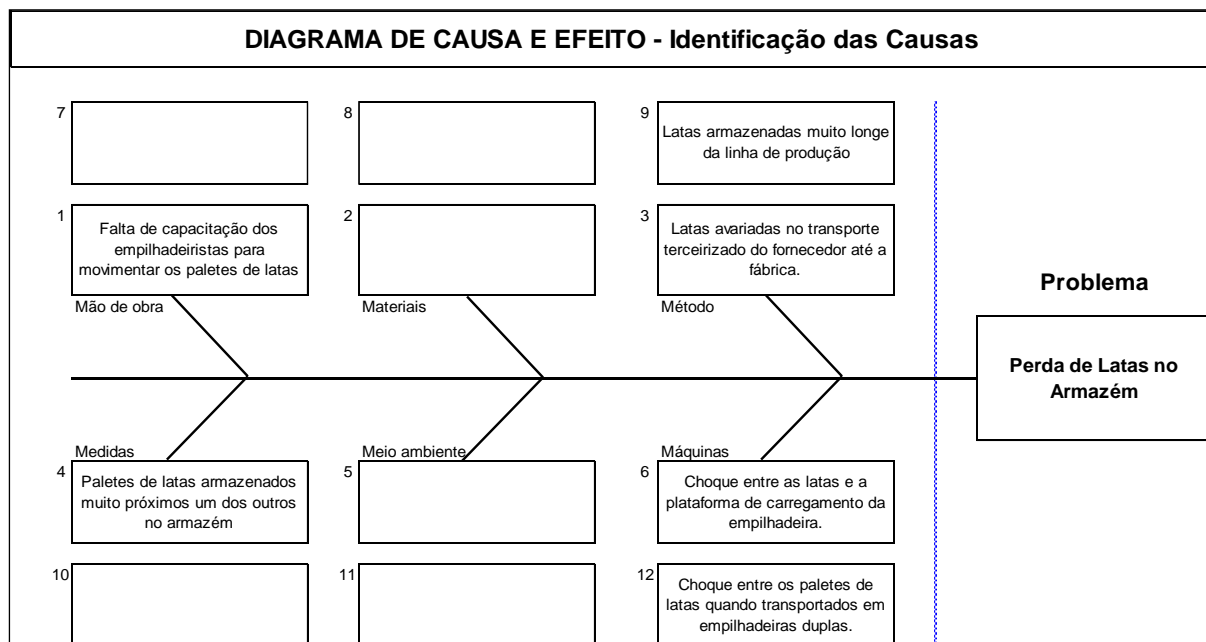
<p>Problema: Latas faltando em vários locais dos paletes.</p> <p>Local: Foram encontradas ocorrências no armazém e na entrada da linha de produção.</p> <p>Quantidade observada: Durante a observação, constatou-se que 35% dos paletes em estoque apresentavam latas amassadas.</p>
<p>Problema: Latas caídas no chão.</p> <p>Local: Foram encontradas ocorrências no armazém e no trajeto entre o estoque e a linha de produção.</p> <p>Quantidade observada: Durante a observação, foram recolhidas e descartadas 237 latas do chão.</p>

Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

### 3.3 ETAPA 3 – ANÁLISE

Nesta etapa foram identificadas as causas que estavam influenciando no problema através do diagrama de causa e efeito, também conhecido como Gráfico de *Ishikawa*. Durante a análise, verificou-se seis causas para o problema, conforme visto na Figura 6.

Figura 6 – Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Com os dados obtidos através da análise, uma tabela foi criada com o objetivo de descobrir os motivos de cada uma das causas. Estes motivos podem ser vistos na Tabela 1.

TABELA 1 – MOTIVOS DO PROBLEMA

Item	Causas <i>Ishikawa</i>	Por quê?
1	Falta de capacitação dos empilhadeiras para movimentar os paletes de latas	Porque os operadores não possuem treinamento específico de movimentação de latas de alumínio
3	Latas avariadas no transporte terceirizado do fornecedor até a fábrica	Porque não é realizada inspeção dos paletes no recebimento das latas
4	Paletes de latas armazenados muito próximos um dos outros no armazém	Porque as marcações no piso não respeitam a distância mínima recomendada pelo fornecedor de latas
6	Choque entre as latas e a plataforma de carregamento da empilhadeira	Porque ao erguer o palete de latas, o mesmo desliza e colidi com a plataforma da empilhadeira
9	Latas armazenadas muito longe da linha de produção	Porque o layout foi definido visando proximidade com a área de descarregamento
12	Choque entre os paletes de latas quando transportados em empilhadeiras duplas	Porque os paletes ficam muito próximos na empilhadeira dupla

Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

## 3.4 ETAPA 4 – PLANO DE AÇÃO

Após a verificação das causas e dos motivos, foram levantadas as ações necessárias para bloqueio das causas e, conseqüentemente, dos efeitos. Para gerenciar estas ações, utilizou-se a técnica 5W2H, conforme pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Plano de Ação 5W2H

## Plano de Ação 5W2H

O que	Como	Quem	Quando	Onde	Por que	Quanto
Realizar treinamento de movimentação de latas	Agendando com o fornecedor de latas (Rexam)	PCP	13/09/2013	Armazém	Capacitar empilhadeiras na movimentação de paletes de latas	R\$ -
Realizar inspeção no descarregamento de latas	Verificando latas amassadas e faltantes e solicitando reembolso do transportador	Supervisor Armazém	19/09/2013	Armazém	Para receber ressarcimentos das perdas ocorridas no transporte terceirizado	R\$ -
Fazer marcações no piso do armazém para delimitar os boxes	Pintando o piso de acordo com as distâncias recomendadas pelo fornecedor de latas	Terceiro Contratado	19/09/2013	Armazém	Para evitar batidas entre paletes no armazém	R\$ 780,00
Criar limitador nas lanças das empilhadeiras	Fixando batente na lança de 2 empilhadeiras usadas para movimentação de latas	Manutenção	27/09/2013	Empilhadeiras	Para que os paletes não deslizem sobre a lança	R\$ 300,00
Modificar local de armazenagem de latas	Definindo local próximo a linha e adequando o local de descarregamento de latas	Supervisor Armazém	16/09/2013	Armazém	Para reduzir o trajeto de movimentação interna das latas	R\$ -
Restringir o uso de empilhadeiras duplas para movimentação de latas	Disponibilizando apenas empilhadeiras simples para movimentação de latas	Supervisor Armazém	19/09/2013	Armazém	Para evitar choque entre os paletes nas empilhadeiras	R\$ -

Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

As ações envolveram várias áreas da empresa e também a contratação de mão de obra terceirizada. Quanto aos custos, teve-se apenas a contratação de terceiros para pintura do piso e o material necessário para confecção dos batentes das lanças das empilhadeiras.

### 3.5 ETAPA 5 – EXECUÇÃO

Todas as ações propostas foram concluídas dentro do prazo e as pessoas envolvidas no processo foram treinadas nas mudanças de procedimento. As evidências de execução das ações podem ser vistas no Quadro 3.

Quadro 3 – Execução das Ações

Realizado treinamento de movimentação e armazenagem de paletes de latas de alumínio em conjunto com o fornecedor.
Realizada inspeção no descarregamento dos paletes de latas e posterior cobrança da transportadora das latas amassadas e faltantes.
Realizadas marcações no piso do armazém para delimitar os boxes, conforme orientação do fornecedor de latas de alumínio.
Criação e instalação de limitador nas lanças das empilhadeiras, impedindo que os paletes batam na plataforma da máquina.

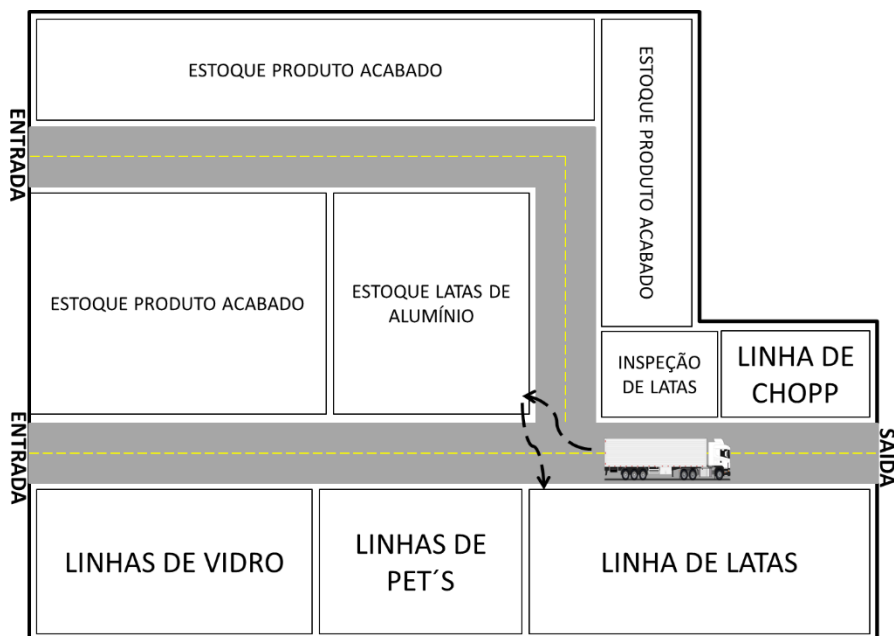
Modificado local de armazenagem e descarregamento de latas para próximo da linha de envase.

Realizada orientação para os operadores de empilhadeira utilizar somente máquinas simples para a movimentação de latas.

Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Com a modificação do local de armazenagem de latas, o layout do armazém foi alterado, possibilitando uma redução na movimentação de paletes de alumínio desde o descarregamento até o abastecimento da linha de produção. O novo layout pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Novo Layout do armazém



Fonte: Dos autores (2013).





## 3.6 ETAPA 6 – VERIFICAÇÃO

A conclusão das ações propostas ocorreu dia 27/09/2013. Para comprovar os efeitos dessas ações, verificou-se a situação das perdas de latas de alumínio por movimentações e transportes no mês de Outubro/2013. No total do mês, foi contabilizada uma perda de 27.500 latas, o que representa uma redução de 64% em relação às perdas ocorridas em 2012. Essa redução proporciona para a empresa um ganho financeiro mensal de aproximadamente R\$ 11.500,00, sendo que, as ações realizadas custaram apenas R\$ 1.080,00.

## 3.7 ETAPA 7 – PADRONIZAÇÃO

Para garantir a efetividade das ações realizadas, a instrução de trabalho já existentes referentes à movimentação de latas de alumínio foi alterada, conforme Figura 9. Todos os operadores de empilhadeira foram treinados a partir dos novos procedimentos.

Figura 9 – Instrução de Trabalho

INSTRUÇÃO DE TRABALHO USO INTERNO		Título	Código	Revisão	Data Aprovação	Página	
		PROCESSO DE MOVIMENTAÇÃO DE LATAS VAZIAS		01	01/10/2013	Igrejinha/RS Envasamento 1/1	
ILUSTRAÇÕES	Nº	SEQÜENCIA DE OPERAÇÃO	PONTOS-CHAVE			FERRAMENTAS	
   	1	PROCEDIMENTO	<b>1.1 Recebimento</b> 1.1.1 Verificar operador de empilhadeira para descarregamento do caminhão; 1.1.2 Utilizar somente empilhadeira de garfo simples no descarregamento; 1.1.3 Conferir se a empilhadeira está com o limitador nas lanças; 1.1.4 Retirada do palete do caminhão para conferência de latas com avarias de transporte; 1.1.5 Retirar todas as latas avariadas antes de armazenar; 1.1.6 Armazenar os paletes de latas no armazém respeitando os limites demarcados; <b>2.1 Transporte Armazém/Linha</b> 2.1.1 Verificar operador de empilhadeira para transferência do armazém para linha de produção; 2.1.2 Utilizar somente empilhadeira de garfo simples na transferência; 2.1.3 Conferir se a empilhadeira está com o limitador nas lanças; 2.1.4 Verificar qual produto irá produzir; 2.1.5 Pegar a lata no armazém com o formato correto; 2.1.6 Transferir para a linha de produção sem movimentos bruscos;			Empilhadeira GARFO SIMPLES  Limitador nas lanças	

Fonte: Dos autores (2013).

## 3.8 ETAPA 8 – CONCLUSÃO

Com a finalização do estudo, chegou-se ao entendimento de que a competitividade e o ganho financeiro de uma empresa não estão baseados somente em qualidade do produto e lançamentos de produtos inovadores, inovações e qualidade em processos também são importantes e fazem uma grande diferença quando são observadas as perdas que uma organização pode ter.

No processo logístico interno da indústria estudada, as perdas em movimentação de latas de alumínio representavam um valor em torno de R\$ 200.000,00 por ano com avarias. Depois da correta execução do MASP e realização de todas as suas etapas, houve uma redução de 64%, ou um ganho mensal de R\$ 11.500,00. Mesmo o MASP tendo sido executado corretamente, ao final do trabalho ainda existe

uma lacuna que representa 36% de perdas na movimentação de latas de alumínio, dessa forma o método deve ser replicado futuramente. Por fim, percebe-se a importância de ferramentas e métodos apresentados na academia serem levados a cabo no ambiente industrial, pois a otimização só é possível plenamente aliando a teoria à prática.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização correta de técnicas utilizadas e aprovadas amplamente tanto no ambiente acadêmico como no corporativo, levam as empresas a melhorias significativas no âmbito financeiro e competitivo. Como no caso estudado, as perdas de latas de alumínio passaram de aproximadamente 80.000 unidades para 27.500 unidades, percebe-se que ainda existem oportunidades para aperfeiçoamento no processo logístico de movimentação interna, sendo assim, outros estudos podem ser aplicados, com diferentes métodos e ferramentas, porém com o mesmo objetivo.

## REFERÊNCIAS

ABAL. ANUÁRIO ESTATÍSTICO. São Paulo: ABAL, 2007. 29p. (1996-2007).

ARAGÃO, I. R.; BORNIA, A. C. A redução de perdas num processo produtivo através da implantação da sistemática da árvore de perdas. *Revista Produção Online*, v. 7, n. 2, 2007.

BARRETO, J. M.; LOPES, L. F. D. Análise de falhas no processo logístico devido a falta de um controle de qualidade. *Revista Produção Online*, v. 12, n. 2, 2012.

BERTON, L. T.; CALIA, R. C.; FIOROTTO, J. A.; JUNIOR, A. P. S.; SEGATTO, M. A tecnologia da informação como suporte ao ajuste da previsão da demanda: um estudo de caso em uma empresa de bebidas carbonatadas. *Revista Produção Online*, v. 10, n. 3, 2010.

DAMAZIO, I. Administrando com a Gestão Pela Qualidade Total. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

PENTEADO, E. Fabricação de latas de alumínio pelo processo de Drawing Ironing. V Conferência Nacional de Conformação de Chapa. Gramado/RS, 2002.

LINO, H. F. C. A Indústria de Reciclagem e a Questão Ambiental. 291f. Tese (História Econômica) – Universidade de São Paulo, Departamento de História. São Paulo, 2011.

ECKERT, C. P.; MARODIN, G.; SAURIN, T. A. Avançando na implantação da logística interna lean: dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. *Revista Produção Online*, v. 5, n. 2, 2005.

MAGALHÃES, F. C. Estudo numérico e analítico das evoluções da força e da espessura em chapas de aço livre de intersticiais durante processamento por embutimento e ironing. 134f. Tese (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Mecânica. Minas Gerais, 2005.



MÁRTIRES, R. A. C. Alumínio. Brasília: DNPM, 2009. 197p. il. (5º Distrito).

MICHELON, M. D. Análise do processo de fabricação de latas de bebidas com liga de alumínio. 27f. Monografia (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto Alegre, 2004.

REIS, Z. C.; MILAN, G. S. Gestão do conhecimento – um desafio a ser administrado. Revista Produção Online, v. 4, n. 1, 2009.

TAFFAREL, M. F. Estudo de caso, do ponto de vista logístico de um equipamento acoplado em empilhadeira: posicionador duplo de garfos. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Departamento de Ciências Exatas e Engenharia. Panambi, 2012.

# Capítulo 10

## PROPOSTA DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA AGVS APLICÁVEIS EM SISTEMAS FLEXÍVEIS DE MANUFATURA

[10.37423/200200190](#)

*Prof. Dr. Dalton Matsuo Tavares (Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão (UFG/RC).*

*dalton\_tavares@ufg.br*

*Profa. Dra. Stella Jacyszyn Bachega (Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão (UFG/RC).*

*stella@ufg.br*

**Resumo:** Os Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS –Flexible Manufacturing Systems ) são considerados um dos sistemas estratégicos importantes quando se compete no ambiente de manufatura atual.

Os FMS utilizam diversas tecnologias integradas em um sistema, dentre elas os Veículos Guiados Automaticamente (AGVs - Automated Guided Vehicles ). Um sistema AGV que serve um FMS normalmente possui quatro componentes : os veículos de carga unitária, as estações de carregamento e depósito, o sistema de orientação e controle de tráfego e o sistema de comunicações . Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve o objetivo de especificar e implementar um sistema de comunicação de AGVs com o intuito de disponibilizar este recurso em um ambiente de controle aplicável a sistemas FMS. Para tanto, foi utilizada a prototipagem evolucionária e a prototipagem incremental . Implementou -se um protótipo de AGV, por meio da plataforma LEGO MINDSTORMS®.

O sistema de comunicação foi desenvolvido com uso de um smartphone como ponte entre uma comunicação Bluetooth (para o AGV LEGO MINDSTORMS®) e um notebook conectado a uma rede sem fio, o qual age como controle para o AGV. Como contribuição, essa pesquisa pode auxiliar as empresas, que fazem uso de tecnologias voltadas para sistemas flexíveis de manufatura, no estabelecimento de uma base de desenvolvimento para as áreas de orientação, controle de tráfego e simulações hardware in the loop. Com o uso dessas tecnologias, as empresas podem responder mais rapidamente as demandas do mercado e, assim, tornarem-se mais competitivas.

**Palavras-chave:** Protocolo de comunicação para AGVs, veículos guiados automaticamente, sistemas flexíveis de manufatura.

## 1. INTRODUÇÃO

Flexibilidade é um objetivo de desempenho da produção que representa a habilidade de mudar a operação (SLACK, 2009). Tal objetivo é importante para uma empresa apresentar resposta rápida as necessidades do mercado, possibilitando personalizar produtos, alterar a linha de produção, mudar a matéria-prima e até mesmo gerar o produto como em um Sistema automático de manufatura. Assim, para melhorar a competitividade e promover a sobrevivência em ambientes dinâmicos, o gerenciamento de processos, a tecnologia da informação e a automação industrial podem ser essenciais (MARTINS, 2005).

Os Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS – Flexible Manufacturing Systems) se inserem neste contexto, sendo considerados um dos sistemas estratégicos importantes quando se compete no ambiente de manufatura atual (CHAN; BHAGWAT; WADHWA, 2008). Raj, Shankar e Suhaib (2007) salientam que a competição global, os avanços tecnológicos e as mudanças contínuas na demanda do consumidor fazem com que as empresas manufatureiras fiquem cada vez mais cientes da importância dos FMS.

Os FMS utilizam diversas tecnologias integradas em um sistema, dentre elas os Veículos Guiados Automaticamente (AGVs - Automated Guided Vehicles). Um sistema AGV que serve um FMS normalmente possui quatro componentes: os veículos de carga unitária, as estações de carregamento e depósito, o sistema de orientação e controle de tráfego e o sistema de comunicações (VOSNIAKOS; DAVIES, 1988).

Considerando os diversos aspectos envolvidos em AGVs aplicados a FMS, devido à complexidade envolvida em seu desenvolvimento e implementação, geralmente aspectos relativos à implementação do sistema de comunicação acabam sendo relegados a segundo plano. Este fato é discutido na revisão bibliográfica apresentada na seção 2.

Como objetivo desta pesquisa, pretende-se especificar e implementar um sistema de comunicação de AGVs com o intuito de disponibilizar este recurso em um ambiente de controle aplicável a sistemas FMS. Além disso, é relevante obter um método de comunicação independente de fabricante, o que deve permitir a utilização de qualquer protocolo de nível de aplicação para a troca de informações online com o AGV.

Para cumprir o objetivo citado, este artigo adota a seguinte estrutura: na segunda seção é mostrada uma breve revisão bibliográfica a respeito de FMS e AGVs; na terceira seção descreve-se a

metodologia de pesquisa empregada no trabalho; na quarta seção é apresentada a plataforma experimental adotada e; na quinta seção são expostas as considerações finais e propostas de trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistemas flexíveis de manufatura são sistemas de produção altamente informatizados e automatizados (GELENBE; GUENNOUNI, 1991). Li, Cheung e Chuah (1996) ampliam essa definição para sistema de produção controlado por computador que consiste de várias máquinas individuais e estações de trabalho, sistema de manuseio de materiais, sistema de ajustes e sistema de controle, que pode processar vários itens ao mesmo tempo no modo de operação contínua por novos equipamentos.

Um AGV, de acordo com Rocha (2001), consiste em um robô móvel usado no transporte e manuseio automático de materiais, por exemplo, produtos acabados, matéria-prima e produtos em processamento. Krishnamoorthy, Batta e Karwan (1993) salientam que o AGV é um veículo sem condutor que realiza as tarefas de manuseio de material de forma flexível e por isso é considerado adequado para um ambiente FMS.

Considerando os diversos aspectos envolvidos em AGVs aplicados a FMS, devido à complexidade envolvida em seu desenvolvimento, geralmente aspectos relativos à implementação do sistema de comunicação acabam sendo relegados a segundo plano. Este fato fica evidente em uma revisão bibliográfica não exaustiva realizada em artigos representativos da área de AGVs aplicados a FMS (Quadro 1).

Trabalho	Carga	Estações de carregamento/depósito	Sistema de orientação e controle de tráfego	Sistema de comunicação
Shoval, Zeitoun e Lenz (1997)	não	não	sim	não
Jawahar et al. (1998)	unitária	não	sim	<i>offline</i>
Watanabe, Furukawa e Kakazu (2001)	não	não	sim	não
Kim, Chung e Jae (2003)	múltipla	particionada ( <i>tandem</i> )	sim	não
Yao (2005)	unitária	sim	não	PLC em rede
Peco e Eklund (2008)	unitária	não	sim	<i>offline</i>
Srivastava et al. (2008)	unitária	discussão teórica	sim	discussão teórica
Liu et al. (2009)	não	não	não	integração de elementos usando CORBA
Yahyaci, Jam e Hosnavi (2010)	unitária	não	sim	<i>online</i> usando MATLAB
Salehipour, Kazemipoor e Naeini (2011)	múltipla	particionada ( <i>tandem</i> )	sim	não

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 1 - Trabalhos da área de AGV/FMS classificados segundo Vosniakos e Davies (1988)

Conforme a Tabela 1, percebe-se que grande parte dos trabalhos na área de pesquisa de AGVs se concentram em desenvolvimento de sistemas de orientação e controle de tráfego (oito dentre os dez trabalhos pesquisados estão nesta área). Quando o sistema de comunicação é desenvolvido, este muitas vezes é configurado offline (JAWAHAR et al. 1998; PECO; Eklund, 2008). Isto simplifica o desenvolvimento do AGV, porém, dificulta a detecção de problemas em tempo de execução, dada sua incapacidade em se reportar ao operador via interface de gerenciamento online.

Srivastava et al. (2008) apresentam uma discussão teórica com relação ao desenvolvimento de um controlador inteligente baseado em agentes para um sistema FMS. O framework proposto discute a infraestrutura de comunicação como parte de sua implementação.

Dois trabalhos apresentam implementações de interfaces de comunicação com AGVs, porém estas são soluções dependentes de fabricante (YAO, 2005; YAHYAEI; JAM; HOSNAVI, 2010). Liu et al. (2009) propõem o uso de CORBA (Common Object Request Broker Architecture) para a implementação de elementos presentes em uma infraestrutura FMS segundo uma arquitetura de sistemas distribuídos. Entretanto, a comunicação com o AGV não é discutida de maneira explícita.

Com base no que foi exposto, a seção 3 apresenta a metodologia de pesquisa adotada para o desenvolvimento de uma infraestrutura de comunicação independente de dispositivo, baseada na pilha de protocolos TCP/IP.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como hipotético-dedutiva (CARVALHO, 2000). Considerando o desenvolvimento de aplicações, especificamente para a implementação do sistema de comunicação, pressupõe-se que a dificuldade está no domínio de uma plataforma de controle para AGVs, como pôde ser verificado na seção 2. Dessa forma, a principal proposição.

considera que uma redução na complexidade quanto ao desenvolvimento de aplicações voltadas a AGV podem agilizar a geração de resultados em áreas de estudo correlatas (ex. sistemas de orientação e controle de tráfego) estimulando o uso desta plataforma em pesquisas.

A abordagem escolhida para implementar o sistema de comunicação é o desenvolvimento de um protótipo. De acordo com Sommerville (2006), as variantes de prototipagem de software são prototipagem evolucionária, prototipagem por descarte, prototipagem incremental e prototipagem

extrema. Para este projeto, foi usada uma mescla de métodos, considerando a prototipagem evolucionária e a prototipagem incremental. Prototipagem evolucionária é a abordagem para o desenvolvimento do sistema na qual um protótipo inicial é produzido e refinado por meio de um número de estágios até alcançar o sistema final. Na prototipagem incremental o produto final é construído como uma série de protótipos separados. Ao final, os protótipos separados são mesclados em um projeto global (SOMMERVILE, 2006).

## 4. RESULTADOS

Os trabalhos citados na seção 2 envolvem desenvolvimento usando potencialmente múltiplos robôs, cenário no qual um sistema de controle online do AGV é recomendável. Um sistema de comunicação independente de plataforma, nesses casos, é uma necessidade. Dessa forma, o sistema proposto deve ser análogo ao apresentado na Figura 1.

Pressupõe-se que o AGV possui capacidade de comunicação via rede sem fio. Para o estudo de caso proposto, foi usado o padrão IEEE 802.11g.



Figura 1 - Cenário de comunicação básico para um sistema de controle online para AGVs

Em uma implementação similar à apresentada na Figura 1, a complexidade reside no aprendizado de um framework ou de um ambiente de desenvolvimento específico para lidar com o controle do AGV.

O kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt foi escolhido por oferecer uma plataforma amplamente configurável e sensores diversos (sensor ultrassônico, sensores de fim de curso, sensor luminoso) para o estabelecimento de um primeiro protótipo. Trabalhos como o desenvolvido em Peco e Ecklund (2008),

Jensen, Kristensen e Demazeau (2003), Kondoh, Nishikiori e Umeda (2005) demonstram a usabilidade deste kit na área de AGVs.

Frameworks aplicáveis neste caso são o Robot Operating Systems (ROS) (QUIGLEY et. al, 2009) e o Player/Stage/Gazebo (GERKEY; VAUGHAN; HOWARD, 2003), entre outros. Para o controle de um kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt incluem-se ainda, o leJOS (Java for Lego Mindstorms) (KLASSNER; ANDERSON, 2003), o Cellbots (CELLBOTS, 2012a), o MindSqualls (MINDSQUALLS, 2012) e o Microsoft Robotics Development Studio (MSRDS) (TRUNG; AFZULPURKAR; BODHALE, 2009). Cada um destes ambientes de desenvolvimento possui características específicas e vantagens, porém, exigem o domínio aprofundado de linguagens de programação específicas (ex. C++, Java, C#, Python etc.).

Para simplificar a implementação do sistema de comunicação, propõe-se no contexto deste artigo uma alternativa: o uso do framework MIT App inventor. Esta plataforma é uma iniciativa da Google com o intuito de propiciar o desenvolvimento de aplicações para smartphones, equipados com o sistema operacional Android, a uma ampla gama de desenvolvedores (não necessariamente programadores) (MIT..., 2012).

## 4.1. EXECUÇÃO

A plataforma de testes inclui os sensores padrão fornecidos com o kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt e o bloco inteligente. Este consiste em um microprocessador ARM 7 de 32 bits, com 256 Kbytes de memória Flash, 64 Kbytes de memória RAM, comunicação Bluetooth v. 2.0, uma porta USB 2.0, quatro portas de entrada, três portas de saída e um speaker de 8 KHz. Além disso, foi utilizado um notebook Macbook Air, com 4 GB de Memória RAM e processador INTEL CORE I7. O sistema operacional do computador de controle foi o Ubuntu 11.10 com um servidor Apache 2.2.20 e módulo para PHP instalado. A interface sem fio do kit LEGO® MINDSTORMS® NXT é uma interface Bluetooth-serial usada em sua configuração nativa para o envio de programas ao bloco inteligente Nxt e controle offline. Para o contexto desta pesquisa, as funcionalidades apresentadas pelo projeto Cellbots foram usadas como inspiração para a implementação de um protótipo de AGV. O aplicativo Cellbots possui uma interface gráfica intuitiva (Figura 2) e a possibilidade de conexão a um servidor de vídeo (Figura 3), permitindo a tele-operação do robô LEGO®

MINDSTORMS®. Muito embora esse aplicativo ofereça uma interface interessante para usuários, sua documentação é escassa e não intuitiva sob o ponto de vista dos desenvolvedores (CELLBOTS, 2012b). O robô construído para efetuar os primeiros testes com o aplicativo Cellbot é mostrado na Figura 4.





Figura 2 - Aplicativo Cellbot. Interface de controle via voz (à esquerda). Interface para cadastro de robôs (ao centro). Interface para controle manual (à direita).

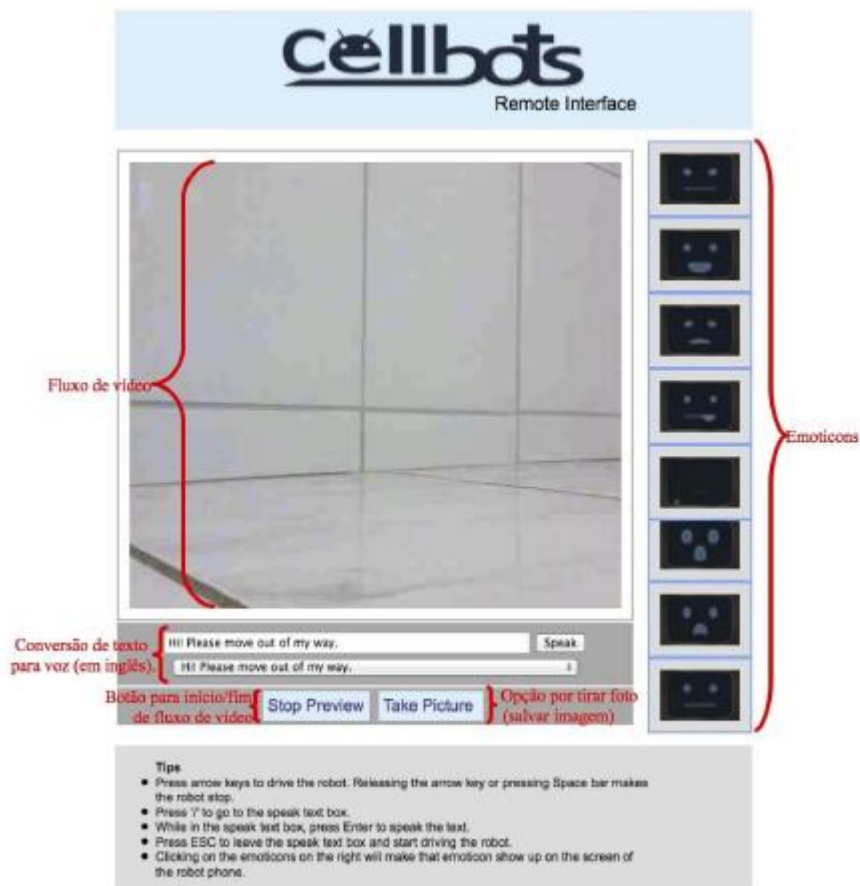


Figura 3 – Conexão ao servidor de vídeo do smartphone Cellbot



Figura 4 - Protótipo de AGV usado para tele-operação com o aplicativo Cellbot

Como o bloco inteligente do kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt não implementa a pilha de protocolos TCP/IP até a camada de transporte, optou-se pelo uso de um smartphone, o qual atuará como uma ponte entre a conexão Bluetooth, destinada ao bloco inteligente e a rede sem fio IEEE 802.11g, na qual o notebook de controle está inserido. Como vantagem adicional, existe a possibilidade de uso dos sensores presentes no smartphone como parte integrante do protótipo do AGV (ex. câmera, GPS, acelerômetro). A arquitetura obtida é similar a apresentada na Figura 1 e atende a criação de um sistema de comunicação independente de plataforma, considerando o uso de um servidor de sockets TCP padrão (Figura 5).

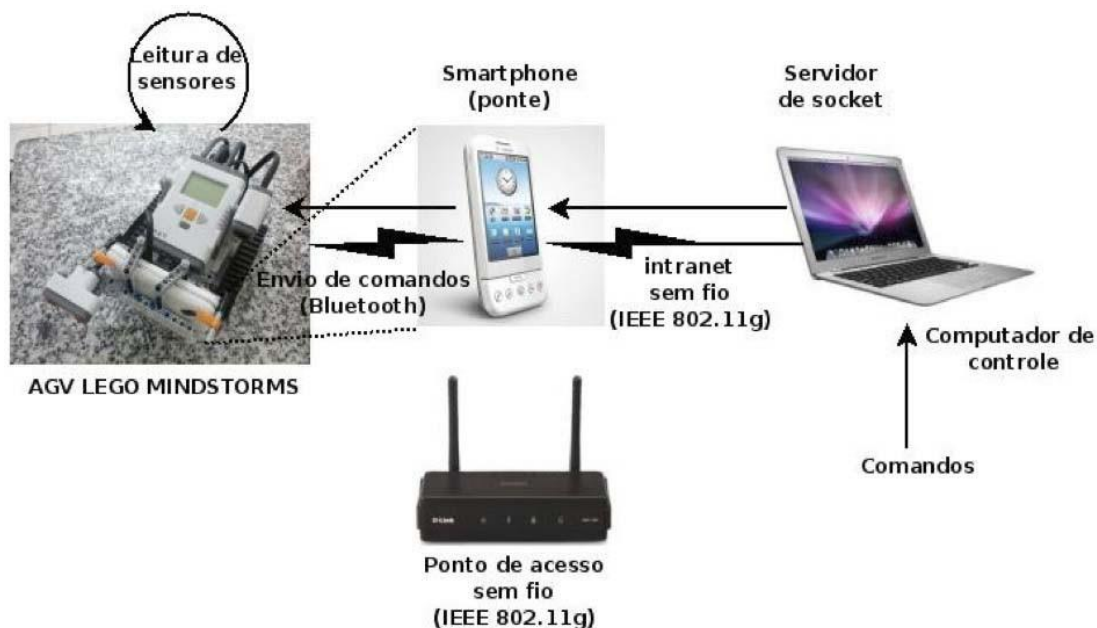


Figura 5 - Arquitetura proposta usando um smartphone como ponte

Para criar um protótipo de AGV com propriedades similares ao Cellbot, foi desenvolvido um programa usando o MIT App Inventor. Atualmente o projeto é liderado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), pela divisão de aprendizado móvel (Mit Center for Mobile Learning). O ambiente de desenvolvimento está inteiramente disponível via navegador. Para o desenvolvimento simultâneo no smartphone, existe a necessidade de instalação de um aplicativo, também fornecido pelo MIT. Caso o desenvolvedor escolha, também é possível usar um simulador (MIT..., 2012).

A interface web, denominada interface de projeto de componentes (Figura 6), é responsável pelo desenvolvimento do layout da aplicação (Figuras 7 e 8). A interface é dividida em componentes disponíveis (palette), visualizador (viewer), componentes não-visíveis, lista de componentes e propriedades de componentes. Para compor uma interface, basta que o desenvolvedor arraste componentes disponíveis (palette) para a área de visualização.



Figura 6 - Interface web do MIT App Inventor BETA



Figura 7 – Parte da Interface da aplicação para controle do AGV (smartphone): (a) estabelecimento da conexão Bluetooth, (b) escolha do dispositivo e (c) escolha da opção de controle remoto ou via rede

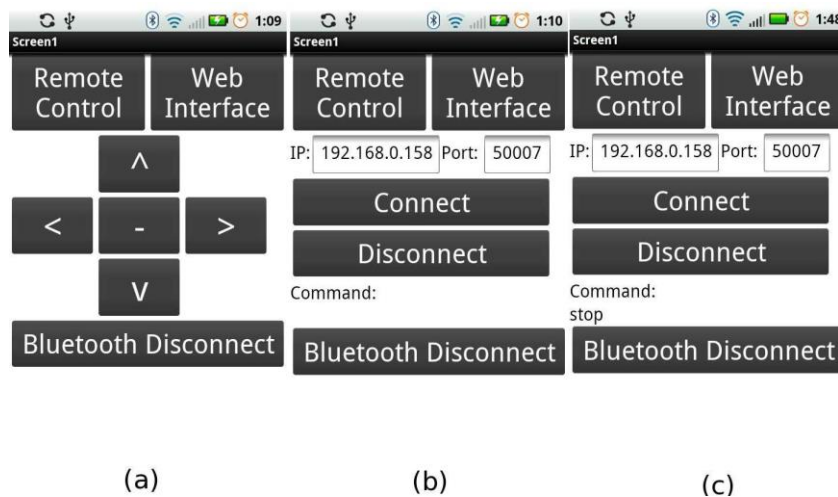


Figura 8 – Demais partes da interface da aplicação para controle do AGV (smartphone): (a) interface de controle remoto, (b) interface web – necessário conectar ao servidor e (c) após conectar ao servidor

Aplicativos desenvolvidos usando o MIT App inventor são criados com base na interconexão lógica dos componentes especificados na interface de projeto de componentes. Para tanto, o editor de blocos é usado. Por exemplo, a ação definida para o botão esquerdo da interface de controle remoto (LeftButton.Click) é `NxtDrive1.TurnCounterClockwiseIndefinitely` a 90% da capacidade máxima (Figura9).

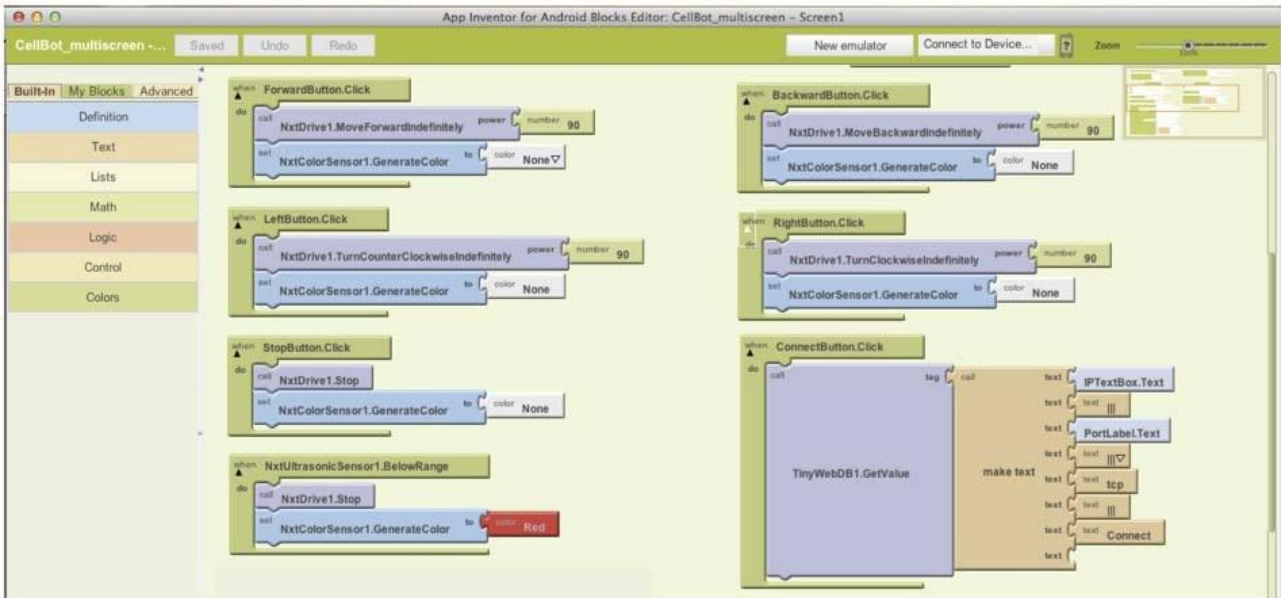


Figura 9 - Interface do editor de blocos contendo algumas funções implementadas para a aplicação de controle remoto do AGV

A comunicação de um aplicativo desenvolvido usando o MIT App Inventor com uma outra aplicação, é realizada por meio do componente TinyWebDB (WOLBER et. al, 2011).

A requisição e o processamento de dados é realizada usando as operações TinyWebDB.GetValue/TinyWebDB.GotValue. Com o TinyWebDB, o aplicativo requisita dados pela web, de modo que o Android executa dois passos para manipulá-lo. A operação TinyWebDB.GetValue retorna imediatamente um valor pois a aplicação está se comunicando com uma base de dados diretamente, a partir do dispositivo Android. O tratador de eventos TinyWebDB.GotValue, em sua operação normal, solicita valores a uma base de dados web e não recebe um valor de imediato. Quando a base de dados completa a requisição, e os dados chegam ao dispositivo, um evento TinyWebDB.GotValue é disparado (Figura 10).

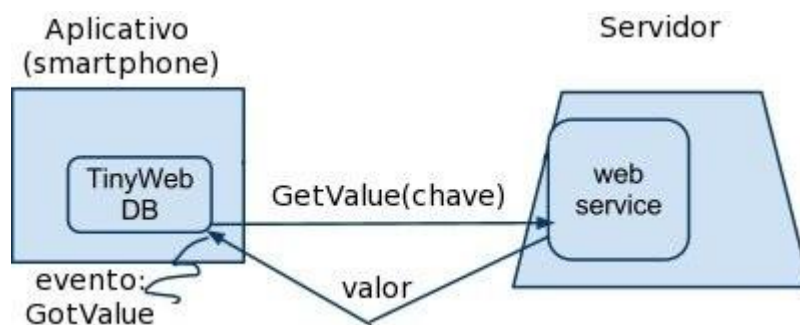


Figura 10 – TinyWebDB: operações GetValue/Gotvalue e interação com um web service Para a criação do protocolo de comunicação, foi necessário criar uma API compatível com o framework MIT App

inventor. Para tanto, foi usado um código PHP (hypertext preprocessor) o qual age como uma camada de tradução entre o componente TinyWebDB e um socket TCP.

Este passo intermediário foi necessário, pois o framework não possui componentes para a criação de um servidor de sockets no próprio smartphone.

Muito embora seja possível criar uma API compatível usando muitas linguagens de programação e ambientes, a linguagem Python foi escolhida devido a existência de documentação (WOLBER et al., 2011; WOLBER, 2012). Considerando que o servidor está operando normalmente, aponta-se o componente TinyWebDB para a sua URL completa, incluindo o caminho para o código. O código PHP e o código Python foram inspirados no trabalho desenvolvido em Wolf (2012).

Dessa forma, considerando a aplicação hospedada no smartphone, o fluxo natural para a inicialização do sistema de comunicação é disparar o servidor de socket no PC (mesmo local onde o servidor Apache está sendo executado e o código PHP é hospedado) e, posteriormente, disparar a aplicação no celular. Após realizar a conexão com o AGV via Bluetooth (Figura 7b) e escolher a interface remota (Figura 7c), escolhe-se o botão conectar e uma operação `TinyWebDB.GetValue` é disparada em direção ao endereço IP do servidor e porta (Figura 8a).

O protocolo usado foi construído de maneira similar àquele apresentado em Wolf (2012).

Dessa forma, uma mensagem `TinyWebDB.GetValue` é disparada com parâmetros: `IP ||| Porta ||| TCP ||| Connect`, onde cada campo é uma string e `"|||"` é um delimitador. O primeiro campo é o endereço IP, o segundo campo é a porta, o terceiro campo é o protocolo de transporte e o quarto campo é a operação a ser realizada.

A mensagem é interpretada pelo código PHP `robotcontrol.php` e uma conexão é estabelecida a um servidor de socket (o código Python – `tcpcontrol.py`). O servidor de socket Python apenas aguarda comandos a serem direcionados ao smartphone. Os comandos suportados no momento são: `"back"`, `"left"`, `"right"`, `"stop"`, `"forward"`. Vale observar, que o sensor ultrassônico foi configurado para detectar obstáculos a 10 cm do AGV e disparar um evento `"stop"` imediatamente. Observe que, após o envio da mensagem inicial enviada via operação `TinyWebDB.GetValue`, o tratador de eventos `TinyWebDB.GotValue` aguarda uma resposta proveniente do código PHP. Esta resposta é condicionada a operação do servidor de socket, o qual aguarda um comando digitado pelo operador humano. Observe torna-se possível realizar o controle autônomo do AGV considerando que comandos podem ser enviados no sentido `smartphone → PC` e `PC → smartphone`.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente artigo foi alcançado. Apresentou-se uma proposta para a implementação de um sistema de comunicação para plataformas de AGVs. Para tanto, foi criado um protótipo usando uma infraestrutura didática e facilmente configurável baseada no kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt e implementada usando framework MIT App Inventor.

Verificou-se que esta configuração possui diversas vantagens, dentre as quais se podem citar: - O kit LEGO® MINDSTORMS® Nxt é altamente configurável permitindo conferir ao protótipo a característica desejada pelo pesquisador;

- O framework MIT App Inventor permite um desenvolvimento rápido de aplicações para smartphones com o sistema operacional Android, com conhecimentos mínimos de programação;

- A interface do editor de blocos permite o desenvolvimento rápido da lógica da aplicação e evita a ocorrência de erro humano devido à configuração e ao comportamento único de cada componente;

- A existência de funcionalidades pré-implementadas no ambiente escolhido para a plataforma de hardware utilizada facilitou significativamente o desenvolvimento da infraestrutura de comunicação.

Graças ao uso do smartphone como ponte entre um sistema computacional e o protótipo de AGV desenvolvido, foi possível disponibilizar ao mesmo uma interface via pilha de protocolos TCP/IP de modo a padronizar a operação do dispositivo (no caso, o bloco inteligente Nxt). Muito embora o protocolo implementado seja ilustrativo, o servidor de socket é flexível o suficiente para comportar o processamento de qualquer protocolo industrial de nível de aplicação existente, como exemplo, XML Interface for Robots and Peripherals (VERBAND..., 2006) e XIRP em ambientes Plug and Produce (TAVARES, 2010).

Observa-se que a solução desenvolvida é bastante específica e dependente das funcionalidades presentes no framework MIT App Inventor e do sistema operacional Android.

Ressalta-se que a funcionalidade de fluxo de vídeo (servidor de vídeo) ainda não existe no contexto desse framework.

Sugerem-se, para pesquisas futuras quanto ao tema aqui abordado, a obtenção de informações diretas a partir dos sensores e envio destas a um programa de computador de modo a permitir a tomada automática decisões com base em informações captadas a partir do meio. Além disso, é

possível realizar um estudo comparativo incluindo outros ambientes de desenvolvimento (ex. ROS, Mindsqualls, MSRDS etc.) que podem ser usados para o controle do bloco inteligente Nxt.

Como contribuição, essa pesquisa pode auxiliar as empresas, que fazem uso de tecnologias voltadas para sistemas flexíveis de manufatura, no estabelecimento de uma base de desenvolvimento para as áreas de orientação, controle de tráfego e simulações hardware in the loop. Com o uso dessas tecnologias, as empresas podem tornar-se aptas a responderem mais rapidamente as demandas do mercado e assim, tornarem-se mais competitivas.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, M. C. M. A Construção do Saber Científico: Algumas Proposições. In: CARVALHO, M. C. M. (org.) Construindo o Saber. 2a edição. Campinas, SP. Papyrus. pp.63-86, 2000.

CELLBOTS. Cellbots: Using Cellphones as Robotic Control Platforms (about). Disponível em:<<http://www.cellbots.com/about/>>. Acesso em: 19 abr. 2012a.

CELLBOTS. Cellbots: Using Cellphones as Robotic Control Platforms (SupportedTextCommands – The following commands work with the cellbot.py code). Disponível em:

<<http://code.google.com/p/cellbots/wiki/SupportedTextCommands/>>. Acesso em: 19 abr. 2012b.

CHAN, F. T. S.; BHAGWAT, R. & WADHWA, S. Comparative performance analysis of a flexible manufacturing system (FMS): a review-period-based control. International Journal of Production Research. Vol.46, n. 1, p. 72-85, 2008.

GELENBE, E. & GUENNOUNI, H. FLEXSIM: A flexible manufacturing system simulator. European Journal of Operational Research. Vol. 53, pp. 149 -165, 1991.

GERKEY, B.; VAUGHAN, R. T. & HOWARD, A. The Player/Stage Project: Tools for Multi-Robot and Distributed Sensor Systems. Proceedings... 11th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2003),pp. 317-323, June 2003.

JAWAHAR, N.; ARAVINDANT, P.; PONNAMBALAM, S. G. & SURESHT, R. K. AGV Schedule Integrated with Production in Flexible Manufacturing Systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 14, pp. 428–440, 1998.

JENSEN, L. K.; KRISTENSEN, B. B. & DEMAZEAU, Y. FLIP: A Platform to Integrate Embodied Agent Technology. Proceedings... IEEE/WIC International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT'03),pp.103, 2003.

KIM, K. S.; CHUNG, B. D. & JAE, M. A design for a tandem AGVS with multi-load AGVs. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 22, pp. 744–752, 2003.



KLASSNER, F. & ANDERSON, S. D. LEGO MindStorms: not just for K-12 anymore. IEEE Robotics & Automation Magazine. Vol. 10, n. 2, pp.12-18, 2003.

KONDOH, S.; NISHIKIORI, Y. & UMEDA, Y. A Closed-loop Manufacturing System focusing on Reuse of Components. Proceedings... Fourth International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Eco Design, pp. 453 – 457, 2005.

KRISHNAMOORTHY, N. N.; BATA, R. & KARWAN, M. H. Developing conflict-free routes for automated guided vehicles. Operations Research Society of America. Vol. 41, n. 6, pp. 1077-1090, 1993.

LI, X. N.; YUAN, H. B.; HUANG, X. Y. & CHEUNG, E. H. M. A new FMS simulator with object-oriented programming techniques. Journal of Materials Processing Technology. Vol. 76, pp. 238–245, 1998.

LIU, Q.; SUN, X.; MAHDAVIAN S. M. & DING, S. Establishment of the model for flexible manufacturing system based on CORBA and IDEF0. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 42, pp. 301–311, 2009.

MARTINS, R. W. C. Uma arquitetura modular para controle de FMS, 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MINDSQUALLS. Introduction. Disponível em: <<http://www.mindsqualls.net/Introduction.aspx>> Acesso em: 19 abr. 2012.

MIT APP INVENTOR BETA. Frequently Asked Questions by Users. Disponível em: <<http://beta.appinventor.mit.edu/learn/userfaq.html>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

PECO, P. & EKLUND, J. M. A Control System for Automated Multi-Purpose Vehicles for Manufacturing Applications. Proceedings...Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE 2008), pp. 2015 – 2020, 2008.

QUIGLEY, M.; CONLEY, K.; GERKEY, B. P.; FAUST, J.; FOOTE, T.; LEIBS, J.; WHEELER, R. & NG.

ROS, A. Y. An open-source Robot Operating System. Proceedings... ICRA Workshop on Open Source Software, pp 288-293, 2009.

RAJ, T.; SHANKAR, R. & SUHAIB, M. A review of some issues and identification of some barriers in the implementation of FMS. Int J Flex Manuf Syst. Vol. 19, pp. 1–40, 2007.

ROCHA, R. Estado da Arte da Robótica móvel em Portugal. Universidade de Coimbra, 2001. 21 p. Disponível em: <<http://mail.isr.uc.pt/~mrl/admin/upload/37.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2012.

SALEHIPOUR, A.; KAZEMIPOOR, H. & NAEINI, L. M. Locating workstations in tandem automated guided vehicle systems. The international journal of advanced manufacturing technology. Vol. 52, pp. 321-328, 2011.

SHOVAL, S.; ZEITOUN, I. & LENZ, E. Implementation of a Kalman Filter in Positioning for Autonomous Vehicles, and its Sensitivity to the Process Parameters. The international journal of advanced manufacturing technology. Vol. 13, pp. 738–746, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. & JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.

SOMMERVILLE, I. Software Engineering. 8th ed. Addison Wesley, 2006.

SRIVASTAVA, S. C.; CHOUDHARY, A. K.; KUMAR, S. & TIWARI, M. K. Development of an intelligent agent-based AGV controller for a flexible manufacturing system. The international journal of advanced manufacturing technology. Vol. 36, pp. 780–797, 2008.

TAVARES, D. M. ACID: Arquitetura de Controle para Integração de Dispositivos, 2010. 165 p. Tese (Doutorado em Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC-USP, São Carlos.

TRUNG, P.; AFZULPURKAR, N. & BODHALE, D. Development of vision service in Robotics Studio for road signs recognition and control of LEGO MINDSTORMS ROBOT. Proceedings...IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2008), pp. 1176 – 1181, 2009.

VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN-UND ANLAGENBAU. XML-basiertes Kommunikationsprotokoll für Industrieroboter und prozessorgestützte Peripheriegeräte (XIRP). Teil 1: Allgemeine Vereinbarungen. 1. Ed. 2006.

VOSNIAKOS, G.-C. & DAVIES, B. J. Simulation study of an AGV System in an FMS Environment. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 3, n. 4, pp. 33-46, 1988.

WATANABE, M.; FURUKAWA, M. & KAKAZU, Y. Intelligent AGV driving toward an autonomous decentralized manufacturing system. Robotics and Computer Integrated Manufacturing. Vol. 17, pp. 57-64, 2001.

WOLBER, D. App Inventor API – build apps that talk to the web. Create an API. Disponível em:

<<http://appinventorapi.com/using-tinywebdb-to-talk-to-an-api/>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

WOLBER, D.; ABELSON, H.; SPERTUS, E. & LOONEY, L. App Inventor, create your own Android Apps. O'REILLY, 2011.

WOLF, K. TinywebIP. Disponível em: <<http://ai.kittywolf.net/index.php/TinywebIP>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

YAHYAEI, M.; JAM, J. E. & HOSNAVI, R. Controlling the navigation of automatic guided vehicle (AGV) using integrated fuzzy logic controller with programmable logic controller (IFLPLC) - stage 1. Int J Adv Manuf Technol. Vol. 47, pp. 795–807, 2010.

YAO, A.W.L. Design and implementation of Web-based diagnosis and management system for an FMS. The international journal of advanced manufacturing technology. Vol. 26, pp. 1379–1387, 2005.

# Capítulo 11

## ESTUDO PARA SUBSTITUIÇÃO DE PALETES CONVENCIONAIS DE MADEIRA POR PALETES DE PAPELÃO

[10.37423/200200191](#)

*Débora P. Fischer Hadlich (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil*

*Thales Rômulo Maahs (Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara/RS - Brasil).*

*José de Souza (Fundação Liberato - Diretoria de Pesquisa e Produção Industrial (DPPI) - Novo Hamburgo/RS - Brasil).*

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo apresentar a análise comparativa da substituição de paletes de madeira por paletes de papelão. Foi apresentado um conjunto de informações sobre os paletes, como histórico, processos de fabricação, materiais utilizados, tipos de paletes, sistemas de logística reversa, reciclagem e reaproveitamento. Analisando a viabilidade dos tipos de paletes a ser utilizado pelas empresas por meios de comparações de seus requisitos, como custos, capacidade de reaproveitamento, reciclagem e tempo de deterioração dos materiais envolvidos, considerando o sistema de transporte e logística adotados pelas empresas envolvidas nos processos. O estudo desenvolvido mostrou as vantagens da utilização dos paletes de papelão quanto a não aplicação da logística reversa, tornando-se uma alternativa mais econômica e ecológica nos processos de movimentação e transporte de materiais e produtos.

**Palavras-chave:** Paletes. Papelão. Logística Reversa.

## INTRODUÇÃO

O transporte e armazenamento de produtos acabados, semiacabados ou matérias primas em geral é uma etapa essencial da logística de operações entre empresas fornecedoras, fabricantes e vendedoras de produtos ou matérias primas. Nessas operações, as mercadorias devem ser protegidas e bem acomodadas para o transporte. Nos processos de armazenagem, a movimentação das mercadorias precisa ser realizada de forma ágil, priorizando a rapidez na movimentação das cargas, com a otimização de operações e o melhor aproveitamento dos espaços da área de estocagem (GOMES e RIBEIRO, 2004; NOVAES, 2004).

A solução desenvolvida para esta necessidade foi o palete. Um estrado que pode ser feito de plástico, papelão, metal ou madeira, sendo este último o mais comum utilizado na maioria das empresas, dominando aproximadamente 80% do mercado (ARAUJO, 2012). Essa solução, porém, criou outro problema, o descarte inadequado de paletes no meio ambiente. As empresas, após receberem seus produtos dos fornecedores, recebem junto os paletes, que com o passar do tempo acabam ocupando espaços físicos em áreas de estoque e armazenagem. Por fim, elas tendem a descartá-los, e em muitos casos de forma inapropriada, gerando impactos ecológicos (SOARES, SILVA e MELO, 2013).

Iniciativas para redução desses impactos já foram tomadas, como o uso do sistema de logística reversa. Porém, esse sistema utilizado em paletes só funciona em processos que já envolvam a devolução da mercadoria, devido à substituição por motivos de garantias, reaproveitamento de embalagens ou recipientes e para descartes ecológicos, como é o caso das indústrias de bebidas e algumas indústrias de produtos eletrônicos e automobilísticos (SABBADINI, PEDRO e BARBOSA, 2005). Nos demais casos, as empresas fornecedoras encaminham seus produtos ou matérias primas para seus clientes utilizando-se geralmente de transporte terceirizado, sendo que neste processo, não ocorre o retorno de material para a empresa fornecedora, dificultando a aplicação do sistema de logística reversa.

Para solucionar este problema, desenvolveu-se ~~a pouco tempo~~ no mercado paletes de papelão, que possuem grandes vantagens, como fácil fabricação (não se utiliza pregos e grampos, diminuindo o risco de acidentes), matéria prima de baixo custo, boa capacidade para suportar cargas, variando entre 2 toneladas sem movimento e 0,6 toneladas em movimento, e massa de 7 á 10 kg (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

Os paletes de papelão também promovem a sustentabilidade, pois eles podem ser facilmente reciclados por empresas especializadas, evitando assim, a geração de resíduos no meio ambiente por descartes inadequados. Além disso, paletes de papelão não possuem farpas e pregos, dispensam

tratamentos fungicidas, como no caso dos paletes de madeira. Podem gerar até 76% menos resíduos comparados ao paletes de madeira, e em alguns casos podem reduzir o custo de transporte em até 80%, podem ser transportados desmontados (MUNDOLOGISTICA, 2015).

Outra vantagem está no fato dos paletes de papelão dispensarem tratamentos fitossanitários como a fumigação, geralmente realizados por processos químicos ou térmico HT, necessários para embalagens conforme homologadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), assim como as Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMF 15), instituídas pela Convenção Internacional de Proteção Fitossanitária (CIPF), que tem como objetivo evitar a propagação de pragas entre países (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2004).

O presente artigo trata de um estudo comparativo para analisar a viabilidade da substituição permanente de paletes de madeira por paletes de papelão nos casos em que não são aplicados a logística reversa, bem como uma alternativa econômica e ecologicamente correta. Nesses comparativos, é levado em conta o custo de aquisição dos paletes, a possibilidade de reaproveitamento, impactos ecológicos por descartes inadequados levando em conta o tempo de deterioração e reciclagem.

## 1.1. FABRICAÇÃO DE PALETES

A armazenagem de produtos semiacabados e matérias primas é uma etapa essencial na cadeia de suprimentos, que pode afetar a produtividade das funções produção e distribuição, dependendo do desempenho (MACHADO, SELLITTO, 2012).

Os sistemas de trabalho adotados pelas empresas podem ser descritos de forma simplificada, com entrada de insumos e saída de produtos, conhecido como sistema produtivo (TUBINO, 2007).

Quando os produtos estão acabados e embalados, é preciso entregá-los nos seus respectivos clientes, que deve ser realizada no tempo certo, com a qualidade requerida pelo cliente e com o menor custo operacional e de transporte possível (LEITE, SILVA E RODRIGUEZ, 2012).

O palete surgiu para fazer parte de um sistema que facilita a movimentação de materiais em diversas indústrias, atendendo á uma série de exigências legais. Na figura 1, pode ser visto a imagem de um palete de madeira.

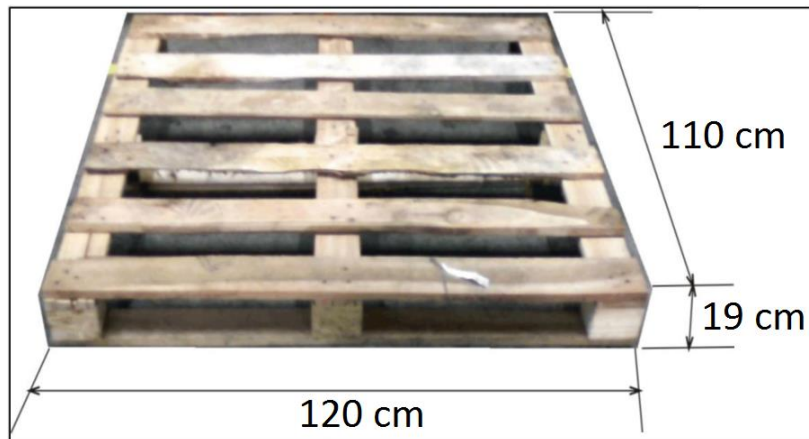


Figura 1 – Palete de madeira com dimensões

Fonte – Leite, Silva e Rodrigues (2012)

Vários países estabeleceram normas para a produção dos paletes, desde suas dimensões, tipos de materiais utilizados, formas de tratamento e até mesmo a forma de descarte e reciclagem apropriados (ZELENSKI, 2012).

Introduzido no mercado em 1990 pela Abras e entidades que fazem parte do Comitê Permanente de Paletização (CPP), com a assessoria do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo (IPT-USP), depois de vários anos de testes e ensaios, o palete padrão PBR é o modelo ideal para a movimentação e armazenamento de mercadorias no Brasil (COSTA, 2002).

A construção do palete de papelão é feita através do uso de chapas rígidas e onduladas colocadas umas sobre as outras. Espaçadores são criados na camada inferior que é construída com folhas de papelão liso, permitindo que as lâminas das empilhadeiras possam se encaixar debaixo do palete, possibilitando o seu levantamento e movimentação. Devido à capacidade limitada de reaproveitamento do palete de papelão, ele se torna uma plataforma descartável, porém, por possuir composição de material comum, fica facilmente reciclável. Na figura 2, pode ser visto a imagem de um palete de papelão.

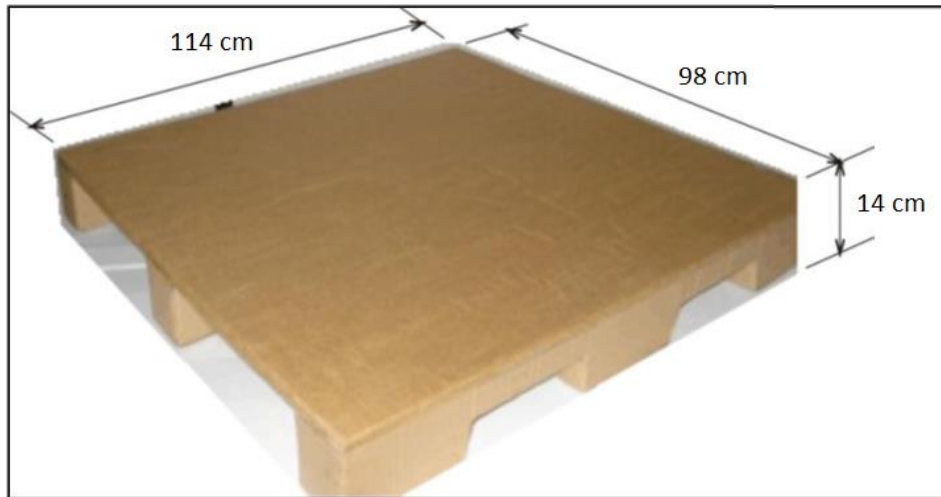


Figura 2 – Palete de papelão com suas dimensões

Fonte – Leite, Silva e Rodrigues (2012)

Independente do tipo de palete utilizado, ele estará submetido a uma logística dentro de um processo de movimentação e transporte. Esta logística pode ser tanto uma logística simples como uma logística reversa.

## 1.2 LOGÍSTICA

A logística teve sua origem na França, mais precisamente no século XVIII, onde o Marechal de Lógis tornou-se o responsável pelo suprimento de transporte de material bélico para as batalhas, tornando Von Claussen, de Frederico da Prússia o primeiro general a utilizar esse termo (MARAVIESKI, 2009).

A logística, segundo Ballou (2001) inclui todos os processos e atividades que disponibilizam bens e serviços aos consumidores de acordo com suas necessidades, envolvendo transporte, planejamento, armazenamento, ou seja, o movimento de materiais do ponto de origem ao ponto de destino.

Com um ambiente de competitividade crescente, a logística, com seus eficientes canais de distribuição, evoluiu na sua base conceitual, passando a considerar de forma sistêmica todas as atividades que se relacionam direta e indiretamente aos fluxos físico e de informação da cadeia de suprimento. Nesse sentido, a adoção de abordagens sofisticadas de gerenciamento do processo logístico no âmbito das empresas tem representado um ponto chave para a efetivação e sustentação de estratégias mercadológicas promissoras (RODRIGUES et. al.; 2002).



## 1.3 LOGÍSTICA REVERSA

Assim como aconteceu com a logística, a logística reversa também teve uma evolução no decorrer do tempo, que foi definida como o retorno de bens do consumidor para o distribuidor (ROGERS E TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Segundo Stock (1992), a logística reversa inclui retorno dos produtos, redução de recursos utilizados, materiais alternativos, reciclagem, reutilização, reaproveitamento, reparação e disposição final de resíduos.

Existem alguns motivos estratégicos para que as empresas pratiquem o sistema de Logística Reversa, esses motivos estão classificados como: diferenciação de serviços; limpeza do canal de distribuição; proteção de margem de lucros; recaptura de valor e recuperação de ativos e da imagem da empresa no mercado (MIGUEZ, 2007).

A logística reversa pode ser estruturada pelo próprio transporte utilizado para distribuição dos produtos. Os custos destes transportes aumentam, mas o valor do frete de retorno pode ser de até 70% sobre o frete total. Ao comparar no final de um período o acumulado de embalagens retornadas com a aquisição de embalagens novas, a economia é maior, pois o valor de cada embalagem nova, considerando o palete de madeira, é bem mais elevado (MARAVIESKI, 2009).

## 1.4 LEGISLAÇÕES E NORMAS

Os paletes de papelão dispensam os tratamentos fitossanitários, geralmente realizados por processos químicos ou térmicos HT, necessários para embalagens conforme homologadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), assim como as Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMF 15, criada em março de 2002), instituídas pela Convenção Internacional de Proteção Fitossanitária (CIPF) através dos fundos da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (LEITE, SILVA E RODRIGUES, 2012).

O principal objetivo da Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias é impossibilitar a entrada de pragas florestais de interesse agrícola, com a entrada das embalagens e suportes de madeira, que passaram a circular no mercado internacional, já a NIMF tem o objetivo de apresentar as recomendações e orientações necessárias para o cumprimento das medidas fitossanitárias exigidas pela FAO.

Somente ficam suspensas das exigências da certificação fitossanitária previstas na Norma, as embalagens, seus suportes e materiais de acomodação, formado de outro material que não a madeira, como por exemplo, plásticos, papelões, fibras, entre outros. E também as embalagens que são

formadas de madeira processada ou industrializada, como por exemplo, compensados, aglomerados e outras peças de madeira, que tenham passado no seu processo de fabricação por calor, colagem e pressão (LEITE, SILVA E RODRIGUES, 2012).

## IMPACTOS ECOLÓGICOS E SUSTENTABILIDADE

Mesmo considerando o baixo custo dos paletes de madeira, estes ao longo do tempo veem sendo mal utilizados, pois somente uma pequena porcentagem é reutilizada, tornando assim, os custos mais elevados para o descarte. Levando em conta o aspecto ambiental, é um ponto muito importante na utilização do palete de madeira, pois causa um impacto direto no meio ambiente através do desmatamento, acarretando em necessidade imediata de reflorestamento (SAITO, 2007).

## MÉTODO DE ANÁLISE

A análise foi realizada através de dados obtidos com fornecedores dos produtos, e posteriormente foram comparados. Foi utilizado como material de apoio a metodologia de pesquisa, estudo exploratório e materiais bibliográficos, como livros e artigos científicos. Com base nos dados coletados, foi possível elaborar um conjunto de informações sobre os diversos paletes utilizados no mercado e posteriormente realizado uma análise comparativa entre eles.

## ANÁLISE COMPARATIVA

Na tabela 1, pode ser visto a comparação entre os diferentes tipos de paletes disponíveis no mercado, assim como levantamento dos dados de cada tipo de paletes.

PALETES				
	Custo Médio	Reaproveitamento	Reciclável	Tempo para Deterioração
Paletes de Madeira	R\$ 47,00	Sim	Sim	5 á 13 anos
Paletes de Plástico	R\$ 70,00	Sim	Sim	200 á 450 anos
Paletes de Metal	R\$ 85,00	Sim	Sim	100 á 500 anos
Paletes de Papelão	R\$ 18,00	Não	Sim	2 á 6 meses

Tabela 1 – Tipos de materiais de paletes e suas características

Fonte – Unicamp, 2001

A tabela foi elaborada pelos autores, sendo que os dados foram coletados em diferentes fontes. O tempo de deterioração foi coletado numa pesquisa da FEC (Faculdades de Engenharia Civil) da Unicamp, os custos dos paletes foram obtidos através de pesquisas realizadas com fornecedores em âmbito nacional no ano de 2013.

## COMPARAÇÃO PALETES DE MADEIRA *VERSUS* METAL

Os paletes de metal comparados ao de madeira são considerados ecologicamente corretos, que, se bem tratados, podem facilmente durar mais de 10 anos. Além disso, eles são resistentes ao fogo em casos de incêndios, podendo gerar uma grande economia em avaliação de seguros contra incêndios. Outras vantagens são o fato de serem recicláveis, além de não soltarem cavacos ou pregos, não serem atacados por insetos, serem de fácil higienização, podem ser usados em vários setores, principalmente os que necessitam de maior capacidade de suporte de carga e durabilidade, são resistente á baixa temperatura e não contaminam os produtos nele armazenados (LOGWEB, 2007).

Os paletes de metal são utilizados principalmente onde a higiene é essencial, como nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. O único impedimento para a utilização dos paletes de metal diz respeito ao seu custo, peso elevado e a baixa utilização do sistema de logística reversa para o seu reaproveitamento (LOGWEB, 2007).

## COMPARAÇÃO PALETES DE MADEIRA *VERSUS* PLÁSTICO

De acordo com o artigo publicado na revista Warehouse & Logistics News, Andrew Taylor, diretor da Crofton Pallets Ltda, os paletes de madeira oferecem mais vantagens e benefícios do que paletes de plástico.

Segundo ele, ao longo do tempo, sempre se imaginou que o uso de paletes de plástico fosse mais vantajoso que os de madeira, devido á lista de vantagens oferecida em relação a produtos similares feitos de madeira. Taylor realizou visitas em várias empresas, e constatou que essas "vantagens" não são tão verdadeiras como se acreditavam (REMADE, 2007). As seguintes características foram listadas como vantagens de paletes de plástico:

**Redução de lascas** – durante as visitas realizadas por Taylor aos inúmeros usuários de paletes de madeira, verificou que o argumento desses paletes soltarem lascas de madeira não é totalmente verdade. Esse fato só ocorre em situações em que os paletes de madeira são fabricados com material de péssima qualidade.

**Redução de peso** – é um problema de fácil solução, pois, para que o palete possa apresentar um peso menor o fabricante deve usar madeira seca e que atenda o peso exigido.

**Tamanhos precisos** – dificilmente será um problema, pois um bom fabricante de paletes de madeira utiliza em seus processos sistemas automatizados para a produção de paletes de madeira.

**Facilidade de limpeza e descontaminação** – muitas pessoas teorizam que os paletes de plástico seriam fáceis de serem limpos, porém essa teoria não é real. Na verdade, é muito difícil limpar os paletes da forma adequada, sejam eles feitos de qualquer material, desde que sejam utilizados em grandes quantidades. No caso dos paletes de madeira, existem tratamentos fitossanitários para evitar contaminação.

O tempo para a deterioração dos materiais listados na tabela 1 é estimado, pois envolve uma série de variáveis nesse processo. Entre elas, as condições climáticas, agentes químicos, físicos e a própria qualidade do material citado podem acelerar ou retardar esta deterioração.

Quando existe a necessidade da realização de consertos ou reciclagem, os paletes de madeira são mais versáteis que os de plástico. Nos casos em que os paletes de madeira são corretamente conservados, sua vida útil será superior a 10 anos.

Taylor afirma também que a neutralidade ambiental de um produto reciclável pode ser medida pela quantia de energia exigida para sua reciclagem e a energia térmica necessária para seu conserto ou reciclagem (REMADE, 2007).

Taylor cita uma lista de benefícios que os paletes de madeira oferecem aos usuários, como:

- e) Fricção de superfície de carga – nenhum palete de plástico consegue oferecer as mesmas vantagens do palete de madeira;
- f) Desempenho – nenhum palete plástico oferece o desempenho que o palete de madeira oferece;
- g) Mudanças de utilização – os paletes de plásticos possuem estampagem, fazendo com que os custos sejam bastante altos. Variações ilimitadas poderão ser oferecidas por fornecedores de paletes de madeira a um baixo custo;
- h) Flexibilidade de identificação – o logotipo da empresa pode ser facilmente marcado e a um baixo custo nos paletes de madeira.

## COMPARAÇÃO PALETES DE MADEIRA *VERSUS* PAPELÃO

Os paletes de papelão surgiram para substituir com inúmeras vantagens os tradicionais paletes de madeira. São mais leves, com massa entre 7 e 10 kg, possuem fácil manuseio e transporte, não possuem grampos ou pregos, eliminando os riscos de acidentes. Acompanha um rápido manual de montagem, sua resistência mecânica é alta, suportando até 2 toneladas sem movimentação e 0,6 toneladas com movimentação.

Baseado em sua natureza, os paletes de papelão ondulado possuem melhores condições de ventilação dos produtos armazenados e em expedição. Os produtos ficam protegidos de contaminação, como fungos e pragas, que são comuns em paletes de madeira, além de dispensarem os tratamentos fitossanitários (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

### Vantagens do palete de papelão:

- Movimentação – possuem um peso leve, permitindo fácil movimentação;
- Flexibilidade – podem ser comprados totalmente desmontados, podendo ser montados quando for necessário á utilização;
- Valor de custo – alternativa mais barata que os paletes de madeira;
- Resistência á compressão – alguns modelos podem possuir alta resistência a compressão;
- Tamanhos variados – podem ser adquiridos em diversos tamanhos e formas;
- Tratamentos – não necessita tratamento de fumigação;
- Reciclagem – totalmente reciclável e biodegradável;
- Identificação – possibilidade de impressão para identificação do produto.

### Desvantagens do palete de papelão:

- f) Facilmente danificáveis – nos casos em que esses paletes sofrem maus tratos, são facilmente danificáveis;
- g) Pouca resistência á torção – esses paletes não se mantêm muito firmes em casos de aplicação de um movimento de torção;
- h) Inflamáveis – o palete de papelão é mais inflamável que os de madeira.

Comparando os paletes de madeira com os de papelão, pode se identificar uma grande economia de recursos naturais. Na sua produção, o palete de papelão propicia a redução de emissão de poluentes no meio ambiente, em cerca de 35% na água e em 75% no ar. A utilização de paletes de papelão como

substitutos aos paletes de madeira é viável apenas nos casos em que não é possível a aplicação da logística reversa como forma de recuperar valor investido e amenizar impactos ambientais.

## DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O fato dos paletes serem amplamente utilizados nos mais diversos meios mercadológicos existentes levanta questões sobre o tipo certo a ser utilizado para cada sistema propriamente dito.

No caso deste trabalho, substituição de paletes convencionais de madeira por paletes de papelão 100% recicláveis, os paletes de madeira apresentaram vantagens sobre os paletes de metal e os de plástico, porém, quando comparado aos de papelão, as vantagens passam a ser relativas ao uso feito dos mesmos. Pode-se considerar os pontos fortes e fracos relacionados ao uso conforme quadro 1.

	<b>Paletes de Madeira</b>	<b>Paletes de Papelão</b>
<b>Fricção de Superfície de Carga</b>	Inferior: Base firme e robusta. Possui pouca possibilidade do material deslizar.	Superior: Base amortecedora, quase nula a possibilidade do material deslizar.
<b>Reaproveitamento</b>	Superior: Com a aplicação da logística reversa e cuidados básicos de movimentação, pode ser reaproveitado.	Inferior: Não é recomendado o reaproveitamento, possibilidade de deformação no transporte.
<b>Flexibilidade de Identificação</b>	Inferior: O logotipo da empresa pode ser facilmente marcado e a um baixo custo nos paletes de madeira.	Superior: Possibilidade de impressão para identificação do produto.
<b>Reciclagem</b>	Inferior: A reciclagem da madeira exige muitos processos, desde trituração, remoção de impurezas e em alguns casos compactação. Ex.: Placas aglomeradas.	Superior: A reciclagem do papelão é mais simples, fácil e barata.
<b>Tamanhos Precisos</b>	Aprox. igual: Um bom fabricante de paletes de madeira utiliza em seus processos sistemas automatizados	Aprox. igual: O papelão é um material muito flexível de fácil corte e dobradura.

	para a produção de paletes de madeira.	
<b>Tempo de Deterioração</b>	Inferior: De 5 á 100 anos.	Superior: De 3 á 6 meses.
<b>Peso</b>	Inferior: Madeira é mais pesado que o papelão.	Superior: Papelão é mais leve que a madeira.
<b>Custo</b>	Inferior: Custo médio de cada unidade aproximadamente R\$ 47,00.	Superior: Custo médio de cada unidade aproximadamente R\$ 18,00.
<b>Limpeza</b>	Inferior: Com o uso constante, esses paletes agregam resíduos de sujeira que devem ser removidos.	Superior: Pallet descartável.
<b>Tratamento Fitossanitário</b>	Inferior: Tratamento necessário, pois pode proliferar pragas florestais.	Superior: Dispensa tratamento, não prolifera pragas florestais.
<b>Flexibilidade de Movimentação</b>	Inferior: Fácil movimentação, porém seu peso é maior que os paletes de papelão.	Superior: Possuem um peso leve, permitindo fácil movimentação.
<b>Resistência ao Peso Suportado</b>	Superior: Conforme o tamanho e modelo, podem suportar pesos superiores em relação aos paletes de papelão.	Inferior: Conforme o tamanho e modelo, suportam pesos limitados de carga.
<b>Flexibilidade de Montagem</b>	Inferior: Paletes de madeira já vem pronto.	Superior: Podem ser comprados totalmente desmontados, podendo ser montados quando for necessário á utilização.
<b>Resistência á Torção</b>	Superior: Paletes de madeira são mais robustos, possuem base firme e sólida.	Inferior: Esses paletes não se mantêm muito firmes em casos de aplicação de um movimento de torção.

<b>Possibilidade de Dano Físico</b>	Superior: São mais resistentes por serem mais robustos.	Inferior: Nos casos em que esses paletes sofrem maus tratos, são facilmente danificáveis.
<b>Propriedades Infamáveis</b>	Superior: É menos inflamável que os de papelão.	Inferior: É mais inflamável que os de madeira.

Quadro 1 – Tipos de materiais de paletes e suas características

Fonte – Adaptado de REMADE (2007).

A escolha de qual palete usar dependerá das características exigidas nos processos de movimentação e transporte, logísticas reversas e necessidades envolvidas.

## CONCLUSÃO

As empresas fornecedoras definirão o tipo de palete mais apropriado para utilização de acordo com sua logística de transporte realizado pela própria empresa ou terceirizada, conforme necessidade, que pode variar de acordo com sua localização referente ao cliente.

Nesses casos, devem ser definidos os tipos de paletes utilizados, podendo ser os descartáveis (sem reutilização), caso dos paletes de papelão, que possuem custo mais baixo em relação ao seu maior concorrente do mercado, o palete de madeira, ou, podendo ser os reaproveitáveis, como os paletes de madeira, plástico ou metal.

Os paletes de plástico e principalmente os de metal possuem maior duração que os demais, porém, eles têm o seu valor comercial superior ao convencional palete de madeira. A única vantagem do uso deste material é a sua capacidade de reaproveitamento, que se for utilizado em conjunto com um sistema de logística reversa, poderia trazer grandes benefícios aos usuários, tanto fornecedor quanto lojista, além de contribuir com o meio ambiente.

Conforme o estudo demonstrou, os paletes de madeira são na maioria das vezes os mais indicados devido a vários fatores, como: baixo custo; possibilidade de reaproveitamento; reciclagem e tempo de duração. Esses paletes são usados em sistemas de logística reversa.

Nesse sistema o palete, deve retornar ao fornecedor do produto para ser reutilizado, logo após a entrega deste, no caso dos pontos de venda que não utilizam o palete, ou depois de um certo tempo, no caso dos pontos de venda que o utilizam. Para isso, devem ser realizados controles de paletes, como: notas fiscais com a descrição do número de paletes, terceirização do controle com a locação dos mesmos, entre outros.



Conforme foi comentado anteriormente, os custos de transporte no uso da logística reversa aumentam, porém, o valor do frete de retorno pode ser de até 70% sobre o frete total. Após certo período, observa-se uma grande economia, pois o valor de cada embalagem nova, considerando o palete de madeira, é bem mais elevado.

Nos casos em que não é possível aplicar o sistema de logística reversa, recomenda-se a utilização dos paletes de papelão, devido ao seu baixo custo de aquisição comparando com os demais paletes encontrados no mercado. Além disso, os paletes de papelão proporcionam uma redução do impacto ecológico, pois podem ser facilmente reciclados.

Nos casos de descartes inadequados na natureza, os paletes de papelão podem se deteriorar por completo num período de até 6 meses.

Os paletes de papelão possuem como vantagem em relação ao palete de madeira o fato de não necessitarem passar por tratamento fitossanitário, e isso resulta na redução dos custos finais do produto.

Outra vantagem do palete de papelão é a possibilidade do uso do marketing como ecologicamente correto, cada vez mais levado em consideração pelos clientes, devido à preocupação com a sustentabilidade e impactos ecológicos nos processos mercadológicos existentes nos dias atuais.

Deve-se ressaltar que mesmo nos casos da não existência de logística reversa, a utilização dos paletes de papelão podem não ser indicado caso ocorra torção ou algum tipo de mau trato durante procedimentos de transporte desses paletes pelo fato de serem facilmente danificáveis.

Um estudo deve ser realizado para identificar todo o processo logístico e eventualidades para determinar o palete adequado ao uso a ser realizado.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, C. E. Artigonal. A Importância de Pallets na Indústria e Logística. Matéria, agosto 2012. Disponível em: <http://goo.gl/1AbTAL>. Acesso em 23 abril 2013.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

GOMES, C.; RIBEIRO, P. Gestão da cadeia de suprimento integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

COSTA, F. J. COSTA. L. Introdução à administração de materiais em sistemas informatizados. São Paulo: Editora, 2002.

LEITE, J. C; SILVA, C. A. S; E. RODRIGUEZ, TABOADA, C. M. Proposta para redução do custo de transporte de material de embalagem em painéis de instrumentos automotivos com a utilização de paletes de papelão ondulado. XIX SIMPEP, 2012.

LOGWEB (Jornal Logweb), revista, matéria, edição n.º 63, maio. 2007. Disponível em: <http://goo.gl/XGCqck>. Acesso em: 05 out. 2013.

MACHADO, A; SELLITTO, M. A. Benefícios da implantação e utilização de sistemas de gerenciamento de armazéns em um centro de distribuição. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 46-72, jan./mar. 2012.

MARAVIESKI, V. C. Caracterização da logística reversa de pallets em indústrias de alimentos e bebidas no estado do Paraná. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Eng. de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009.

MIGUEZ, E. C; MENDONÇA, F. M; VALLE, R. Impactos ambientais, sociais e financeiros de uma política de logística reversa adotada por uma fábrica de televisão – um estudo de caso. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, Edição especial, Dezembro de 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa n.º 4, de 6 de janeiro de 2004, III-Isenções. Disponível em: <http://goo.gl/ynVGW8>. Acesso em: 24 abril 2016.

MUNDOLOGISTICA. Portal de notícias, matéria, março de 2015. Disponível em: <http://goo.gl/nXmE1t>. Acesso em 23 jul 2016.

NASCIMENTO, E. V. *et al.* Análise de viabilidade para a confecção de paleta verde em Manaus: um caso de uma empresa de papel. Manaus, AM: FT UFAM, 2010.

NOVAES, A. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

REMADE. Revista da madeira, matéria, edição n.º 102, janeiro. 2007. Disponível em: <http://goo.gl/SHd3i4>. Acesso em 10 set. 2013.

RODRIGUES, D. F; RODRIGUES, G. G; LEAL, J. E; PIZZOLATO, N. D. Logística Reversa – conceitos e componentes do sistema. ENEGEP, XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba-PR, 2002. Disponível em: Acesso em: 31 jul 2016.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. University of Nevada, Reno Center for Logistics Management, 1998. Disponível em: <http://goo.gl/y35Wns>. Acesso em: 21 jul. 2016.

SABBADINI, F. S; PEDRO, J. V; BARBOSA, P. J. O. A Logística Reversa no Retorno de Pallets de uma Indústria de Bebidas. Artigo, II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, 2005. Disponível em: <http://goo.gl/SIOy1i>. Acesso em: 24 abril 2016.

SAITO, E. K. Estudo sobre a logística ideal para utilização de paletes de plástico. XXVII ENEGEP, 2007.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática. 1. ed. Editora Atlas, São Paulo, 2007.

SOARES, A; SILVA, C. G.; MELO, M. S. Logística reversa com ênfase no reuso de embalagens e paletes em uma empresa localizada em Osasco. E-FACEQ: revista dos discentes da Faculdade Eça de Queirós, ISSN 2238-8605, Ano 2, número 2, agosto de 2013. Disponível em: <http://goo.gl/Xuji6W>. Acesso em: 16 jul. 2016.

STOCK, J. R. *Reverse Logistics*. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1992.

UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo Universidade Estadual de Campinas. FEC. Pesquisa, 2003. Disponível em: Acesso

em: <http://goo.gl/wPh9tf>. 31 jul. 2016.

ZELENSKI, V. Paletes movem a cadeia de abastecimento do mundo. Logweb, Artigo, mar. 2012. Disponível em: <http://goo.gl/UHygSO>. Acesso em: 08 set. 2013.

# Capítulo 12

## COMPARANDO APLICAÇÕES DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA O USO EM DIFERENTES CONTEXTOS DE TOMADA DE DECISÃO

[10.37423/200200200](#)

*Cilene Loisa Assmann*

*cilenea@unisc.br*

*Rejane Frozza*

*frozza@unisc.br*

*Liane Mahlmann Kipper*

*liane@unisc.br*

**Resumo:** Este artigo apresenta uma análise de aplicações da técnica de mineração de dados em uma amostra de trabalhos acadêmicos realizados e publicados nos últimos cinco anos. Com o objetivo de destacar a contribuição de cada trabalho analisado, estes foram esquematizados e comparados. Dentre as características utilizadas para esta comparação destacam-se: o objetivo geral do trabalho, as bases de dados utilizadas, as ferramentas e os algoritmos aplicados, o processo que foi seguido para a aplicação das técnicas e os principais resultados encontrados. A partir desta análise, foi possível elencar pontos comuns entre os trabalhos estudados. Como exemplo, pode ser citada a etapa que prevê a consistência dos dados, esta é necessária para a viabilidade da técnica de mineração, entretanto, mostrou-se a mais trabalhosa. A participação dos especialistas do negócio se mostrou essencial no processo de descoberta de conhecimento, pois é necessária a orientação especializada para guiar cada uma de suas fases. Este trabalho, em conjunto, se transformou em uma prática poderosa.

A seleção da técnica e algoritmo a serem utilizados para a mineração depende dos objetivos, das necessidades da empresa e das características da base de dados. Percebidas de forma recorrente no desenvolvimento dos trabalhos estudados, as características comuns e que influenciaram no sucesso ou não dos projetos de aplicação da mineração de dados podem ser destacadas como lições aprendidas e, se consideradas, podem dar suporte a uma melhor tomada de decisão e, desta forma, aumentar as chances de alcançar os objetivos de projetos desta natureza.

**Palavras-chave:** Mineração de dados, Análise comparativa, Processo de descoberta de conhecimento em bases de dados.

## INTRODUÇÃO

No século XXI as empresas têm se preocupado em conhecer com maior profundidade os seus clientes e dedicam tempo e esforço nesta tarefa. O objetivo é de preservar um bom relacionamento e, conseqüentemente, buscar a melhoria constante nos negócios que mantêm com estes clientes gerando um encantamento nos mesmos e um ciclo de envolvimento. Porém, conhecê-los pode resultar em um acúmulo de informações armazenadas em grandes bases de dados na organização (MORALES; ERAZO, 2009).

Cardoso e Machado (2008) destacam que as organizações, por possuírem grande quantidade de dados, possuem uma falsa sensação de que estão bem informadas, mas essas informações de nada servem se não forem analisadas de forma correta.

Neste contexto, a mineração de dados auxilia o gestor, pois a partir desta técnica é possível realizar a análise das informações contidas nas bases de dados de uma organização. Entretanto, a sua aplicação é algo complexo, pois se traduz na busca e preparação de uma grande quantidade de dados, aplicação de complexos algoritmos de inteligência artificial sobre estes dados e, finalmente, a necessidade de interpretação e entendimento corretos dos seus resultados.

Com o objetivo de atenuar as dificuldades inerentes a esta técnica, este estudo traz experiências que envolvem a aplicação da mineração de dados e as compara. Como resultado desta análise comparativa pode ser destacado que foi possível identificar pontos comuns entre as aplicações de mineração de dados e que estes podem ser relevantes para o sucesso de projetos desta natureza.

As seções deste artigo estão estruturadas da seguinte forma: inicialmente, é apresentada uma breve teoria sobre a descoberta de conhecimento em bases de dados mediante a descrição das suas etapas, em especial a de mineração de dados. Em seguida, os casos pesquisados que envolvem aplicações da mineração de dados são trazidos para uma análise comparativa das suas principais características. Os resultados alcançados a partir desta análise são apresentados, finalizando este estudo.

## DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BASES DE DADOS

Os constantes avanços na área da Tecnologia da Informação têm proporcionado o armazenamento de grandes volumes de dados. Como consequência, bancos de dados passam a conter verdadeiros tesouros de informação para as empresas (GOLDSCHMIDT, 2011).

Cardoso e Machado (2008) destacam que é necessário que sejam feitas investigações sobre esses registros, estabelecendo-se indicadores para descobrir padrões de comportamento implícitos nos dados, assim como relações de causa e efeito. Processar e interpretar as informações geradas pelas bases de dados atuais de forma correta está entre os requisitos essenciais para uma boa tomada de decisão.

Goldschmidt (2011) complementa que esta análise fica inviável sem o auxílio de ferramentas computacionais apropriadas. Estas são conhecidas como ferramentas de mineração de dados e possuem como objetivo encontrar conhecimento novo e que agregue valor.

Entre as ferramentas e técnicas existentes, é possível destacar o Processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados – KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), este processo é apresentado na próxima subseção.

## 2.1 ETAPAS DO PROCESSO KDD

O processo e as suas etapas serão apresentados a seguir.

- Seleção: Goldschmidt (2011) afirma que, em geral, toda aplicação de KDD é iniciada com uma verificação na base de dados. A partir desta análise e de entrevistas junto aos especialistas sobre o assunto, são definidos os objetivos que devem ser atendidos durante o processo. Desta forma, os dados da base de dados são filtrados e são selecionados somente os que são interessantes para o estudo;
- Pré-processamento: Sferra e Correa (2003) destacam a limpeza dos dados, que envolve a correção de possíveis erros, o preenchimento ou a eliminação de valores nulos, duplicados e corrompidos;
- Transformação: Segundo Correa (2007), os algoritmos de mineração de dados necessitam que os dados sejam classificados em categorias ou em formatos numéricos para que se obtenham os melhores resultados;
- Mineração de dados: Na etapa de mineração de dados ou *data mining* são selecionados os algoritmos adequados a serem aplicados sobre os dados em busca de conhecimentos implícitos e úteis (GOLDSCHMIDT, 2011). Em outras palavras, exige o uso de métodos inteligentes para a extração de padrões ou conhecimento a partir dos dados armazenados;

- Interpretação e Avaliação: A etapa final do processo consiste no pós-processamento, que engloba a interpretação dos padrões descobertos e a possibilidade de retorno a qualquer um dos passos anteriores (SFERRA; CORREA, 2003).

Dentre as diversas etapas do processo de descoberta de conhecimento, a principal é a mineração de dados. Inclusive, alguns autores se referem a esta técnica e à Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados como sinônimos.

## METODOLOGIA

Em relação aos seus objetivos, esta pesquisa tem caráter exploratório que, segundo Santos (2001), visa proporcionar maior familiaridade com o assunto a partir de levantamento bibliográfico. Sendo assim, os procedimentos metodológicos realizados foram buscas na internet de trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais desenvolvidos e publicados nos últimos cinco anos sobre aplicações de *data mining*.

Os critérios para seleção destes trabalhos foram: estudos que trouxessem de forma detalhada o processo de aplicação da técnica e que possibilitassem perceber quais as práticas adotadas durante o processo e seus resultados para posterior análise.

Após o levantamento dos trabalhos existentes foi realizada uma análise comparativa, utilizando para isto as seguintes características: o objetivo geral do trabalho, as bases de dados, as ferramentas e os algoritmos utilizados, o processo que foi seguido para a aplicação das técnicas e os principais resultados encontrados.

## APLICAÇÕES DA MINERAÇÃO DE DADOS

O processo de data mining pode ser desenvolvido em diversos contextos. Nesta seção, são apresentadas pesquisas realizadas aplicando esta técnica em diferentes bases de dados.

### MINERAÇÃO DE DADOS DE *HELP DESK* USANDO *RATTLE* – O CASO PETROBRÁS

Correa (2007) desenvolveu o processo de *data mining* na base de atendimentos da área de informática da empresa Petrobrás.

O autor conta que, diariamente, são criadas cerca de 8000 solicitações de informática. Este número elevado inviabiliza a análise destes dados sem uma ferramenta computacional específica. Realizar esta



análise a partir da mineração de dados e extrair conhecimento útil para apoio à tomada de decisão foi o objetivo da pesquisa realizada.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram seguidas todas as fases do processo KDD, desde a seleção, preparação e limpeza dos dados e aplicação de algoritmo para extração de padrões, até a análise dos resultados pelos especialistas do negócio.

A ferramenta utilizada foi a *Rattle*, que utiliza o algoritmo *Apriori* para a geração de regras de associação. Estas que consistem em selecionar atributos da base de dados e combiná-los com o objetivo de descobrir conhecimento novo. Os atributos selecionados para aplicação das regras foram:

- Categoria do chamado: Sistema interno, de terceiros, infraestrutura;
- Tipo de grupo: Se o atendimento foi realizado pela equipe de *Help Desk*, Mesas Especializadas (Sistemas de Terceiros) ou Postos Avançados, este último se envolve com o atendimento somente se consistir em um problema mais complexo;
- Origem: Se o chamado foi solicitado pela internet, *email*, telefone, ou diretamente no sistema de controle de atendimentos;
- Tipo de chamado: Se uma dúvida, incidente (um erro isolado), ou solicitação;
- Data e hora de abertura e tempo total de atendimento.

Antes de desenvolver a etapa de aplicação do algoritmo de *data mining* na base de dados, Correa (2007) desenvolveu consultas estatísticas onde foram realizadas comparações entre os meses dos anos de 2005 e 2006.

Desta forma, foi possível verificar que os chamados aumentaram de um ano para outro devido ao aumento de equipamentos e que houve também um crescimento no número de chamados abertos durante a noite e na madrugada devido à ampliação do quadro de funcionários em horários alternativos.

Realizada a análise estatística dos dados da base, foi iniciada a aplicação da técnica de mineração de dados, que consistiu em combinar os atributos: categoria x origem, categoria x tempo total, período x origem, enfim, realizar todas as combinações possíveis entre todos os atributos selecionados.

As regras de associações foram analisadas pelo pesquisador e pelos especialistas do negócio e as conclusões mais relevantes foram apresentadas no estudo. Como exemplo, algumas podem ser citadas:

- Os atendimentos com origem *email* possuem, em sua maioria, a categoria infraestrutura;
- A maior parte dos atendimentos encerrados com mais de nove horas são da categoria *hardware*;
- Na madrugada os registros abertos são da categoria infraestrutura devido ao serviço de monitoramento de sistemas que está sendo iniciado pela informática;
- A equipe de *Help Desk* é a responsável pela maior parte dos atendimentos.

O autor conclui que as informações apresentadas poderão ser usadas para melhor dimensionamento das equipes, de acordo com o horário de maior demanda e tempo gasto para cada atendimento.

## MINERAÇÃO DE DADOS EM COMÉRCIO VAREJISTA PARA DIMINUIÇÃO DOS NÍVEIS DE ESTOQUE

Nunes e Junior (2009) apresentam a aplicação da mineração de dados para auxílio na tomada de decisão no gerenciamento de estoques de uma empresa de material de construção. Os autores explicam que não existe uma solução única para o controle dos níveis de estoque. Depende do tipo do produto, da natureza da demanda e das características de movimentação, portanto, não se trata de reduzi-los indiscriminadamente.

Como primeiro passo, com o intuito de obter sucesso no seu método, Nunes e Junior (2009) buscaram entender a organização, quais os seus requisitos e objetivos. Nesta fase é importante a participação dos especialistas do negócio, que conhecem o problema organizacional a ser tratado.

Com o objetivo definido, foram aplicadas técnicas de limpeza dos dados, como descartar valores absurdos, ou substituí-los por valores calculados. A partir dos dados limpos foi iniciada a modelagem. Os autores destacam que mais de uma proposta pode ser testada durante a modelagem sendo que a mais apropriada depende da necessidade e perfil da organização.

A solução encontrada para a extração das informações foi a aplicação de algoritmos de séries temporais que mostra a previsão de vendas para um produto baseando-se em dados de períodos anteriores de movimentação do próprio produto, além de produtos relacionados.

Como resultado do experimento foi verificado que, mesmo seguindo um critério de compras baseado em políticas de estoque, muitas vezes os produtos são adquiridos pelo setor de compras da empresa em quantidades inadequadas à demanda. O estoque estava 20% maior em quantidade do que o necessário para atender o cliente.

A estrutura do artigo traz como referencial teórico a descrição das fases da mineração e, mais adiante, retoma as mesmas, já aplicadas à empresa do estudo de caso, o que é interessante, pois relaciona a teoria com a prática.

Outro ponto a ser destacado é o fato de que a aplicação possibilitou ao gestor prever o custo na aquisição dos produtos em tempo real. Este ganho não recebeu a devida importância no texto, já que possibilitaria uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes, muitas vezes, difícil de ser conquistada.

## APLICAÇÃO DA MINERAÇÃO DE DADOS PARA GERAÇÃO DE CONHECIMENTO: UM EXPERIMENTO PRÁTICO

Azarias et al (2009) afirmam que as empresas estão preocupadas com o valor da informação, essencialmente como suporte ao seu processo decisório, por isso, usam a Gestão do Conhecimento com o objetivo de estruturá-lo por meio da utilização de diversas práticas.

Os autores destacam a mineração em bases de dados de clientes que solicitaram um cartão de crédito e a informação se o pedido foi aprovado ou não. A ferramenta utilizada foi a *Weka* (2011), disponível para *download* e desenvolvida na linguagem Java (2011). Como forma de representar o conhecimento, os autores utilizaram regras de classificação no formato:

SE <antecedente> ENTÃO <consequente>

A técnica utilizada para descobrir quais as condições que devem ser satisfeitas para se chegar a um valor para o atributo final (atributo-meta) foi árvore de decisão. Esta que consiste em uma representação de um conjunto de regras de classificação, onde cada nó da árvore especifica um atributo e cada ramo desse nó corresponde aos valores possíveis deste atributo (SANTOS; AZEVEDO, 2005).

Diante deste contexto, foi utilizada a ferramenta *Weka* (2011) para gerar a árvore de decisão a partir dos dados contidos na base selecionada. Em seguida, foi definida como o atributo-meta a informação se o crédito foi aprovado ou não. O algoritmo de árvore de decisão foi aplicado nos dados para a geração da árvore, onde foi possível verificar como os atributos interagem entre si e quais as condições devem ser satisfeitas para que o cliente tenha o seu crédito aprovado.

Os autores concluem que gestão do conhecimento em empresas é uma vantagem competitiva e que a mineração de dados é uma importante ferramenta para dar suporte à tomada de decisão.

## UMA METODOLOGIA DE PESQUISA DE REDUÇÃO DO ESPAÇO PARA MINERAÇÃO DE DADOS EM GRANDES BASES DE DADOS

Morales e Erazo (2009) apresentam uma metodologia baseada em técnicas estatísticas (o que inclui a amostragem e análise multivariada) para reduzir o espaço e os dados utilizados na mineração de dados, como forma de melhorar o desempenho e o tempo de resposta de processamento ao aplicar o algoritmo de agrupamento.

O algoritmo de agrupamento ou segmentação consiste em identificar conjuntos de acordo com as suas características. Este conjunto é então chamado de classe e seus objetos são semelhantes. Como objetivos desta técnica de mineração podem ser destacados a identificação de grupos homogêneos de consumidores ou a busca de similaridades de compras entre clientes (SANTOS; AZEVEDO, 2005).

O primeiro passo foi reunir, em conjunto com os especialistas do negócio, todos os registros que poderiam ser relevantes no processo. Estes que têm como objetivo caracterizar os clientes da empresa pesquisada para que esta possa definir estrategicamente o desenvolvimento de novos produtos e aumentar as vendas dos já existentes. Devido à variedade de bases de dados, em diferentes plataformas e sistemas, a coleta e a seleção destes dados relevantes despenderam alguns meses de trabalho e totalizaram uma grande quantidade de registros.

Entretanto, antes de aplicar as técnicas estatísticas mencionadas, é necessária a etapa de pré-processamento que consiste na limpeza dos dados. Segundo os autores esta etapa se mostrou exaustiva e onerosa. Em adição a isto, foi realizada a modelagem dos dados, que consistiu em criar uma *view* (visão) dos dados, onde os dados iguais foram mesclados.

A etapa de diminuição na quantidade de dados foi vertical (redução dos atributos na *view*) e horizontal (redução de registros na *view*). Para realizar a redução vertical foi aplicada a análise multivariada onde a relação entre as variáveis e possibilidades de corte das mesmas foram validadas pelos especialistas do negócio. O resultado foi uma redução de 415 para 129 atributos.

Para restringir os dados no sentido horizontal foi utilizada a amostragem de 20% do total de registros, sendo que este percentual foi validado, inicialmente, pelos especialistas e em seguida por análise dos resultados finais encontrados. Feitas as reduções nos registros e espaço na base de dados, o algoritmo de agrupamento pôde ser aplicado, finalizando o processo.

Concluindo o estudo, os autores realizaram medições no processo e concluíram que o tempo e, conseqüentemente, o custo do processo reduziram com a base menor. E destacam que, desta forma, os usuários finais têm uma resposta mais rápida aos resultados do algoritmo de mineração de dados.

## COOPERAÇÃO ENTRE O CONHECIMENTO DO ESPECIALISTA DO NEGÓCIO E O CONHECIMENTO DESCOBERTO NA MINERAÇÃO DE DADOS: LIÇÕES APRENDIDAS

Alonso et al (2012) trazem a experiência de trabalhar em conjunto o conhecimento descoberto na base de dados e o conhecimento do especialista do negócio. Os autores destacam que, muitas vezes, o levantamento de requisitos com os especialistas torna-se o gargalo na construção de uma aplicação. Principalmente na mineração de dados, onde cada fase necessita do especialista do negócio exercendo o papel de guia no seu desenvolvimento e validando os seus resultados.

O ponto destacado pelos autores é que os dois tipos de conhecimento, o do especialista e o descoberto na base de dados a partir da mineração, acabam se complementando.

Exemplos são trazidos como forma de demonstrar como esta cooperação pode acontecer. Os autores destacam que, normalmente, os usuários precisam responder muitas perguntas a um sistema especialista para que este consiga resolver um problema e chegar a um resultado. No caso apresentado, utilizando mineração de dados, serão buscadas respostas anteriores de outras execuções do sistema para prever sequências possíveis de respostas. Desta forma, o sistema reduz o número de perguntas e o tempo desta etapa.

A cooperação que parte do especialista humano também foi destacada. Neste caso, métodos de descoberta de padrões são aplicados na base de dados e o especialista humano verifica os resultados. Neste sentido, este poderá tornar válidas as regras que julgar serem importantes e consistentes, assim como descartar aquelas que forem irrelevantes.

Alonso et al (2012) apresentam um estudo de caso utilizando sistema especialista e mineração de dados na área de diagnósticos médicos. O desenvolvimento é apresentado mediante detalhamento da aplicação das fases do processo KDD. Realizada a etapa de desenvolvimento do sistema especialista em conjunto com a mineração de dados, destacam-se como lições aprendidas que o fato de trabalhar estes dois tipos de conhecimento e tecnologias em conjunto aumentou as funcionalidades da aplicação final e, se utilizadas de forma separada, não trariam tantos resultados satisfatórios.

Em adição a isto, os autores destacaram que a participação do especialista humano em todas as etapas do processo KDD foi fundamental. Durante a etapa de limpeza dos dados, as regras foram definidas

pelo especialista do negócio, descartando dados inválidos e inconsistentes. Assim como os resultados da aplicação dos algoritmos foram validados.

E, finalmente, como lição aprendida do projeto, de forma geral, foi dada total relevância ao fato de que os envolvidos no processo devem conhecer o domínio da aplicação, somente desta forma é possível tomar decisões que melhorem os seus resultados mais tarde. Como por exemplo, a escolha do algoritmo e da representação do conhecimento no sistema especialista. Entretanto, os autores destacam que para entender de forma profunda do negócio é necessário muito esforço e dedicação nas fases iniciais do projeto.

## ANÁLISE COMPARATIVA DOS TRABALHOS APRESENTADOS

Com o objetivo de destacar a contribuição de cada trabalho relacionado à mineração de dados, apresentados nas seções anteriores, a Tabela 1 esquematiza um comparativo entre os mesmos. Neste sentido, destacam-se as seguintes características: a diversidade das bases de dados, os algoritmos e ferramentas utilizadas, o processo que foi seguido para a aplicação das técnicas e o ano de realização ou publicação de cada trabalho.

Título do Trabalho	Local de Aplicação da Mineração de Dados	Base de Dados	Algoritmo	Ferramenta	Padrão ou Processo	Tipo da Publicação - Ano
Mineração de dados em <i>Help Desk</i> usando <i>Rattle</i> – O caso Petrobrás	Petrobrás	<i>Help Desk</i>	Regras de Associação – Algoritmo <i>Apriori</i>	<i>Rattle</i>	KDD	Dissertação - 2007
Mineração de dados em Comércio Varejista para Diminuição dos Níveis de Estoque	Comércio Varejista	Estoque	Árvore de Decisão e Algoritmos de Séries Temporais	--	CRISP-DM	Dissertação e Artigo - 2009
Aplicação da mineração de dados para Geração de Conhecimento: Um	--	Pedidos de Cartão de Crédito	Árvore de Decisão (J48)	<i>Weka</i>	KDD	Artigo - 2009

Título do Trabalho	Local de Aplicação da Mineração de Dados	Base de Dados	Algoritmo	Ferramenta	Padrão ou Processo	Tipo da Publicação - Ano
experimento Prático						
Uma metodologia de pesquisa de redução do espaço para mineração de dados em grandes bases de dados	Multinacional Latino Americana	Múltiplas bases de dados com informações de clientes	Algoritmos de Agrupamento e Seleção	<i>The Miner</i>	--	Artigo - 2009
Cooperação entre o conhecimento do especialista do negócio e o conhecimento descoberto na mineração de dados: Lições Aprendidas.	Escola de Fisioterapia e Centro de Pesquisa de Esportes e Ciências	Diagnóstico do médico	Algoritmos de Séries Temporais	--	KDD	Artigo - 2012

**Tabela 4 – Comparação das características entre os trabalhos relacionados**

Em todas as pesquisas apresentadas, a consistência dos dados se mostrou fundamental para a viabilidade da técnica de mineração. Entretanto, o processo de tratamento dos dados que consiste em: eliminar dados incompletos, inconsistentes ou com erros de digitação, ajustes em campos semelhantes que têm o mesmo significado, entre outros, mostrou-se a etapa mais trabalhosa, segundo a maioria dos autores.

Em adição a isto, foi possível verificar que pode ser interessante aplicar outras técnicas como as estatísticas, por exemplo, antes da aplicação da mineração de dados. Com o objetivo de reduzir o número de registros da base, o resultado para Morales e Erazo (2009) foi uma considerável redução de tempo de resposta de processamento. Já Correa (2007) utilizou a estatística para realizar análises iniciais dos dados, o que também foi interessante e trouxe resultados importantes para empresa.

A participação dos especialistas do negócio se mostra essencial, principalmente, em dois momentos do processo: no início, quando é necessário definir quais as necessidades e objetivo da mineração e,

no final, na interpretação dos padrões encontrados como válidos ou não. Entretanto, Alonso et al (2012) garantem que esta participação pode ocorrer durante todo o processo KDD, trazendo resultados melhores, com a condição de que a participação do especialista humano seja efetiva e não se transforme em um gargalo no processo.

Devido à diversidade de técnicas e processos percebidos nos estudos, acrescenta-se à análise o fato que as estratégias a serem utilizadas dependem dos objetivos, das necessidades da empresa e das características da base de dados. Por exemplo, no caso de bases de controle de estoques, quando o objetivo é prever qual o nível de estoque mais adequado para os próximos meses, o algoritmo mais adequado é o de séries temporais.

Entretanto, quando a base de dados possui atributos, em sua maioria, categóricos e não numéricos, é adequado utilizar regras de classificação e árvores de decisão, porque os atributos, nesta última, serão os nós da árvore.

Finalizando o comparativo, pode-se afirmar que todo o processo é facilitado com a utilização de ferramentas de mineração de dados. Estas proporcionam identificar novas regras, padrões e tendências, o que, manualmente, poderia demandar muito tempo. Esta demora poderia comprometer o processo de tomada de decisão, pois quando finalmente as informações chegassem às mãos dos gestores, essas já poderiam estar defasadas devido às mudanças dinâmicas do mercado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo trouxe exemplos reais de projetos de desenvolvimento da mineração de dados e foram destacadas características comuns quais sejam: a realização de ajustes nos dados para garantir a consistência e viabilizar a mineração, a participação essencial dos especialistas do negócio, a seleção da técnica e algoritmo que dependem da necessidade da empresa e das particularidades da base de dados. Estas boas práticas contribuíram para que os seus resultados fossem satisfatórios, podem ser aplicadas em qualquer tipo de projeto de mineração de dados e podem servir como um guia inicial.

A mineração de dados é uma atividade complexa e exige conhecimento técnico em banco de dados, inteligência artificial e também conhecimento do negócio para possibilitar a escolha das ferramentas e dos algoritmos. Constatou-se que a ação do especialista do negócio pode auxiliar nestas escolhas, validando os resultados parciais a cada fase.

Entretanto, mesmo sendo possível buscar exemplos da experiência alheia, cada organização deve criar seu modelo, pois cada contexto tem as suas peculiaridades. De acordo com as características da base



de dados e com o objetivo da mineração de dados é selecionado o algoritmo. Se for utilizada uma ferramenta já disponível no mercado ou se esta será desenvolvida depende do prazo definido e se as existentes atendem às necessidades.

O fato é que a mineração de dados para a descoberta de conhecimento pode ser uma importante estratégia para as empresas na busca da melhoria na relação com o cliente e do seu espaço no mercado. Esta busca está diretamente relacionada com a sustentabilidade de uma organização, que busca a satisfação dos clientes, a melhoria das suas relações comerciais e, conseqüentemente, o aumento da sua lucratividade.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, F.; MARTÍNEZ, L.; PÉREZ, A. & VALENTE, J. P. *Cooperation between expert knowledge and data mining discovered knowledge: Lessons learned*. Expert Systems with Applications. Vol. 39, ed. 8, p. 7524-7535, 2012.

AZARIAS P.; MATOS, S. N. & SCANDELARI, L.. *Aplicação da mineração de dados para a Geração do Conhecimento: um experimento prático*. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5, 2009, Niterói. Anais... Rio de Janeiro: USP, 2009. p. 102-119.

CARDOSO, O. N. P & MACHADO, R. T. M. *Gestão do conhecimento usando data mining: estudo de caso na Universidade Federal de Lavras*. Disponível

em: <[www.scielo.br/pdf/rap/v42n3/a04v42n3.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rap/v42n3/a04v42n3.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2011.

CORREA, U. *Mineração de dados de Help Desk Usando Rattle – O Caso Petrobrás*. 2007. 105 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração e Economia - Mestrado) – Faculdades Integradas Ibmec, Rio de Janeiro, 2007.

GOLDSCHMIDT, R. R. *Tópicos Especiais em Inteligência Computacional*. Instituto Superior de Tecnologia do Rio de Janeiro – Série Livros Didáticos Digitais Informática para todos. Rio de Janeiro: IST – Rio, 2011.

JAVA – Linguagem de Programação Java. Disponível

em: <[http://www.java.com/pt\\_BR/download/index.jsp](http://www.java.com/pt_BR/download/index.jsp)>. Acesso em: 20 nov. 2011.

MORALES, A. K. & ERAZO, F. R. *A search space reduction methodology for data mining in large databases*. Engineering Applications of Artificial Intelligence. Vol. 22, ed. 1, p. 57-65, 2009.

NUNES, D. J. V & JUNIOR, G. G. P. *Otimização dos níveis de estoque usando ferramentas de mineração de dados*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29ª Edição, 2009. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_096\\_654\\_14157.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_096_654_14157.pdf). Acesso em: 08 jul. 2011

SANTOS, M. F & AZEVEDO, C. *Data Mining – Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados*. Lisboa: Editora de Informática, 2005.

SANTOS, A. R. *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. 4 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

SFERRA, H. H; CORREA, A. M. C. J. *Data Mining Concepts and Applications*. Disponível

em: <[www.unifra.br/professores/eduardo/Artigo%208.pdf](http://www.unifra.br/professores/eduardo/Artigo%208.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2011.

WEKA – The University of Waikato: Software. Disponível

em: <<http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

# Capítulo 13

## ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA E SUAS FERRAMENTAS EM UMA FÁBRICA DE AUTOMÓVEIS SITUADA EM GRAVATAÍ-RS

[10.37423/200200202](#)

*Eduardo Bezerra dos Santos (CESUPA) [eduardosnts13@gmail.com](mailto:eduardosnts13@gmail.com)*

*Pedro Henrique Bueno Meirelles De Azevedo (CESUPA) [pedrobma@hotmail.com](mailto:pedrobma@hotmail.com)*

*Rafael Piqueira Andrade Fiuza de Mello (CESUPA) [rafael.fiuza@hotmail.com](mailto:rafael.fiuza@hotmail.com)*

*Luiz Rafael Thomaz Araujo (CESUPA) [rafael.araujo\\_@hotmail.com](mailto:rafael.araujo_@hotmail.com)*

*Bruno Henrique Holanda Pessoa (CESUPA) [bruninhuhp@hotmail.com](mailto:bruninhuhp@hotmail.com)*

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo apresentar uma abordagem sobre a produção enxuta, enfatizando o caso de uma fábrica de automóveis X localizada em Gravataí-RS, identificando primeiramente o contexto histórico e a necessidade de criação do sistema, explanando também as principais ferramentas do sistema, suas aplicações, os benefícios e as vantagens competitivas da produção enxuta aplicada. Diante do cenário mercadológico global presente, é importante salientar que há uma necessidade, cada vez mais elevada, de atender às necessidades dos clientes oferecendo o produto a um preço justo. A produção enxuta visa esses aspectos, na medida em que a única forma de manter a qualidade de um processo, ou produto, reduzindo os preços, é reduzindo também os custos e eliminando os desperdícios.

Assim identificou-se a importância de analisar um caso de sucesso dentro do âmbito nacional, para proporcionar incentivo e base a outras empresas que queiram aderir a esse sistema de produção. Por fim identificou-se que, apesar de adotar o sistema de produção enxuta, a empresa X abordada, ainda tem muitas possibilidades de melhoria, visto que a mesma ainda pode incluir em seu processo outras ferramentas presentes no sistema.

**Palavras-chaves:** Produção Enxuta, custo, preço, desperdícios, qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente com a globalização, os consumidores estão cada vez mais exigentes, visto que existe uma maior competitividade no mercado, em virtude disto é necessário oferecer diferenças em relação aos concorrentes. Um deles é a prática do menor preço, sem perder a qualidade do produto. Diante disso as empresas devem buscar a otimização de seus recursos e processos para alcançar a redução de custos de produção, por exemplo.

O princípio do sistema de produção enxuta defende a eliminação de qualquer tipo de perda presente na produção, melhorando o fluxo do processo e obtendo lucro sem ser necessário alterar o preço do produto final. (SHINGO, 1996)

As organizações utilizam metodologias de gestão que auxiliam o controle e ao mesmo tempo correspondam suas expectativas em relação aos resultados. No ramo da indústria automobilística não é diferente, é necessário uma gestão eficaz no setor de produção para atender a demanda do mercado sem comprometer o produto final e nem o retorno econômico financeiro esperado.

O sistema Toyota de produção surgiu no Japão por volta dos anos 1945. Foi criado pelo fundador da Toyota, Toyoda Sakichi, seu filho, Toyoda Kiichiro, e pelo engenheiro Taiichi Ohno. Ultimamente sendo reconhecido como o sistema de produção enxuta, é um modelo de gerenciamento que busca aperfeiçoar seus processos, atendendo às necessidades dos clientes. Ele procura alinhar um produto de ótima qualidade ao menor custo possível, ou seja, aumentar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios.

Com o desenvolvimento do artigo, mostraremos como se iniciou o lean manufacturing, suas principais características e ferramentas, esclarecendo cada uma delas. Será explicado que não basta aplicar as ferramentas, inicialmente devem ser eliminados os desperdícios, procurando uma estabilidade na organização, para então implantar as ferramentas que mais se adequam às necessidades da companhia. Outra explanação será como a produção enxuta funciona nas organizações.

Uma das empresas visitadas e que será abordada encontra-se em Gravataí-RS, ora denominada como empresa X por questões éticas, a qual instalou-se no Brasil no dia 26 de janeiro de 1925, montando veículos em galpões que, na época, eram alugados, localizando-se no Bairro do Ipiranga na capital paulista. Em visita ao complexo de Gravataí, durante um projeto universitário, visualizou-se que a

indústria segue o sistema de produção enxuta, fazendo suas devidas adaptações de acordo com suas necessidades.

Com o disposto acima, o objetivo desse estudo é mostrar a eficiência da implantação do STP dentro da indústria automobilística, assim como a proposta de novos desafios para que esse sistema dê ainda melhores resultados para a empresa estudada.

## 2. O SISTEMA TOYOTA E A PRODUÇÃO ENXUTA

Após a segunda guerra mundial, a indústria japonesa se encontrava em baixa produtividade e com escassez de recursos, diante da conjuntura da época, o fundador da Toyota, seu filho e o engenheiro Taiichi Ohno, criaram um método que visava aumentar a eficiência da produção pela eliminação de desperdícios, como a diminuição de estoques, objetivando produzir de acordo com a demanda. Assim surge o Sistema de Produção Enxuta, um sistema de manufatura que visa melhorias como a qualidade da produção, a flexibilidade dos processos, redução de desperdícios e aumento da capacidade produtiva.

Frente à competitividade do mercado, o preço se torna uma variável manipulada pelos consumidores, sendo assim, as empresas necessitam criar meios alternativos para obter seus lucros. A otimização dos recursos junto à satisfação do cliente, é algo que se torna necessário, pois os produtos devem ser entregues dentro do prazo estabelecido e sem perder sua qualidade.

A Produção Enxuta apresenta como base a redução dos sete desperdícios. Tais desperdícios são classificados por Shingo (1996) como: superprodução, tempo de espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimentação e defeitos. Estes desperdícios geram apenas mais custo e tempo dentro do processo produtivo, ou seja, não agregam valor algum ao produto e por isso devem ser evitados. Para o melhor entendimento, os mesmos serão explanados a seguir.

a) Superprodução: este desperdício ocorre quando é produzido mais do que o necessário causando uma oferta de produtos maior que a demanda ou gerando um estoque muito grande a partir desta superprodução. É considerado o maior desperdício dentro das organizações.

b) Tempo de espera: tempo perdido pelo fato de pessoas, equipamentos ou materiais não estarem prontos para seguirem para a próxima etapa do processo e está já estar na espera destas variáveis causando um tempo de espera no processo produtivo.

c) Transporte: o desperdício associado ao transporte acontece toda vez em que um material é transportado para um local em que não seja o destino final do mesmo. Sendo assim, futuramente este material deverá ser transportado novamente, ocorrendo um desperdício que poderia ser evitado.

d) Processamento Desnecessário: este desperdício acontece pelo fato de processos que acontecem e poderiam ser facilmente descartados da linha de produção, sendo que isso não afetaria em nada na qualidade e custo do produto final, portanto, torna-se desnecessário dentro da produção.

e) Estoque: possuir uma quantidade maior que a necessária de recursos ou produtos semi ou já acabados acaba gerando um estoque. Além de somar um custo a mais para a empresa, possuir estoque é trabalhar com capital parado e isto não é nada bom para qualquer organização. No entanto, o estoque torna-se um mal necessário para a maioria das indústrias. Sendo assim, o ideal é trabalhar com o mínimo de estoque possível.

f) Movimentação: este desperdício está presente no momento em que colaboradores precisam se deslocar na empresa e isto não agrega valor ao produto. Na maioria das vezes, este desperdício é causado por um layout mal planejado.

g) Defeito: desperdício associado a defeitos é causado por alguma falha, sendo de responsabilidade de colaboradores ou mesmo o maquinário, que ocorre durante o processo produtivo. Na maioria das vezes, estes produtos são destinados a um local específico onde passarão por um retrabalho, gerando custos a mais para a empresa.

### 3. FERRAMENTAS DO SISTEMA

A produção enxuta visa produzir somente aquilo que o cliente solicita com a simplificação de processos e a máxima eliminação de desperdícios.

De acordo com Katayama e Bennet (1999) quando uma empresa pensa em adotar a filosofia enxuta, o objetivo principal deve ser a adoção de uma estratégia que a permita reduzir os custos e ganhar participação no mercado.

Portanto, para que este modelo de gestão alcance seu sucesso e se destaque no mercado competitivo mundial e preciso adotar suas principais técnicas e ferramentas, sendo elas o mapeamento do fluxo de valores, kanban, just-in-time (JIT), poka-yoke e troca rápida de ferramentas. Para tal, apresenta-se aqui cada uma delas com seus conceitos fundamentais.

## 3.1 JUST IN TIME (JIT) E O SISTEMA KANBAN

O Just in Time é um sistema que auxilia a administração dos recursos necessários na produção, tendo como finalidade a continuidade do processo, sem haver produtos com defeitos, ou seja, a qualidade do mesmo. Para atender esses objetivos, o sistema segue o pensamento de buscar a eliminação dos estoques, não só os de produtos acabados como também os intermediários, ou seja, procura ser um processo que atende somente à demanda. Isso possibilita a visibilidade dos problemas ocultos gerados pela alta quantidade de estoque. (LIKER, 2005)

Maximiano (1997) defende que o método Just in Time procura reduzir ao mínimo o tempo de fabricação. O princípio, estabelecer um fluxo contínuo de materiais, sincronizado com a programação do processo produtivo, minimizando a necessidades de estoques.

Para o sucesso funcional do JIT há alguns elementos que são de fundamental importância e dão apoio para a execução do sistema. Um elemento muito importante presente no JIT é o layout da fábrica, pois permite que haja pequenos estoques no chão de fábrica e não no almoxarifado, esses estoques são o suficiente para manter as operações produtivas por um tempo não prolongado. O layout é a disposição das células produtivas que são colocadas seguindo uma sequência estabelecida para manter o fluxo produtivo.

Possuir colaboradores multifuncionais é outro elemento que dá suporte ao just in time. Esse sistema requer que os colaboradores possuam habilidades de maior amplitude que as tradicionais, sendo assim eles devem se especializar não apenas nas suas obrigações cotidianas, mas também em outras operações, como a manutenção diária das máquinas.

Martins e Laugeni (2005) defendem que nesse esquema produtivo não há lugar para o preparador de máquinas, pois esse trabalho deverá ser feito pelo próprio operador, que deverá estar preparado para efetuar as manutenções de rotina e também pequenos reparos na máquina.

O Kanban, segundo Tubino (2007), é o sistema que operacionaliza a programação puxada. Ou seja, é um sistema visual de informações que serve exclusivamente para controlar as funções do JIT. O Sistema Kanban foi criado nos anos 1960 por Taiichi Ohno. Ele funciona com cartões ou etiquetas que indicam o que deve ser reabastecido, ou seja, quando surge à necessidade de material há uma reposição imediata do mesmo. Sendo assim, não há estoques intermediários.



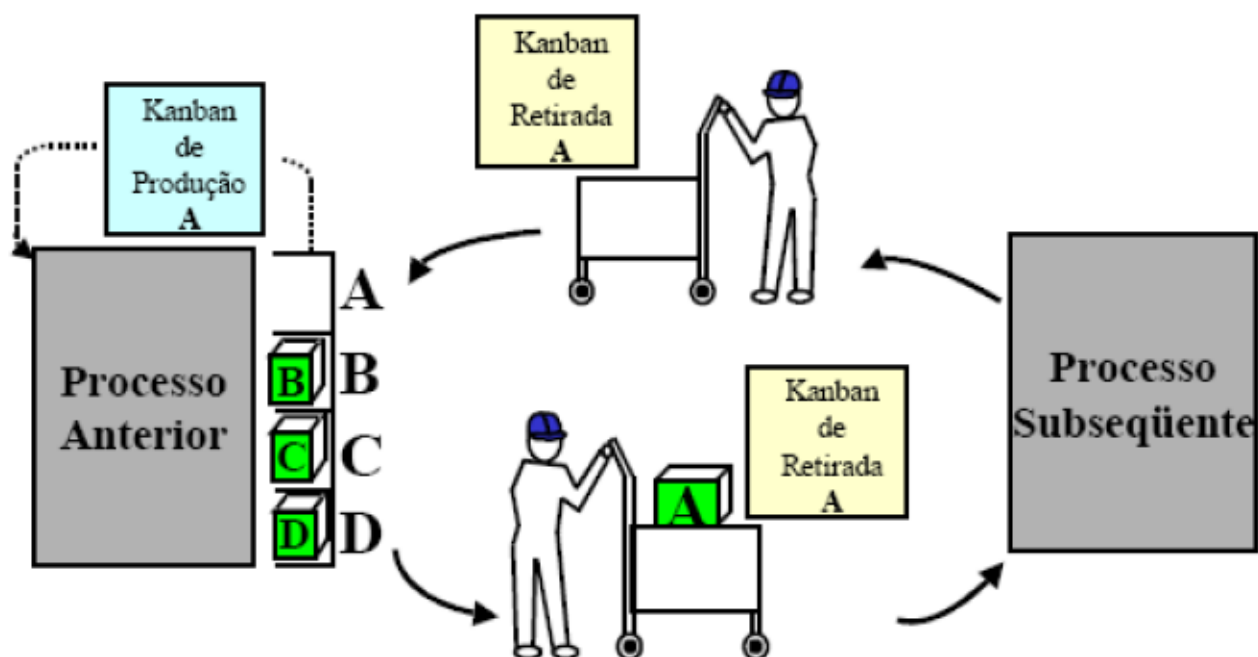
A produção Puxada tem seu significado baseado na concepção de que o cliente “puxa” a produção, ou seja, a produção está amarrada aos desejos dos clientes. Neste pilar da produção enxuta, um processo produtivo puxa o outro, logo, os processos são acionados apenas quando forem solicitados, evitando que haja um excesso de produção, formação de estoque, produção empurrada, e por fim a outros desperdícios relevantes.

A atuação da produção puxada acontece em conjunto com o Kanban, o qual busca a pronta transmissão dos consumos e componentes, bem como a reação a um sinal de “puxar”. Deve-se buscar o meio de transmissão de informações que mais se adapte aos processos em questão.

Dessa forma, sincroniza a produção, uma vez que não permite a produção de um lote de peças sem que outro lote já tenha sido consumido por um processo subsequente, conferindo ritmo constante à linha de produção.

De acordo com Tubino (2007, p. 142):

Em um sistema puxado, os cartões Kanban têm a função, conforme a finalidade para que se destinam, de substituírem as ordens de produção, de montagem, de compra ou de movimentação. Em cada uma dessas situações há necessidade de colocar as informações indispensáveis específicas para a produção, montagem, movimentação ou compra dos itens a que se destinam.



Fonte: Guinato (2000)

Figura 1– Sistema Kanban: Produção Puxada.

## 3.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALORES

Como o próprio nome sugere, esta ferramenta mapeia e controla a movimentação dos investimentos que agregam valor ou não ao produto. De acordo com Luz & Buiar (2004), Mapear o Fluxo de Valor (MFV) é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informações inerentes ao produto, abrangendo desde os setores internos da empresa até outras unidades produtivas.

Todo mapeamento é feito e analisado de forma a ter conhecimento sobre o lead time, estoque de material e processos que agregam valor. O mapeamento começa desde a escolha da matéria-prima, passa por todo o processo produtivo e termina no produto finalizado. Sendo assim, o MFV permite que toda a mão-de-obra encarregada da produção de um dado produto tenha acesso às informações e aos materiais ao longo da sequência de produção.

O MFV sistematiza informações sobre a demanda dos clientes, o fornecimento de matériaprima, os processos produtivos, os tempos de ciclos, o setup das máquinas, os estoques e o número de operadores. Baseando-se nessas informações, desenha-se um mapa que esquematiza a organização da produção e o estado atual do fluxo de valor, norteados a gerência desses fluxos.

Esta ferramenta oferece uma visão geral do processo, pois prioriza um olhar mais abrangente, facilitando a comunicação interna entre os setores visando o atendimento do cliente, conseqüentemente, tendo como referência as necessidades dos clientes finais (demanda e prazo de entrega), aplicam-se os conceitos e métodos da produção enxuta para propor melhorias nos fluxos de produção.

## 3.3 POKA YOKE

O termo Poka Yoke significa “a prova de erros”. Sendo assim, o próprio significado já introduz em relação a função desta ferramenta. O Poka Yoke é um dispositivo a prova de erros e que funciona com o intuito de evitar falhas dentro do processo produtivo.

Quando detectada alguma falha durante o processo produtivo, a ferramenta japonesa trabalha visando a correção imediata diante das suas funções de regulação, sendo elas: método de controle e método de advertência que são explicadas a seguir.

a) Método de controle: O Poka Yoke, quando ativado, faz com que a máquina ou linha de processo pare no sentido de que o problema seja resolvido imediatamente. Este método é considerado o mais eficiente pois obriga o colaborador responsável a verificar o erro ocorrido, caso contrário, o processo permanecerá paralisado.

b) Método de advertência: O Poka Yoke ao ser ativado faz com que algum sinal seja emitido, como um alarme ou uma luz, visando alertar o colaborador. Já neste método, a máquina ou linha de processo continua em andamento, gerando defeito, até que algum trabalhador se manifeste.

## 4. METODOLOGIA

Este artigo foi desenvolvido a partir da abordagem de uma empresa X localizada em Gravataí – RS, cujo nome da mesma, como já explicado, não será revelado por motivos de ética profissional e preservação da mesma.

Sendo assim e a partir de pesquisas de campo, proporcionadas pelo Projeto Sócrates 2010, onde houve a oportunidade de se fazer uma visita técnica na área referente ao processo produtivo da empresa e seguido de uma entrevista, em particular, com os diretores e gestores da mesma, proporcionou um maior auxílio na compreensão dos melhores métodos da produção enxuta e práticas de gestão moldados de acordo com as necessidades da empresa abordada. Desta forma, notou-se a real influência de como o sistema e as ferramentas que dão suporte ao fluxo de produção interferem frente à competitividade do mercado. Outro suporte para o desenvolvimento deste foram as pesquisas bibliográficas, que deram apoio para expandir o embasamento teórico apresentado.

Deste modo, de acordo com a abordagem, o presente classificasse como qualitativo uma vez que, para a elaboração do mesmo, não foi necessário o uso de métodos estatísticos.

Lakatos (2000) divide os tipos de pesquisa em dois critérios, quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins esse estudo classifica-se como explicativa. Essa denominação se dá, pois o estudo torna a aplicação do STP em uma indústria automobilística, algo inteligível, ou seja, de fácil compreensão além de mostrar o porquê do sucesso.

Quanto aos meios, a presente pesquisa é denominada como de campo, bibliográfica e estudo de caso.

## 5. EMPRESA X

A empresa abordada atua no ramo automobilístico e é mantida como a segunda maior montadora de carros do mundo, é uma empresa multinacional com sede em Detroit nos Estados Unidos. O Brasil foi um dos destinos, que recebeu alto investimento, e hoje a empresa já atua no país há 85 anos.

No território nacional, a empresa atua com três complexos industriais na produção de veículos, localizados em São Caetano do Sul, São José dos Campos, ambos localizados no estado de São Paulo e contando com um terceiro na cidade de Gravataí (RS). Além disto, a empresa ainda conta com um complexo industrial na fabricação de componentes estampados e peças, centros de distribuição e um campo de provas. Em todas estas atividades, a empresa consegue gerar em torno de 21.000 empregos diretos.

No ano de 2009, a empresa registrou um novo recorde de vendas no mercado interno, apresentando números precisos que mostravam 595.536 unidades vendidas. Os resultados alcançados consolidam ainda mais a importância da subsidiária brasileira, que hoje já é destaque como a terceira maior operação do grupo no mundo, atrás apenas de Estados Unidos e China. Para ratificar a o comprometimento para com o país, foi anunciando um plano de investimento de R\$ 5 bilhões que deverá ser investido no Brasil em 2012.

Diante de tudo isto, a empresa X no Brasil ainda trabalha com programas voltados para a área social através do instituto da empresa, que cria projetos de cunho educacional e filantrópico, e parcerias com ONGs, apoiando projetos que levam educação, saúde e segurança para as comunidades em que a empresa está instalada. Em relação ao meio ambiente e toda a problemática enfrentada com os impactos ambientais, a mesma compromete-se com uma série de ações, entre elas, a redução de poluentes através de uma conservação de recursos e reciclagem de materiais e a uma busca cada vez maior por tecnologias que amenizem a emissão destes poluentes.

### 5.1 LEAN MANUFACTURING E A EMPRESA X

Em visita a empresa X foi possível observar que a mesma adotou a filosofia do Lean Manufacturing, visando primeiramente eliminar os desperdícios e fazendo as adequações necessárias para superar as necessidades da produção. Uma das ferramentas utilizadas pela empresa é o Just in Time, onde a

empresa possui a maioria de seus fornecedores ao redor do complexo industrial, isso permite que haja uma produção simultânea com as fábricas ao lado, sendo assim não há atraso na entrega das mercadorias uma vez que a logística da empresa é facilitada.

Visando a melhora do lead time, ou seja, do tempo decorrido entre o início e o término de uma atividade, a empresa adotou o chamado doors off, que se diz respeito a retirada das portas dos carros para ganhar velocidade no processo. A retirada das portas possibilita que os operadores possam se deslocar com maior conforto quando for necessário operar na parte interna do veículo.

O sistema Kanban, que funciona como elemento do JIT e também utilizado na empresa, trabalha através de quadros e painéis que tem como objetivo dar ordem na produção. Estes painéis eletrônicos alertam uma série de fatores como a produção do dia anterior, a velocidade e ritmo da produção, mostrando o quanto já foi produzido e o restante necessário para que se atinja a meta diária do processo produtivo.

Outra prática do sistema é observada como medida de prevenção na linha de processo, onde tocam músicas, no sentido de chamar a atenção do colaborador responsável, pois alguma peça ou equipamento, informado por códigos no painel, apresenta-se em pequena quantidade e é necessária uma reposição dos itens.

Uma inovação percebida na empresa X foi a tecnologia utilizada em pequenos carros que possuíam movimentação independente. Quando necessário o trabalhador acionava o responsável pela colocação das cargas no carro. Após colocar as peças no compartimento do robô ele era ativado, e lendo uma faixa branca que delimitava seu caminho, seguia em direção a célula de produção indicada.

No complexo industrial de Gravataí, também se notou o chamado Minome. Esse local era reservado para células que ficavam fora da linha de produção, neste eram produzidas peças que posteriormente seriam introduzidas na montagem dos carros. Essa atitude visa manter a velocidade no fluxo de produção nas seções de montagem, pois ao invés de produzir as peças na hora da montagem elas já iriam pré-montadas, sendo assim os colaboradores apenas encaixaram-nas no local apropriado, diminuindo assim a quantidade de trabalho.

Possuir colaboradores multifuncionais é outro fator que dá suporte para o sucesso do sistema Just in Time. Esse fator foi notado na empresa, cada seção possui de cinco a seis colaboradores. Cada trabalhador, além das informações de suas funções específicas do cotidiano, tinha conhecimento

necessário para substituir algum operador de seu grupo, caso este falte. Isso é importante, pois permite que os colaboradores tenham uma maior interação em grupo e motivação para alcançar suas metas diárias.

Uma vantagem do complexo industrial de Gravataí é que o mesmo foi construído em formato da letra T. Isso permite que o prédio possa se expandir sem ser necessário parar a produção. Uma das melhoras que esse fator possibilita é a diminuição do setup, ou seja, o tempo em que a produção deve ser interrompida para que seja feita manutenção das máquinas, limpeza, ampliação da planta do prédio, entre outros. Além de promover a agilidade no fluxo de produção e no recebimento de mercadorias.

O layout industrial foi desenvolvido visando integração das máquinas e das células produtivas, interação do espaço, mínima distância entre as operações, flexibilidade, fluxo de trabalho, satisfação, tanto dos colaboradores quanto dos clientes, e segurança no local de trabalho.

Apesar de não ser o foco principal deste artigo, vale ressaltar que a empresa X possui uma transmissão de dados, os paperless, isso provém de progressos no CAE, que é a engenharia auxiliada por computadores. Esses progressos trazem melhorias em fatores como a flexibilidade, confiabilidade, velocidade, qualidade e tempo de execução, dessa forma a empresa ganha competitividade no mercado e maior produtividade.

Outro ponto importante a ser comentado é a utilização do controle do sistema 6-sigma para verificação da qualidade de seus produtos. O controle de qualidade funcionava em todos os postos, principalmente no final da produção, onde os veículos passavam por uma série de avaliações que visavam fatores como infiltrações, pneus, travas, teste de velocidade, vidros, entre outros. Após as verificações os veículos passavam por etiquetas e marcações.

Todos esses fatores, que atuam interdependentemente, contribuem para uma produção diária de 3.000 carros, com uma média de 120 un/h.

## 6. CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento deste artigo, é possível constatar, que diante de toda a conjuntura mercadológica global, de concorrência acirrada entre as empresas e busca intensa pela melhoria contínua, a produção enxuta atua de maneira plena como meio para alcançar menores custos sem o comprometimento da qualidade do produto. Este é o objetivo da maioria das grandes organizações

uma vez que, a partir disto, torna-se possível apresentar um produto final com preço reduzido e aumentar a margem de lucro.

Ao longo de décadas o STP vem justificando todo o investimento que as empresas fazem ao apostar neste sistema. Os resultados são surpreendentes, e em contato com diversos responsáveis pelo setor de produção da empresa abordada, fica comprovada a eficiência do sistema e o quão isto é importante para a mesma.

No entanto, é notório o fato de que a empresa ainda apresenta grande capacidade de desenvolvimento visto que algumas ferramentas do STP, que foram abordadas neste artigo como a troca rápida de ferramentas e o Poka Yoke, ainda não são utilizadas pela empresa. Sendo assim, é extremamente viável a capacidade de aprofundar ainda mais a filosofia da produção enxuta na empresa e obter resultados ainda mais expressivos.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. JR., J.A., ET. AL. Sistemas de Produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GUINATO, P. Publicado como 2º cap. do livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Ed: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit da UFPE, Recife, 2000.

LIKER, J. K. O modelo Toyota : 14 princípios de gestão do maior fabricante do Mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARCELINO, H. P. & WEISS, J. M. G.. Melhoria de processos por meio do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso. ENEGEP 2008.

MARTINS, P. G. & LAUGENI, F. Administração da Produção 2. ed. Ver., aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2005

OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Ed: Bookman. Porto Alegre, 1996.

SILVA, A. M., ARAUJO, A. C. & GOMES, M. L. B. Avaliação das práticas de produção enxuta numa empresa de produtos farmacêuticos. ENEGEP 2009.

SLACK, N. Administração da produção. 2.ed. -9.reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo, Atlas S.A, 2007.

SYRIO, F. R. & ALVES, J. M. Proposta de um método para priorização de projetos Kaizen na implementação do lean manufacturing: aplicação na indústria aeronáutica. ENEGEP 2008.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática. São Paulo : Atlas, 2007.

VERGARA, S. C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.



# Capítulo 14

## A PROBLEMÁTICA DA APLICAÇÃO DAS NORMAS DA QUALIDADE DE CLASSIFICAÇÃO DE FEIJÃO NO BRASIL

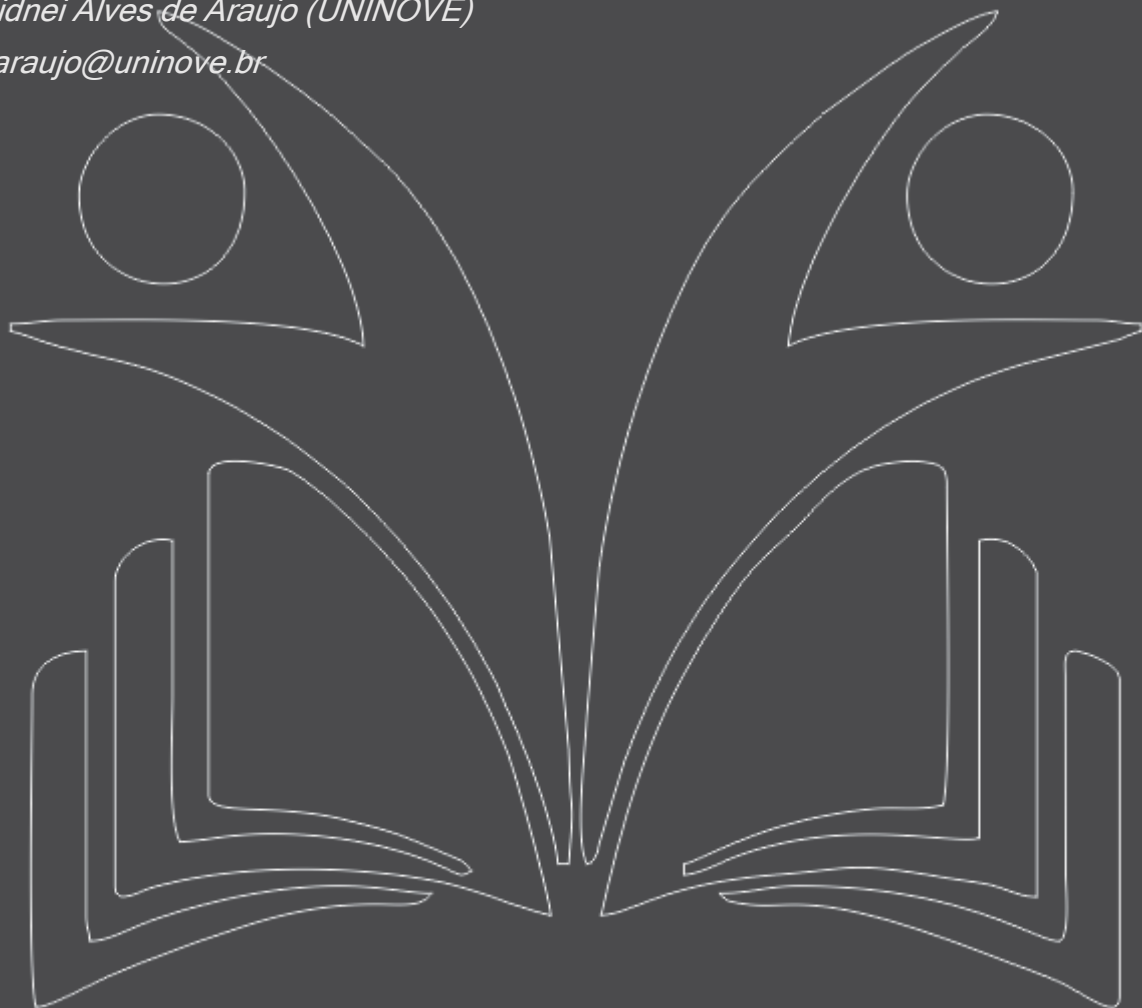
[10.37423/200200204](#)

*Alexandre Cezar Pires (UNINOVE)*

*kennedy\_xandy@yahoo.com.br*

*Sidnei Alves de Araujo (UNINOVE)*

*saraujo@uninove.br*



## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é uma das principais fontes de energia e de proteínas e representa, junto com o arroz, a base de a dieta alimentar do povo brasileiro (ARAUJO, 2004). A importância da classificação pelo tamanho e cor das sementes durante a inspeção visual se faz necessário para o processo de qualidade e classificação quanto ao tipo de produto, porém inúmeros fatores interferem neste processo de seleção, uma vez que, são encontrados diversos defeitos durante a colheita e armazenamento do produto.

A qualidade do feijão consumido no Brasil segue um conjunto de normas e procedimentos do Ministério da Agricultura que são utilizadas para o enquadramento do produto em Grupo, Classe e Tipo. O Grupo refere-se à espécie botânica, podendo o feijão ser enquadrado no Grupo I quando pertencente à espécie *Phaseolus vulgaris* (L) (carioca), ou no Grupo II (Feijão-de-corda) quando pertencente à espécie *Vigna unguiculata* (L). A Classe identifica o feijão de acordo com a coloração da película (Preto, Branco, Cores ou Misturado), independente do Grupo. Já o Tipo está relacionado às características qualitativas do produto, sendo definido de acordo com os limites máximos de tolerância de defeitos encontrados na amostra. Os principais defeitos são: ardidos, mofados e carunchados (ARAUJO NETO, 2004 e FUGITA, 1999).

Basicamente, a classificação do feijão é feita de forma manual e consiste em extrair uma amostra de no mínimo 250g de um lote de feijão, separar as matérias estranhas e impurezas, utilizando uma peneira de crivos circulares de 5 mm de diâmetro e fazer uma inspeção visual da amostra, depois de extraídas as matérias estranhas e impurezas, para determinação de Grupo, Classe e Tipo.

Cabe ressaltar que todo este processo deve ser feito com base nos procedimentos operacionais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011a). Entre os principais problemas associados aos processos de inspeção manual da qualidade de produtos, como é o caso do feijão, estão o alto custo do processo e a dificuldade de padronização dos resultados (KILIÇ et al., 2007).

## 2. HISTÓRICO DO FEIJÃO E O INÍCIO DA NORMALIZAÇÃO NO BRASIL

A necessidade deste rico grão que compõe a alimentação do brasileiro faz com que o Brasil lidere o ranking de o maior produtor mundial de feijão com uma produção média anual de 3,5 milhões de toneladas (MAPA, 2011b). Geralmente o feijão é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores em todas as regiões, sendo os maiores produtores os estados Paraná e Minas Gerais, cujas produções somadas totalizam 512 mil toneladas no ano de 2010 (CONAB, 2011).

Neste contexto de liderança como o maior produtor e para manter sua posição no mercado internacional, a partir da década de 70, o Brasil viu a necessidade de criar uma normalização dos padrões de classificação das sementes de feijão para atender os mercados interno e o externo. Em 15 de dezembro de 1975, foi assinada a Lei nº 6.305, substituída pelo Decreto nº 93.563 em 11 de novembro de 1986 e atualmente sendo complementada pela Instrução Normativa de nº 12 vigente, de 28 de março de 2008 e pela Instrução Normativa nº 56 vigente, de 24 de novembro de 2009, que regem de forma padronizada todo o processo de classificação do feijão na questão de grupo, classe e tipo.

## 3. GRUPOS, CLASSES E DEFEITOS DO FEIJÃO

### 3.1 GRUPOS

Segundo a norma, os feijões são agrupados de acordo com sua espécie botânica. Há dois grandes grupos, a espécie *phaseolus vulgaris* (L), conhecido com feijão carioca, comum e cultivado em todo território brasileiro, exemplo visto na figura 1 e representando o grupo I e a espécie *Vigna unguiculata* (L) walp, conhecido por alguns nomes como feijão de corda (figura 2), feijão macaçar e caupi , representando o grupo II.



Figura 1 – Exemplo de feijão carioca comum da espécie *phaseolus vulgaris* (L).



Figura 2 – Exemplo de feijão de corda da espécie *Vigna unguiculata* (L).

Há outras espécies como a *Cajanus cajan*, conhecida como feijão-guandu ou andu, que é predominante na região nordeste, principalmente em sua variedade arbórea. Contudo, neste trabalho são consideradas apenas as duas primeiras espécies citadas que representam os dois principais grupos.

## 3.2 CLASSES BRASIL

As classes do feijão são definidas de acordo com a coloração da película, podendo ser divididas em subclasses (EMBRAPA). Cada grupo possui 4 classes identificadas que possuem características particulares quanto a tolerância de misturas de cores (MAPA, 2011a).

Grupo I:

Branco: deve conter 97% de grãos com coloração branca,

Preto: deve conter 97% de grãos com coloração,

Cores: contém grãos coloridos, admite 3% de mistura de outras classes e até 10% de outras cultivares da classe cores, desde que apresentem cores contrastantes ou tamanhos diferentes,

Misturado: é o produto que não atende a nenhuma das especificações das classes anteriores, nem o percentual e cultivar predominante.

Grupo II:

Branco: deve conter 90% de grãos com coloração branca,

Preto: deve conter 90% de grãos com coloração,

Cores: contém grãos coloridos, admite 10% de mistura de outras classes e até 10% de outras cultivares da classe cores, desde que apresentem cores contrastantes ou tamanhos diferentes.

Misturado: é o produto que não atende a nenhuma das especificações das classes anteriores, nem o percentual e cultivar predominante.

## 3.2.1 SUBCLASSES DO BRANCO BRASIL

Branção - cultivares com grãos de tegumento de cor branca, rugoso, reniformes sem halo e relativamente grandes;

Branca - cultivares com grãos de tegumento branco, liso, sem halo ou com halo, pequeno, com ampla variação de tamanhos e formas:

Fradinho - cultivares com grãos brancos e com um grande halo preto, cultivadas principalmente nos Estados da Bahia e do Rio de Janeiro, e atualmente em expansão na região Sudeste.

## 3.2.2 SUBCLASSES VARIADAS

Mulato - cultivares com grãos de tegumento de cor marrom claro a escuro, com ampla variação em tamanho e forma;

Canapu - cultivares com grãos com tegumento de cor marrom claro, relativamente grandes, bem cheios, levemente comprimidos nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais;

Sempre-Verde - cultivares com grãos de tegumento de cor esverdeada;

Vinagre - cultivares com grãos de tegumento de cor vermelha;

Corujinha - cultivares com grãos de tegumento mosqueado cinza ou azulado;

Azulão - cultivares com grãos de tegumento azulado;

Manteiga - cultivares com grãos de cor creme-amarelada, muito uniforme e que praticamente não se altera com o envelhecimento do grão;

Verde - cultivares que têm o tegumento e/ou cotilédones verdes.

Carioca - são cultivares que têm o tegumento de cor marrom com estrias longitudinais com tonalidade mais escura, semelhantes às do carioca do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L). Essa característica ocorre em materiais silvestres e no cultivo do grupo *esquipedalis*, mas não há informação de que haja cultivares comerciais dessa subclasse em nenhum país.

Tanto no grupo I quanto no grupo II, as subclasses consideradas tem características variadas em relação a tamanho, forma, textura e cor em relação de uma para outra, conforme exemplo visto na figura 3, na qual se observa a variedade de feijão. As subclasses foram criadas a partir de 1980 pela Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, que foi responsável em desenvolver novas espécies para resistência a doenças, clima e melhoria de produtividade, conforme solicitação dos produtores de feijão.



Figura 3 – Variedades de feijões pertencentes aos grupos I e II.

## 3.4 DEFEITOS ENCONTRADOS NO FEIJÃO

Denomina-se avariados os grãos inteiros que acabam sendo partidos ou quebrados e que apresentam um ou mais dos seguintes defeitos: mofados, ardidos, amassados, danificados por insetos (picados), brotados, enrugados, manchados, descoloridos, prejudicados por diferentes causas, bem como os partidos (bandinhas) ou quebrados (pedaços) sadios. (MAPA, 2011a)

### 3.4.1 MOFADOS

São considerados mofados os grãos inteiros, partidos ou quebrados que apresentarem colônias de fungos (embolorados) visíveis a olho nu, conforme ilustrado na figura 4. Geralmente o mofo é causado pela falta de ventilação, umidade e calor excessivo, propiciando o aparecimento de fungos. Um grão é considerado mofado a partir da existência de qualquer ponto de mofo, independente do tamanho ou grau de incidência.



Figura 4 – Feijão mofado com colônias de fungos.

### 3.4.2 ARDIDOS

São considerados ardidos os grãos inteiros partidos ou quebrados, visivelmente fermentados, com alteração na aparência e na estrutura interna, como ilustrado na figura 5. Geralmente é causado pela umidade e calor excessivos, provocando fermentação.



Figura 5 – Feijões ardidos visivelmente fermentados.

## 3.4.3 CARUNCHADOS

São considerados carunchados os grãos inteiros partidos ou quebrados que se apresentarem prejudicados por carunchos, causando a perfuração no tegumento e cotilédone provocados por carunchos, na lavoura e no armazém, deve-se considerar como carunchado o grão de feijão que apresente orifício provocado por caruncho ou aquele que apresente pequenos óvulos brancos visíveis. Alguns exemplos de feijões carunchados são mostrados na figura 6.



Figura 6 – Feijões carunchados com furos causados pelo inseto.

## 3.4.4 AMASSADOS

São considerados amassados os grãos inteiros, partidos ou quebrados, danificados por ação mecânica com rompimento da película, causados por danos mecânicos. É considerado como amassado somente o grão que apresente o cotilédone amassado e com a ruptura do tegumento (casca), como mostrado na figura 7.



Figura 7 – Feijões amassados.

## 3.4.5 DANIFICADOS POR OUTROS INSETOS

São considerados danificados por outros insetos os grãos inteiros, partidos ou quebrados que se apresentarem picados (alfinetados) e/ou deformações acentuadas afetando os cotilédones. Causados pela ação de insetos sugadores na lavoura ou com inoculações de microorganismos, causando deformação. São considerados grãos picados somente aqueles que apresentem uma lesão, seja furo e/ou deformação do cotilédone, como mostrado na figura 8.





Figura 8 – Feijões danificados por outros insetos que picam os grãos.

## 3.4.6 BROTADOS

São considerados brotados os grãos que apresentarem início visível de germinação. A causa geralmente é a umidade e o calor excessivos. É considerado como grão brotado o feijão que apresente a radícula (broto) visível em qualquer fase ou de qualquer tamanho, como pode ser visto na figura 9.



Figura 9 – Feijões brotados já germinados pela ação da umidade.

## 3.4.7 ENRUGADOS

São considerados enrugados os grãos que apresentem enrugamento acentuado no tegumento e cotilédones. A causa normalmente é o ataque de doenças (bactérias), maturação e desenvolvimento fisiológico incompleto. É considerado como grão enrugado somente o feijão que apresente os cotilédones e tegumento com enrugamento acentuado, como ilustrado na figura 10.



Figura 10 – Feijões enrugados não desenvolvidos completamente.

## 3.4.8 MANCHADOS

São considerados manchados os grãos e pedaços de grãos que apresentarem manchas visíveis em mais de  $\frac{1}{4}$  (um quarto) da película, mas sem alterar a polpa. As causas geralmente são doenças e chuvas que provocam reações externas no tegumento (casca) manchando a cor natural. É considerado como grão manchado somente se não afetar o grão na parte interna (cotilédone).

## 3.4.9 DESCOLORIDOS

São considerados descoloridos os grãos inteiros, partidos ou quebrados que apresentarem alteração total na cor da película, sem alterar a polpa. Geralmente a descoloração é causada pelo fisiológico incompleto, excesso de luminosidade e armazenamento por longo período. Não deve ser considerado como grão descolorido o feijão que tenha alteração da coloração original por processo de envelhecimento ou secagem, desde que a totalidade dos grãos do lote analisado apresente a mesma cor.

## 3.4.10 PARTIDOS

São considerados partidos os grãos que, devido ao rompimento da película, se apresentarem divididos em seus cotilédones, desde que se apresentem sadios. Deve-se considerar como partidos somente os grãos que se apresentarem partidos ao meio (separado o cotilédone) sem quebras.

## 3.4.11 QUEBRADOS

São considerados quebrados os grãos quebrados e sadios que não vazarem numa peneira de crivos circulares de cinco milímetros de diâmetro. São considerados como grãos quebrados, os pedaços de grãos que sejam divididos e que se apresentem com falta de pedaços.

## 3.4.12 MATÉRIAS ESTRANHAS

Considera-se matérias estranhas todas as partículas que ficarem retidas na peneira de crivos circulares de cinco milímetros de diâmetro e aquelas retiradas normalmente da amostra de grãos analisada (MAPA, 2011a).

## 3.4.13 IMPUREZAS

São consideradas impurezas todas as partículas oriundas do feijoeiro, bem como os grãos defeituosos e fragmentos de grãos que vazarem na peneira de crivos circulares de cinco milímetros de diâmetro. Considerar as impurezas que vazarem na peneira de cinco milímetros e aquelas retiradas manualmente da amostra de grãos analisada.

## 4. CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS E TIPOS

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS

Os defeitos do feijão são classificados em dois grupos como graves ou leves, conforme a gravidade e podem inviabilizar a comercialização do feijão.

**Graves são** aqueles cuja presença na amostra ou incidência sobre o grão compromete seriamente a aparência, conservação e qualidade do produto, restringindo ou inviabilizando o uso do mesmo. Neste grupo consideram-se os ardidados, carunchados, germinados, impurezas, matérias estranhas e mofados.

**Leves** são aqueles cuja incidência sobre o grão não restringem ou inviabilizam a utilização do produto, por não comprometer seriamente a aparência, conservação e qualidade dos mesmos. Neste grupo consideram-se os amassados, danificados, quebrados e partidos.

### 4.1 TIPOS

Os feijões dos grupos I e II podem ter três classificações de 1 a 3, conforme a atual legislação e de acordo com a qualidade e limites máximos de tolerâncias de defeitos, conforme mostrado na tabela 1. A umidade, impurezas e matérias estranhas encontradas do feijão também não poderão passar do limite máximo permitido, no caso:

Umidade com uma percentagem de até 14%;

Impurezas e matérias estranhas até – 2%.

O feijão que apresentar um percentual de tolerância de defeito acima do permitido será considerado como abaixo do padrão. (INSTRUÇÃO NORMATIVA N.º 12 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO).

Enquadramento do Produto	Defeitos Graves				Total de Defeitos Leves
	Matérias Estranhas e Impurezas		Total de Mofados, Ardidos e Germinalizados	Total de Carunchados e Atacados por Lagartas das Vagens	
	Total	Insetos Mortos (*)			
Tipo 1	De zero a 0,50%	De zero a 0,10%	De zero a 1,50%	De zero a 1,50%	De zero até 2,50%
Tipo 2	Acima de 0,50% até 1,00%	Acima de 0,10% até 0,20%	Acima de 1,50% até 3,00%	Acima de 1,50% até 3,00%	Acima de 2,50% até 6,50%
Tipo 3	Acima de 1,00% até 2,00%	Acima de 0,20% até 0,30%	Acima de 3,00% até 6,00%	Acima de 3,00% até 6,00%	Acima de 6,00% até 16,00%
Fora de Tipo	Acima de 2,00% até 4,00%	Acima de 0,30% até 0,60%	Acima de 6,00% até 12,00%	Acima de 6,00% até 12,00%	Acima de 16,00%
Desclassificado	Acima de 4,00%	Acima de 0,60%	Acima de 12,00%	Acima de 12,00%	º

(\*)-Máximo de insetos mortos permitidos, dentro do total de Matérias Estranhas e Impurezas

Fonte: Instrução Normativa nº 12 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011.a)

TABELA 1 – Limites máximos de tolerâncias de defeitos

Será desclassificado, o feijão que apresentar:

Mau estado de conservação;

Percentual de defeitos graves acima do permitido;

Percentual de insetos mortos acima de 0,60%;

Presença na amostra, na carga ou no lote amostrado, de bagas de mamona, sementes tratadas, sementes tóxicas, insetos vivos e outras pragas de grãos armazenados,

Odor estranho de qualquer natureza.

## 5. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA REALIZAÇÃO DO ROTEIRO DE CLASSIFICAÇÃO

Pela Instrução Normativa nº 12, o Ministério da Agricultura determina como realizar o procedimento para amostragem simples. Entre os passos é determinado que:

Amostra de 1 kg, verificar se não há insetos, carunchos, impurezas e matérias estranhas;

Separar 250g e enviar para análise de umidade;

Separar 250g para amostra na realização do experimento;

Aferir a balança; (a risca, conforme escrito na Norma);

Separar as matérias estranhas e impurezas, utilizando uma peneira de crivos circulares de 5 mm e balançando por 30s;

Grãos, pedaços aderidos de feijão, insetos ou qualquer matéria estranha presos nos crivos da peneira, deverão ser separados, assim como os que tiverem maior de 5 mm e ficarem na peneira deverão ser retirados e pesados.

Separar os insetos mortos, anotar no laudo o peso em gramas e seu percentual;

Somar o peso de todas as matérias estranhas, impurezas, insetos mortos e anotar no laudo de classificação;

Se o total de matérias estranhas e impurezas ultrapassarem 4% ou o percentual de insetos mortos for superior a 0,60%, o produto é considerado desclassificado.

Transformar o peso das matérias estranhas em percentual;

Pegar o peso de matérias estranhas e impurezas ou insetos mortos;

Dividir pelo peso da amostra.

Multiplicar por 100.

Anotar resultado no laudo.

## 6. COMPARAÇÕES E DIFICULDADES ENCONTRADAS ENTRE A LEI Nº 6.305 DE 1975 COM A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 12 DE 2008.

No cenário econômico brasileiro, a agricultura vem contribuindo para o crescimento da economia e os reflexos gerados pelo Produto Interno Bruto (PIB) causam o aumento das exportações e a geração de empregos. Assim, faz-se necessário investir em novas tecnologias para aumentar a produtividade, diminuir perdas e melhorar a qualidade de seleção e classificação de produtos para um mercado cada vez mais exigente e competitivo. O principal objetivo da agricultura é maximizar a eficiência de produção e colheita dos diversos produtos. No que tange aos grãos, o feijão é um caso especial já que o Brasil é o maior produtor deste grão que faz parte da alimentação e cultura brasileira e é também um propulsor da economia. Para se ter uma ideia, somente em 2010, as três safras de feijão produzidas no país totalizaram 3.608,8 mil toneladas, segundo dados do CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (CONAB,2011).

Desde 1975 a até os dias atuais a lei vem se aperfeiçoando para melhoria da qualidade de classificação do feijão. Fazendo um comparativo somente entre o Decreto nº 93.563 em 11 de novembro de 1986 com a Instrução Normativa de nº 12 vigente, de 28 de março de 2008, é possível verificar uma maior rigidez com relação a esta classificação. Em alguns pontos observados verifica-se que:

- Em todas as classes e nos dois grupos do feijão, a quantidade de grãos que devem ser da mesma espécie botânica em uma amostra ou porção ficou mais próxima de 100%, o que torna o controle que é feito manualmente quase impossível de ser executado para garantir a classificação do tipo de feijão. No caso do grupo I este percentual subiu de 95 para 97% e no grupo II passou de 80 para 90%.
- A porcentagem de umidade máxima presente nos grãos caiu de 15 para 14%;
- Impurezas e matérias estranhas máximas permitidas que antes eram de 4% caiu para 2%;
- Na classificação do feijão considerava-se 5 tipos em 1986. Hoje são considerados apenas 3.
- Os defeitos encontrados no feijão passaram ser classificados como graves ou leves e dependendo de como é classificado não pode ser comercializado;
- Se a porcentagem de insetos mortos for superior a 0,60% o feijão é desclassificado.

Com os pontos acima abordados verifica-se que o grau de qualidade da classificação se tornou maior e mais difícil de ser realizado, principalmente quando o processo para a realização da amostragem é feito manualmente. Erros podem ser ocasionados se não forem observados alguns pontos como:

- Pesagem correta das amostras;
- A coleta para a amostragem deve ser feita em pontos diferentes, pois se forem pegas num mesmo ponto não garantirá uma qualidade de todo o lote ou saca, uma vez que pode haver uma concentração de sementes ruins exatamente naquele ponto.

Durante a elaboração deste trabalho não foi encontrada nenhuma legislação internacional que aborde especificamente a classificação de grãos de feijão para um comparativo de normas. O processo de classificação do feijão precisa ser melhorado para acompanhar a demanda e garantir a produtividade desta cultura tão importante para o povo brasileiro e também para a sua economia. Uma alternativa poderia ser o desenvolvimento de um sistema de inspeção visual automático, usando câmeras acopladas à um sistema de informação, para a captura de imagens e análise da qualidade das sementes, semelhante ao que Kiliç et al. (2007) desenvolveram para a classificar as sementes por meio de imagens selecionando-as por cor, tamanho e textura. Como se nota, a captura de imagens já vem sendo estudada para ser empregada em diversos tipos de avaliação da qualidade em diferentes áreas (MENDOZA et al., 2010; MACHADO, 2009; TAMBUR et al., 2007; ROSENBERGER et al., 2004)

Mendoza et al. (2010) desenvolveram um sistema de visão computacional para avaliar a superfície de algumas frutas e legumes Laurent et al. (2010) utilizaram técnicas de processamento de imagens para avaliar alterações na coloração do feijão durante o armazenamento com intuito de relacionar estas alterações com o fenômeno conhecido como “grãos difíceis de cozinhar”. Venora et al. (2009) propuseram um sistema baseado em análise de imagens para identificar 15 variedades de feijões cultivados em duas regiões da Itália, a partir da forma cor e tamanho dos grãos.

Machado (2009) empregou algoritmos de visão computacional e redes neurais para a identificação de defeitos em ovos, com base em informações de contorno, cores e texturas de defeitos como a trinca. Já Rosenberger et al. (2004) propuseram um sistema de controle de qualidade de cerejas por meio da visão artificial. O sistema seleciona o fruto recorrendo não apenas a sua cor, mas levando também em conta, o tamanho e o aspecto da superfície, permitindo detectar possíveis defeitos no fruto. A solução apresentada pelos autores é capaz de processar 20 cerejas por segundo. Tambur et al. (2007)

desenvolveram um sistema inspeção visual automática para analisar carga de vagões ferroviários utilizando técnicas de processamento de imagens como a transformada de Hough e outros métodos baseados em cor e textura para identificação de regiões com possíveis objetos sobrepostos.

Neste contexto observa-se que o emprego de um sistema de inspeção visual automática para classificação de feijão poderia contribuir para a avaliação da qualidade visual por meio de imagens digitais, em processos contínuos, visando a classificação de sementes durante o percurso nas esteiras que as transportam para o silos ou para o ensacamento.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de classificação do feijão no Brasil é ainda manual podendo acarretar inúmeros erros. A amostragem não é a garantia de controle de todo o lote, pois pode haver em determinadas porções da saca ou lote, uma concentração de sementes ruins, levando a erros no processo de classificação. A legislação brasileira ficou mais rígida visando garantir uma melhor qualidade do feijão, porém tornou mais difícil o processo de classificação que ainda é feito de forma manual.

Assim como a pesquisa genética feita pela Embrapa avançou e com ela surgiram novas classes mais resistentes a doenças e ao clima, poderia ser desenvolvido um sistema de inspeção visual automático, usando câmeras acopladas à um sistema de informação, para a captura de imagens e análise da qualidade das sementes, aumentando a produtividade, reduzindo falhas e melhorando o processo de classificação.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, B. S. C. *Avaliação do feijão (Phaseolus vulgaris L.) e (Vigna unguiculata L) consumido no Distrito Federal sob aspectos qualitativos da Classificação Vegetal*. Monografia (Especialização em qualidade de alimentos)–Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2004.

CONAB. Feijão 1ª, 2ª e 3ª safras. Acessado

em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=18590&t=2#this>. Acessado em março de 2011.

EMBRAPA. Cultivo de feijão-caupi, cultivares. Acessado

em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/FeijaoCaupi/cultivares.htm>. Acessado em março de 2011.

FUGITA, Y. *Manual do Classificador de Feijão*. Apostila do curso oficial de formação de classificadores de feijão, Seropédica, RJ: Fugita,1999.



KILIÇ, K.; BOYACL, I. H.; KÖKSEL, H.; KÜSMENOGLU, I. A Classification system for beans using computer vision system and artificial neural networks. *Journal of Food Engineering*. 78(3), 897-904, 2007.

LAURENT, B.; OUSMAN, B.; DZUDIE, T.; CARL, M. F. M.; EMMANUEL, T., *Digital camera images processing of hard-to-cook beans*, Journal of Engineering and Technology Research, v. 2, n. 9, p. 177-188, 2010.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Legislação, LEI nº 6.305, e no Decreto n 93.563, de 11/11/86, com a Instrução Normativa n 12 vigente, de 28 de março de 2008.

Disponível

em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>acessado em 10 de abril de 2011a.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Cultura do feijão. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>. >, acessado em 10 abril de 2011b.

MACHADO, D. S. *Sistema de Inspeção Visual Automática Aplicado ao Controle de Qualidade de Ovos em Linhas de Produção*. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Matemática e Computacional) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2009.

MENDOZA, F. DEJMEK, P. & AGUILERA, J. M., Gloss measurements of raw agricultural products using image analysis, *Food Research International*, v. 43, n.1, p. 18-26, 2010.

ROSENBERGER, C., EMILR, B., LAURENT, H. Calibration and quality control of cherries by artificial vision. *International Journal of Electronic Imaging*, 13(3), Special issue on quality control by artificial vision, 539 -546, 2004.

TAMBUR, G. S. *Metodologia de inspeção visual e automática de carga em vagões ferroviários*. Dissertação (Mestrado) – Campinas – SP: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. 2007, 96p.

VENORA, G.; GRILLO, O; RAVALLI, C.; CREMONINI, R., *Identification of Italian landraces of bean (Phaseolus vulgaris L.) using an image analysis system*, *Scientia Horticulturae*, v. 121, n. 4, p. 410-418, 2009.

# Capítulo 15

## ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA DE COLETAS PROGRAMADAS MILK RUN EM UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

[10.37423/200200231](#)

*Antonio Henriques de Araújo Junior (UERJ)*

*anthenriques2001@yahoo.com.br*

*Bianca Siqueira Martins Domingos (UNIFATEA)*

*biancasiqueira.m@gmail.com*

*José Glênio Medeiros de Barros (UERJ)*

*glenio.barros@gmail.com*

*Marcelo Gonzaga (Liebherr)*

*marcelo.gonzaga@liebherr.com*

*Maria da Glória Diniz de Almeida (UERJ)*

*gloria\_uerj@yahoo.com.br*

*Nelson Tavares Matias (UERJ)*

*nelson.matiaz@gmail.com*

*Nilo Antonio de Souza Sampaio (UERJ)*

*nilo.samp@terra.com.br*

*Rinaldo César Martins Motta (In Memoriam)*

*Rosinei Batista Ribeiro (UNIFATEA)*

*ispic@fatea.br*

*Sinval Ferreira de Oliveira Júnior (Liebherr)*

*sinval.junior@liebherr.com*



**RESUMO:** A necessidade de desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias associadas ao setor de logística e gestão da cadeia de suprimentos têm se tornado latente no cenário mercadológico global. O sistema Milk Run surge como fruto da busca incessante pela inovação, sendo um método de aceleração de fluxo de materiais no ciclo produtivo. O objetivo do presente estudo foi ressaltar as vantagens tangentes ao sistema de coletas programadas Milk Run por meio da análise de indicadores de tempo de coleta. O trabalho foi desenvolvido em uma indústria multinacional do setor de máquinas e equipamentos localizada na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. A base bibliográfica e documental do estudo foi constituída de conceitos que permeiam o tema, bem como dados, relatórios e outros meios de controle da empresa. A parte prática abrange observações e acompanhamento do processo logístico. Tratando-se de um estudo de caso, o trabalho envolveu a participação de oito fornecedores selecionados a partir da frequência de coletas, evidenciando os ganhos progressivos obtidos, considerando e comparando o ano anterior a implantação do Milk Run na empresa com dois anos posteriores a sua implantação.

**Palavras-chaves:** logística, milk run, cadeia de suprimentos, inovação tecnológica.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente nível de concorrência e competitividade no mercado global exigem a inovação como fator chave para as organizações, requerendo dos gestores soluções que busquem eficiência e qualidade aliada à redução de custos. A logística integrada à cadeia de suprimentos surge como um relevante elemento de agregação de valor em todo o processo produtivo, fato este consumado, desde meados dos anos 50, com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção a partir das ideias e ferramentas de gestão criadas por Taiichi Ohno; com destaque para o sistema Just in Time (JIT) e o Kanban utilizados em escala global e aperfeiçoados ano após ano.

A inspiração do sistema Milk Run para a indústria encontra paralelo na coleta diária do leite nas propriedades produtoras dos Estados Unidos. Este sistema consiste na coleta programada de peças e/ou componentes de fornecedores em que um único veículo, com capacidade dimensionada, executa a operação de transporte em horários pré-estabelecidos para essas coletas e, posteriormente, entregas dos insumos na empresa demandante igualmente em horário programado. Este sistema reduz custos, associados ao transporte e lead time entre os processos produtivos, contribuindo para a melhoria inerente à eficiência do processo logístico.

A proposta do presente trabalho está baseada em uma análise da implantação do sistema Milk Run por meio de um estudo de caso realizado em uma indústria do setor de máquinas e guindastes localizada na região do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo. Para isso, além da indústria mencionada, oito fornecedores da empresa foram selecionados e integrados ao estudo. Este transcorreu ao longo dos anos de 2008, 2009 e 2011 e seus resultados tomaram como base os indicadores de tempo de coleta de peças e componentes junto aos fornecedores (operadores logísticos) e entrega na empresa demandante.

Para um entendimento mais abrangente do trabalho desenvolvido, inicia-se sua descrição com os conceitos e definições básicas dos elementos centrais relacionados à logística, cadeia de suprimentos e Milk Run como conteúdos essenciais ao embasamento teórico do artigo.

## 2. CONCEITO DE LOGÍSTICA

A logística, de uma forma genérica, é uma ferramenta de gestão associada ao transporte e armazenamento de suprimentos. Esta definição foi ampliada com o passar dos anos e o aumento da

complexidade inerente a atividade surgindo a necessidade de desenvolvimento de novos sistemas. O Council of Logistic Management (2012) define a logística como:

“É o processo de planejar, implementar e controlar de forma eficiente e eficaz o transporte e armazenamento de bens e serviços, bem como as informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender as necessidades do cliente.”

Na atualidade, a logística não se restringe apenas aos papéis básicos relacionados ao transporte e armazenamento. Esta adquiriu função estratégica dentro das organizações, tornando possível a execução de todas as atividades com eficiência e abrangendo todas as fases de um processo de fabricação, isto é, desde o início (provisão de insumos) até a etapa intermediária e final (entrega de materiais).

De acordo com Gomes (2004), logística é a arte e a ciência das atividades técnicas, de gestão e engenharia relacionadas com as necessidades e recursos de desenho, aprovisionamento e manutenção (e manutenibilidade) necessários para alcançar objetivos (resolver problemas), desenvolver planos e dar suporte a operações.

Segundo Ballou (2006), a logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto do consumo final; assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Desta forma, a logística surge como fator estratégico que pode contribuir para tornar as organizações mais competitivas, abrangendo desde o transporte e cadeia de suprimentos até como agente facilitador na resolução de problemas dando suporte as operações e facilitando o fluxo de materiais em todos os pontos do processo de uma cadeia produtiva.

### 3. CONCEITO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS

O estudo do conceito de cadeia de suprimentos nos leva a uma pesquisa mais aprofundada em decorrência da amplitude do tema. Logo, verifica-se pelas fontes bibliográficas que devemos desmembrá-lo em três conceitos distintos, todavia complementares.

Na primeira abordagem, Christopher (2009) define que a logística é essencialmente a orientação e a estrutura de planejamento que procuram criar um plano unificado para o fluxo de produtos e de informação ao longo de um negócio. A Gestão da Cadeia de Suprimentos surge como parte importante no fluxo logístico, integrando a empresa aos stakeholders, ou seja, não se limitando apenas ao ciclo fornecedor-cliente, e sim cliente-fornecedor. Pode-se destacar como funções primordiais o planejamento (previsão de procura e gestão de estoques), aprovisionamento (aquisição de inputs), e todos os processos que envolvam cliente, fornecedor, produção e distribuição.

Em uma segunda ótica, a Cadeia de Suprimentos (do inglês Supply Chain), segundo Martins (2006), pode ser entendida como:

“Conceito de integração da empresa com todas as firmas da cadeia de suprimento: fornecedores, clientes e provedores externos de meios logísticos compartilham informações e planos necessários para tornar o canal mais eficiente e competitivo. Este compartilhamento é mais profundo, acurado e detalhado do que na tradicional e conflitante relação comprador/vendedor”.

Na terceira abordagem tangendo o tema, Bowersox (2006) define a gestão da cadeia de suprimentos como: “empresas que colaboram para alavancar posicionamento estratégico e para melhorar a eficiência das operações”.

Na primeira abordagem do tema, destaca-se o papel da Gestão da Cadeia de Suprimentos como parte do fluxo do sistema logístico, integrando todas as partes do processo; o segundo autor reforça o caráter estratégico da integração entre fornecedores, clientes e provedores; já a terceira abordagem foca no tocante extrínseco da organização, portanto, nos colaboradores externos.

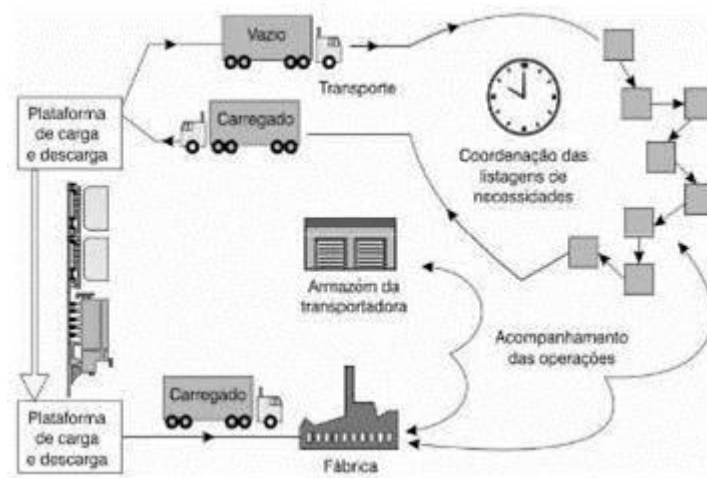
Em consonância com os autores citados, com o passar do tempo passou-se a enxergar todo o envolvimento de cada componente por meio de uma integração tática, com foco em processos mais eficientes, planejamento de curto e médio prazo somado a sistemas internos integrados visando maximização de eficiência.

#### 4. CONCEITO DE MILK RUN

Como meio de reduzir custos e ampliar a eficiência do processo logístico, verificou-se a necessidade de integração estratégica entre logística e gestão da cadeia de suprimentos possibilitando um constante aperfeiçoamento de técnicas e processos. O sistema Milk Run surge como parte integrante destes

aprimoramentos na medida em que contribui para a otimização do fluxo de materiais no decorrer da cadeia produtiva.

Sendo assim, conforme Pires (2004), o principal objetivo do Milk Run é reduzir custos logísticos de abastecimento por meio de economias de escala e racionalização das rotas, bem como aumentar a confiabilidade do processo. A lógica desse modelo é ter um sistema de suprimento com roteiros e horários pré-definidos para as coletas de materiais junto aos fornecedores. A Figura 1 ilustra a rede de processos envolvidos no Milk Run.



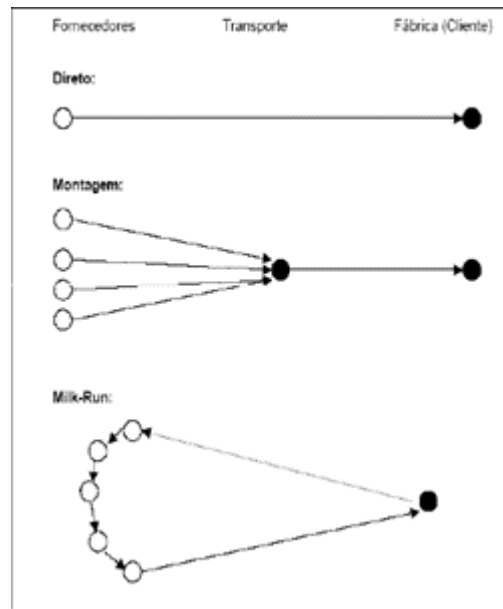
Fonte: adaptado de Neto (2011)

Figura 1: Fluxo Integrado do Sistema Milk Run

Pires (2004) ainda define que “Milk Run é uma prática logística de abastecimento (inbound) com origem atribuída aos tradicionais sistemas de abastecimento das usinas pasteurizadoras de leite dos Estados Unidos”.

Em uma abordagem abrangente, o sistema Milk Run consiste em um operador logístico ou transportador que envia um veículo em uma rota pré-estabelecida, com paradas em cada fornecedor para coletar o componente, ou peça, e faz a entrega de todo o carregamento na fábrica do cliente; cabendo várias alternativas de transporte, como por exemplo: utilização de frota própria, operadores logísticos contratados, transportes truckload (veículo em que apenas um tipo de material ocupa todo o espaço) ou empresas de transporte.

No sistema de entregas/coletas direto, o transporte parte do fornecedor até a fábrica (cliente), sendo necessário executar este processo diversas vezes. Comumente, para o processo de montagem, os fornecedores transportam até a unidade fabril. O Milk Run otimizou o processo de coletas, executando-o apenas uma vez e levando os insumos até a fábrica. A Figura 2, a seguir, exemplifica:



Fonte: Nuñez (2012)

Figura 2: Exemplificação do Processo Milk Run

Os princípios do sistema Milk Run convergem para a redução de custos com transporte e na minimização de custos com estoques, com a conseqüente otimização dos processos logísticos.

## 5. OBJETIVOS

A finalidade do presente trabalho foi evidenciar o sistema Milk Run como importante elemento de redução de tempos de coleta/entrega de insumos e aumento de eficiência no fornecimento de suprimentos às organizações em geral (fornecedores, operadores logísticos, empresas demandantes) contribuindo para a agregação de valor ao produto final. Para tanto, foi realizada, como estudo de caso em uma empresa industrial, a comparação de um sistema convencional de entregas e o sistema Milk Run, realizado por meio de índices de coletas mensais e anuais recolhidos na empresa objeto do estudo.



## 6. METODOLOGIA

Inicialmente, como ponto de partida do processo experimental desenvolvido neste trabalho, buscou-se pesquisas bibliográficas para a compreensão dos conceitos inerentes a logística, cadeia de suprimentos e Milk Run, entre outros.

O desenvolvimento das etapas práticas do trabalho contemplou observações do sistema Milk Run nas dependências da empresa e fotos de partes integrantes dos processos envolvidos. Neste sentido, a análise de desenhos, croquis, relatórios e outros documentos inerentes as entregas pelo sistema Milk Run foram de grande utilidade. Assim, para mensurar e comparar os indicadores, foi realizada uma pesquisa documental utilizando relatórios, históricos e outros meios de controle de transporte e estoque disponibilizados pela empresa.

Para a elaboração dos resultados e discussão descritos neste trabalho, optou-se por um modelo de pesquisa de natureza aplicada onde foram utilizados gráficos e tabelas relacionados ao tempo de coleta abrangendo fornecedores e índices mensais e anuais.

A escolha dos fornecedores para o estudo seguiu o critério de entregas regulares. O mapa ilustrado na Figura 3, a seguir, mostra a localização dos fornecedores da empresa contemplados neste estudo.



Fonte: os autores

Figura 3: Mapa de fornecedores da empresa estudada – Sistema Implantado Milk Run

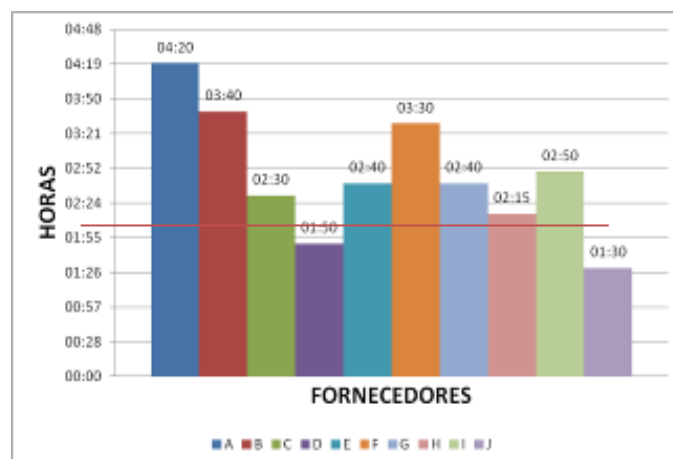
Os fornecedores localizam-se em um raio de 400 km de distância da empresa que fica localizada no município de Guaratinguetá/SP. Como exibido no mapa da Figura 3, os fornecedores estão nas cidades de Atibaia (2), Diadema (2), Saltinho, São Bernardo do Campo (2), Arujá, Sorocaba, Mococa, Rio das Pedras, Campinas, Sumaré e Piracicaba.

Os resultados foram obtidos a partir dos dados de coletas semanais, mensais e anuais dos fornecedores disponibilizados pela própria empresa. A análise contemplou 08 empresas fornecedoras selecionadas devido à constância anual de entregas (todos os meses). O foco deste estudo de caso foi o ano de 2011 em comparação com os anos de 2008 (anterior ao sistema Milk Run) e o ano de 2009 (ano de implantação do sistema Milk Run). Os dados semanais, mensais e anuais constituem-se de indicadores de tempos de coleta do sistema Milk Run, onde foram calculadas as médias ponderadas.

A comparação dos dados entre 2008 (pré implantação do Milk Run), 2009 e 2011 foram realizados por meio do cálculo da diferença percentual (%).

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implantação do sistema Milk Run na empresa ocorreu no ano de 2009, em substituição ao sistema de coleta convencional, objetivando a melhora nas entregas e a minimização dos custos operacionais logísticos. No sistema até então utilizado pela empresa (convencional) as entregas eram de responsabilidade do fornecedor com o apoio de um operador logístico ao longo do processo. A Figura 4 mostra os tempos de entrega de insumos de 10 fornecedores da empresa ainda no antigo sistema (2008), considerando que a meta para estas entregas eram, à época, de 2 horas.



Fonte: os autores

Figura 4: Médias anteriores ao Milk Run

Com a utilização do sistema Milk Run, as coletas passaram a ficar sob responsabilidade do operador logístico contratado pela empresa, com horários pré-estabelecidos, visando a efetividade do processo. Posteriormente a implantação do Milk Run, a empresa chegou a um total de 14 fornecedores, todos localizados no estado de São Paulo. Desde então a fundamentação do Milk Run é aproximar os fornecedores da planta fabril, aumentando a agilidade das entregas.

No processo de implantação do sistema levou-se em consideração fatores como otimização de rotas e horários. Para melhor atender os objetivos da empresa, escolheu-se trabalhar com dois tipos de caminhões, quais sejam:

- Caminhão fechado “truck” com capacidade de 13,5 (Ton) e 46,5 m<sup>3</sup> (volume): Figura 5 (a), (c) e (d);
- Carreta aberta com capacidade de 23,5 (TON) e 102,5 m<sup>3</sup> (volume): Figura 5 (b).



Fontes do Autor



Fonte: a empresa

Figura 5: Caminhões utilizados no Milk Run

É relevante citar que a empresa utiliza ocasionalmente o processo “less-than-truckload” (transporte de mais de um componente em um único caminhão), na qual o veículo não transporta apenas um componente/peça específico, e sim vários produtos ao mesmo tempo.

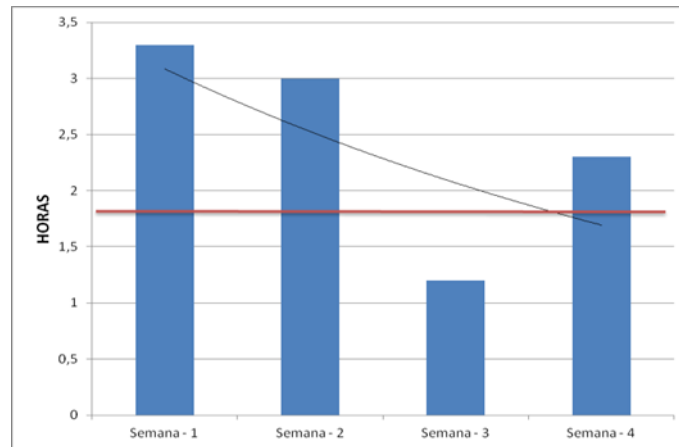
Quanto à programação de coletas do sistema Milk Run, foi feito o contato semanalmente com os fornecedores para montagem da programação, ou cronograma, destacando que as coletas ocorriam sempre no período matutino (das 08h00 ao 12h00). O Quadro 1, exemplifica a programação das coletas semanais:

MKR	PROGRAMAÇÃO DA COLETA MILK RUN - SEMANA 01														
	SEGUNDA - FEIRA			TERÇA - FEIRA			QUARTA - FEIRA			QUINTA - FEIRA			SEXTA - FEIRA		
	FORN.	CHEG	SAÍDA	FORN.	CHEG	SAÍDA	FORN.	CHEG	SAÍDA	FORN.	CHEG	SAÍDA	FORN.	CHEG	SAÍDA
CAMINHÃO 1	FORN. A	08h00	10h00	FORN. B	09h00	10h00	FORN. C	08h30	09h30	FORN. D	08h00	09h00	FORN. E	09h00	10h00
CAMINHÃO 2	FORN. F	08h00	10h00	FORN. G	09h00	10h00	FORN. H	08h30	09h30	FORN. I	08h00	09h00	FORN. J	09h00	10h00

Fonte: os autores

Quadro 1: Programação da coleta semanal do Processo Milk Run

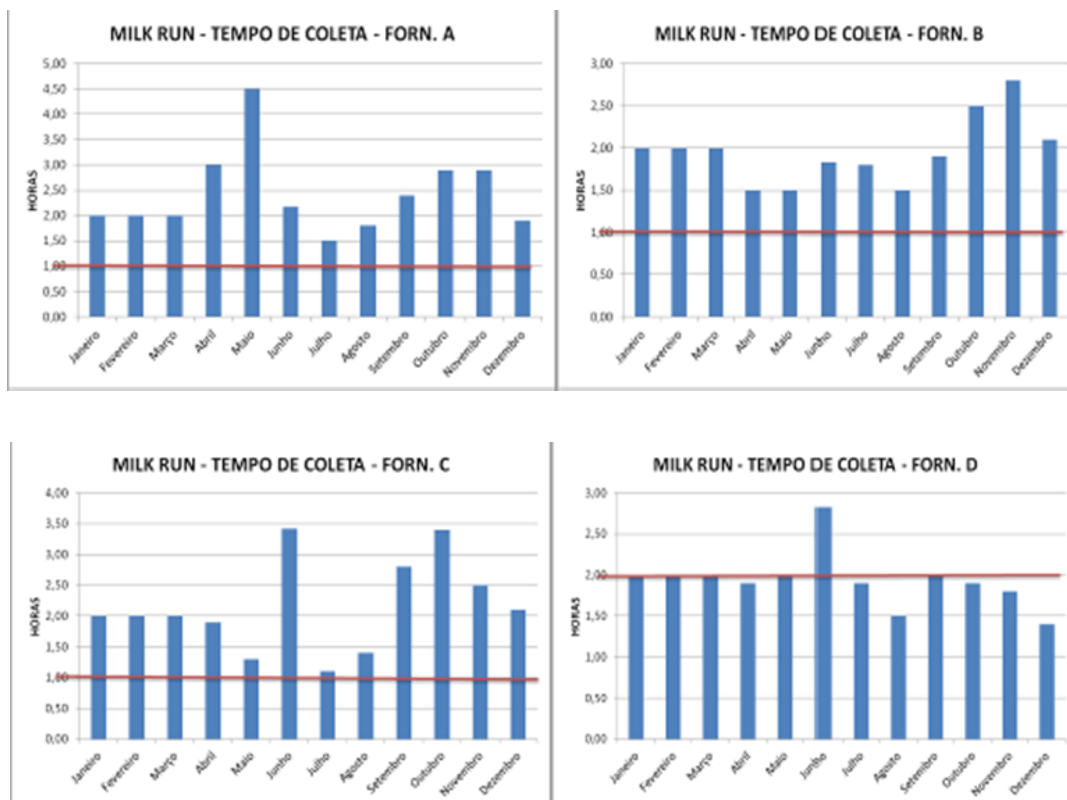
A programação do processo Milk Run na empresa era feita na semana anterior ao carregamento baseando-se nas necessidades da linha de montagem. Tudo era organizado com antecedência e clareza de tal maneira que os fornecedores tinham as informações dos dias e horários de chegada e saída dos materiais. Isso era realizado com o objetivo de que cada fornecedor pudesse programar à produção de peças e/ou componentes evitando transtornos, atrasos e ruídos de comunicação. A Figura 6 ilustra os indicadores de tempo de coleta semanais, neste caso, com meta de 1 hora e 50 minutos. Os gráficos semanais eram confeccionados toda sexta-feira dando subsídio ao gráfico mensal.

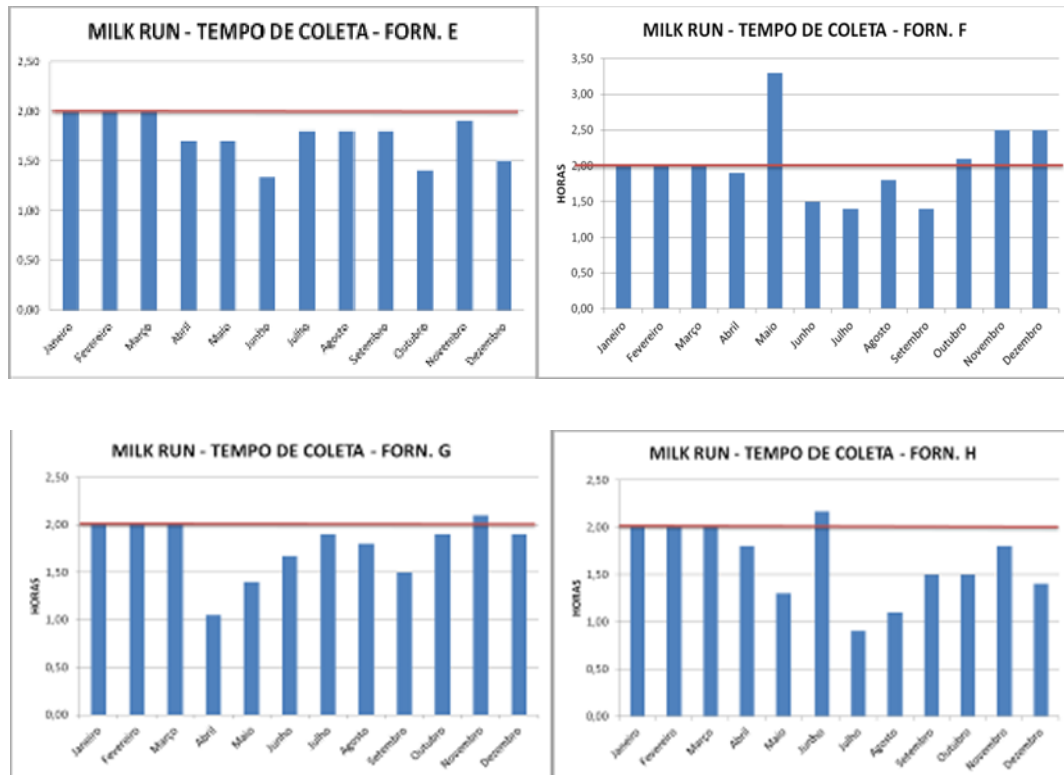


Fonte: os autores

Figura 6: Médias dos indicadores de coleta semanais Milk Run

Com estes dados disponíveis, o passo seguinte é a execução dos gráficos mensais com os indicadores de tempos de coleta de cada fornecedor. Na Figura 7, a seguir, são exibidos oito gráficos com indicadores dos fornecedores em que este artigo analisa, com o escopo de exemplificar, destacando que o traço vermelho retrata a meta para cada fornecedor:





Fonte: os autores

Figura 7: Médias mensais fornecedores Milk Run – 2011

Os fornecedores A e B ultrapassaram as metas de tempo de coleta em todos os meses; o fornecedor C ficou na meta apenas no mês de julho. Já o fornecedor D obteve 90% de aproveitamento, tendo ultrapassado a meta apenas em junho. O fornecedor F teve atrasos nos meses de maio, novembro e dezembro. Apenas os fornecedores E, G e H cumpriram a meta em todos os meses, tendo uma inexpressiva ultrapassagem da meta estabelecida, conforme descrito no Quadro 2.

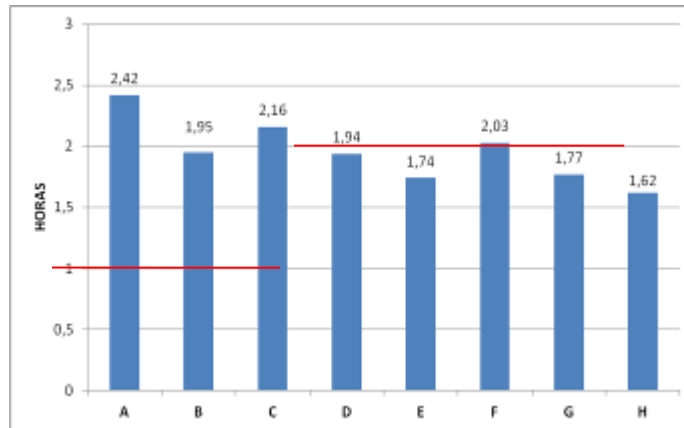
<b>Resultados Mensais do Milk Run (2011)</b>	
A	97,58
B	98,05
C	97,84
D	98,06
E	98,26
F	97,97
G	98,23
H	98,38

Fonte: os autores

Quadro 2: Médias mensais Milk Run

Analisando-se os dados do Quadro 2, pode-se notar o alto desempenho nos tempos de coletas mensais, adjacentes aos 100%. As metas de horários levam em conta as diferentes localizações dos fornecedores sendo proporcionais as distâncias a serem percorridas.

Após as análises dos resultados obtidos, foi delineado o indicador anual de tempo de coleta e desempenho do ano de 2011, conforme mostrado na Figura 8.



Fonte: os autores

Figura 8: Médias anuais do Processo Milk Run

Nota-se que mais da metade dos fornecedores atingiram a expectativa nos tempos de coleta e entrega, não desconsiderando as interferências externas às entregas, como congestionamentos, carregamento das peças e/ou componentes, etc.

Em comparação com os anos anteriores (2008 e 2009), notamos um aumento considerável de eficiência nos indicadores, observando mais ganhos do que perdas, conforme apresentado no Quadro 3, a seguir:

<i>Fornecedor</i>	<i>Média - 2008</i>	<i>Média - 2009</i>	<i>Média - 2011</i>	<i>Ganhos (2008/2011)</i>	<i>Ganhos (2009/2011)</i>
<b>Forn. A</b>	82,35	90,95	97,58	20%	11%
<b>Forn. B</b>	95,54	100	98,05	7%	-2%
<b>Forn. C</b>	91,3	98,23	97,84	11%	-4%
<b>Forn. D</b>	92,41	91,85	98,06	10%	10%
<b>Forn. E</b>	84,24	98,57	98,26	17%	-3%
<b>Forn. F</b>	85,98	76,18	97,97	16%	26%
<b>Forn. G</b>	-	-	98,23	-	-
<b>Forn. H</b>	-	-	98,38	-	-
<b>Total</b>	531,82	555,78	587,76	81%	56%
<b>Média</b>	<b>91,3</b>	<b>95,04</b>	<b>98,01</b>	-	-

Fonte: os autores

## Quadro 3: Médias anuais comparadas Milk Run

Neste contexto, ficou evidente os ganhos com a implantação do sistema Milk Run na empresa, considerando o aprimoramento decorrente da utilização do mesmo. No sistema convencional, usavam-se vários caminhões, conseqüentemente os gastos envolvidos e a perda de tempo com carregamentos, descarregamentos e o número maior de viagens eram maiores em comparação ao sistema Milk Run.

O sistema Milk Run possibilitou maior agilidade no processo de fornecimento devido à programação de coletas pré-estabelecida, contando com o envolvimento dos fornecedores neste ciclo.

Observou-se, ao longo da experiência realizada no desenvolvimento do trabalho, que as principais vantagens da aplicação do sistema Milk Run na empresa foram:

- Redução de custos com estocagem;
- Minimização de custos administrativos (Utilização de recursos otimizado);
- Redução de crippled (indicador que mede a quantidade de veículos considerados montados, mas com algum componente faltante);
- Redução de custos no transporte;
- Todos os materiais são entregues em equipamentos e quantidades padrão;
- Maior garantia da qualidade das peças/componentes;
- Redução de inventário;
- Otimização na recepção de materiais;
- Redução do fluxo de caminhões na fábrica.

## 8.CONCLUSÃO

O presente estudo teve por finalidade expor as vantagens proporcionadas pela implantação do sistema Milk Run em uma empresa industrial. Para isso, analisou-se os resultados (apresentados em



gráficos e quadros) de indicadores antes (2008) e após (2009 e 2011) à implantação do referido sistema na empresa.

A análise dos indicadores evidenciou que o sistema Milk Run é mais vantajoso em comparação ao sistema convencional. A empresa melhorou o índices de entrega em 66,7% entre os anos de 2008 e 2009. Comparando os anos de 2008 e 2011, os índices de aproveitamento foram ainda melhores em torno de 81%. Já entre os anos de 2009 e 2011 os ganhos obtidos, considerando os índices de tempo de coleta, foram da ordem de 56%, evidenciando um sistema em aperfeiçoamento.

Constatou-se também uma redução contínua de custos no processo logístico devido ao aprimoramento das rotas de transporte ao longo dos anos de implantação e aperfeiçoamento do sistema Milk Run na empresa. Para isso, buscou-se centralizar, cada vez mais, as coletas nos mesmos motoristas promovendo a continuidade como meio de ampliar a experiência e o comprometimento das pessoas envolvidas.

Outro resultado notável foi a redução do acúmulo de materiais no estoque de produção da empresa. O sistema Milk Run possibilitou a redução de custos com estocagem pois no momento em que as peças/componentes são entregues, próximas à linha de produção, estas já são destinadas e integradas à montagem contribuindo para minimização de custos com transporte e redução de custos administrativos.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial. 5. Ed. Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J. & COOPER, M. B. Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos. Bookman, 2006.

BULLER, L. S. Logística Empresarial. Fornecedor IESDE (Edição Digital), 2008.

CARDOSO, P. A.; JÓ, M. Y. A Prática do Milk Run no Fornecimento a Indústria Automobilística do Brasil. IV – Congresso Nacional de Excelência em Gestão: Rio de Janeiro, 2008.

CAXITO, F. Logística: Um Emfoque Prático. Editora Saraiva, 2011.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Cengage Learning, 2011.

GOMES, C. F. S. & RIBEIRO, P. C. C. Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação. São Paulo: Thomson, 2004.

<http://cscmp.org>. Acesso em: 22 de março de 2012, às 11:10.

MANGAN, J; LAWANI, C. Global Logistics and Supply Chain Management. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.

MARTINS, P. & LAUGENI, F. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2006.

MONCZKA, R. M. Purchasing and Supply Chain Management. 4. Ed. Mason, OH: South Western, 2009.

MOTTA, R. & RODRIGUES, J. A Contribuição do Sistema Milk Run para a Melhoria do Fluxo de Materiais na Cadeia de Suprimentos. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. 2009.

NETO, D. A. Práticas Contemporâneas em Logística e Supply Chain. Encontro do Conhecimento em Administração: São Paulo, 2011.

NUÑEZ, B. C. Grupo de Estudos Logísticos. UFSC, 2012.

PIRES, S. R. & McALEER, M. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos. São Paulo: Atlas, 2004.

# Capítulo 16

## O PROBLEMA DA SEGMENTAÇÃO DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E AS PRÁTICAS DE QUALIDADE, SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO

[10.37423/200200253](#)

*Sergio Luis de Almeida Paiva (CEFET/RJ) sergiolapaiva@gmail.com*

*Marina Rodrigues Brochado (CEFET/RJ) marinabrochado@gmail.com*

**Resumo:** O estudo observa que o homem que trabalha em obras de construção civil – especificamente no subsetor de edificações no Brasil, age de forma fracionada, não integral, perdendo o sentido de corpo, contrariando a sua própria existência como sistema. Trata da segmentação da técnica em todas as etapas produtivas de uma obra, onde o operário aprende a executar parte das suas tarefas, através de um modelo tradicional de aprendizagem empírica, entregando a outros profissionais especialistas a incumbência de complementá-las, como se estas não fossem partes intrínsecas de um todo. Essa segmentação desvirtua parcialmente o Paradigma da divisão do trabalho do Engenheiro Norte Americano Frederick W. Taylor, e tem sido um dos importantes fatores que norteiam as causas dos acidentes e das doenças no trabalho, com consequências para baixa qualidade dos produtos e o meio ambiente. Baseados em suas experiências laborando neste setor, e em pesquisas bibliográficas, os autores pretendem, como resultado deste estudo, estimular todos os que trabalham, direta ou indiretamente, na indústria da construção civil e no mundo acadêmico, a refletirem sobre a origem das causas dos acidentes e das doenças que advêm do trabalho.

**Palavras-chave:** *Segmentação da técnica; Construção civil; QSMS.*

## 1. INTRODUÇÃO

O segmento da indústria construção civil, assim como outros setores da economia brasileira, vem passando por um processo significativo de reestruturação produtiva nos últimos anos. Embora a velocidade e o ritmo de adoção dessas mudanças sejam bastante diferenciados nas diversas regiões do país, é inegável que um grande número de empresas passou a adotar novos métodos de construção, utilizando novas tecnologias e diferentes formas de gestão da sua força de trabalho.

As particularidades deste setor de produção condicionam o uso e a difusão de novos produtos e tecnologias. Na indústria da construção civil, especificamente a construção de edificações residenciais, a reestruturação produtiva está mais ligada à utilização de novos materiais do que à introdução de novos equipamentos. Como exemplo, citamos as estruturas metálicas que substituem as estruturas de concreto armado, os painéis de gesso acartonado que substituem as paredes de alvenaria e a argamassa semipronta adquirida em embalagens que substitui a argamassa “rolada” no canteiro de obra.

Há uma forte tendência à utilização de sistemas construtivos baseados na pré-fabricação, transformando, em sistemas de montagem, os processos de construção artesanal.

As inovações tecnológicas na construção civil não excluem, necessariamente, materiais e sistemas construtivos tradicionais. Essas inovações cumprem a função de dar maior flexibilidade a projetos, apresentando-se como possibilidades que servem a determinados nichos de mercado da indústria da construção. Tendências dessa natureza propiciam ganhos em outros segmentos industriais sem, entretanto, mudar por completo o padrão construtivo do setor.

A mão de obra operária, por sua vez, pouco evoluiu tecnicamente e na forma de se organizar, de produzir e de aprendizagem do ofício, independentemente do porte da empresa ou da forma de vinculação da contratação direta ou através de empresas especializadas.

Segundo o relatório técnico do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE de março 2007, a forma de gerenciar e organizar a mão de obra nos canteiros é um importante elemento nesse processo de transformações que a indústria da construção civil brasileira enfrenta há alguns anos, e que tem na intensificação da terceirização da mão de obra um dos principais instrumentos para a alteração das relações entre o capital e o trabalho.

Essa situação ocorreu fortemente na segunda metade do século XX, especialmente nas grandes cidades, devido ao interesse de trabalhadores do meio rural que, sem qualificação para trabalhar no setor de construção e com alto índice de analfabetismo, migrou, naturalmente, para as grandes metrópoles, dando origem a um “acordo tácito” entre os empregadores, o estado e a massa sobrando (os trabalhadores) que, sem grandes esforços, encontraram uma saída para atender aos interesses dessas três partes.

Entretanto, pelas características e formas tradicionais de produção do setor de construção civil, e para que essa mão de obra pudesse ser absorvida em curtíssimo prazo com o mínimo de qualidade necessária, este setor adotou o modelo taylorista, subdividindo as atividades profissionais - tradicionalmente desempenhadas por aqueles que conheciam as técnicas de produção de quase todas as etapas de uma obra - em partes menores, dando origem às categorias como as de pedreiros, carpinteiros, etc., que, mais tarde, se subdividiram em outras mais especializadas como: pedreiros de alvenaria, pedreiros de concreto, carpinteiros de fôrmas, carpinteiros de esquadrias, e outras no setor da construção.

Esse fracionamento natural das etapas da obra e a falta de estoque suficiente de obras para absorção dos operários, favoreceu a alta rotatividade dessa mão de obra, tornando-a quase descartável e gerando desinteresse, por parte do empregador e do próprio operário, pelos investimentos em treinamento e qualificação profissional.

De acordo com o relatório técnico do DIEESE de março de 2007, intitulado “O processo de terceirização e seus efeitos sobre os trabalhadores do Brasil”, a rotatividade da mão de obra é uma das características mais marcantes do setor da construção civil, que é atribuída a fatores múltiplos e inter-relacionados, conduzidos pela manifestação dinâmica do processo de produção. Segundo Grandi (1985), a rotatividade não resulta de um único fator, mas vincula-se a fatores que vão desde o processo de seleção da mão de obra até a inserção do setor na economia.

Essa alta rotatividade, aliada à necessidade de mão de obra especializada, deu origem a criação de empresas especializadas (popularmente conhecidas como terceirizadas) que passaram a oferecer mais qualidade e redução na rotatividade dessa mão de obra. No Brasil, o conceito de terceirização de mão de obra chegou nos anos 1950, mas teve seu impulso apenas na década de 1990 (SILVEIRA, 2008). Segundo dados do Relatório Técnico do DIEESE de março de 2007, o processo de terceirização da produção e da prestação de serviços no Brasil, e em quase todos os países capitalistas,

desenvolveu-se como parte do rearranjo produtivo, iniciado na década de 70 do século XX, a partir da terceira Revolução Industrial, e que se prolonga até os dias de hoje. São mudanças importantes na organização da produção e do trabalho e, no caso específico da terceirização, na relação entre empresas.

Essa subdivisão em categorias profissionais especializadas e a conseqüente modalidade de trabalho, fortemente adotadas por este setor produtivo, tem sido uma solução que não resolveu, definitivamente, o problema da qualidade do produto nem tampouco da segurança e saúde daqueles operários, trazendo sérias conseqüências para o meio ambiente em decorrência do desperdício de materiais.

A origem desses problemas de segmentação da técnica em todas as etapas produtivas de uma obra, onde o operário é encarregado de executar parte das suas tarefas e entregando a outros profissionais especialistas a incumbência de complementá-las, como se estas fossem parcelas discretas, gradativamente adicionadas à capacitação do trabalhador e não partes intrínsecas de um todo, que pode-se chamar de competência integral para o trabalho. Essa desarticulação tem propiciado um trabalho com características pessoais de quem o executa, distanciando e dificultando que este tenha conhecimento e clareza dos objetivos do empreendimento em execução. Isso tem sido uma das mais importantes causas da baixa qualidade das obras, dos acidentes e doenças decorrentes do trabalho e da degradação do meio ambiente.

Este trabalho é resultado da pesquisa da dissertação de mestrado do autor Sergio Luis de Almeida Paiva no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca -CEFET/RJ - que apresenta uma análise de problemas relacionados a segmentação do trabalho na indústria da construção civil no Brasil e as práticas de qualidade, saúde e segurança no trabalho. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi através de uma pesquisa bibliográfica de literaturas sobre o tema em questão e a experiência do autor Sergio Luis de Almeida Paiva executando obras no setor da construção civil do Rio de Janeiro no período de 1979 a 1992. Observou-se, ainda, o registro dos métodos tradicionais de produção na indústria da construção, destacando numa das fases da obra o processo de organização e montagem das fôrmas para estrutura de concreto armado, que representa, com relevante grau de segurança, uma etapa típica dos processos produtivos que configura fielmente a realidade desse setor produtivo.

Espera-se que este trabalho proporcione ganhos diretos para todos os trabalhadores e, conseqüentemente, para as empresas e toda a sociedade, tendo em vista que irá proporcionar uma reflexão sobre o modelo atual de produção - que propicia prejuízos em Qualidade dos produtos, a Segurança e a Saúde das pessoas que produzem, e o que pode resultar em consequência para o Meio Ambiente.

## 2. GESTÃO DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As organizações possuem todas as características dos sistemas abertos, ou seja, como sistemas sociais que sofrem influência e influenciam o meio no qual estão inseridas – possuem comportamento probabilístico e não-determinístico e são como partes de uma sociedade maior e constituídas de partes menores. As organizações possuem interdependência entre as partes; homeostasia; fronteiras ou limites e morfogênese (ASHBY, 1970) e (MOSSO, 2006 apud WIENER, 1954).

Conforme Martins e Laugeni (2005), os sistemas de administração de produção são responsáveis por definir qual o “caminho” que a empresa deve seguir para atingir seus objetivos estratégicos, apoiando a tomada de decisões do empresário, principalmente quanto às questões: o que produzir, quanto produzir, quando produzir e com que recursos produzir.

O planejamento e controle da produção está balizado em alguns fatores básicos. Este arranjo está condicionado a combinação de duas funções básicas a todos estes sistemas: capacidade produtiva e demanda. Diversos autores, entre eles: Plossl (1986), Slack, Chambers e Johnston (2002) e Corrêa, Gianesi e Caon (2001), destacam que o empresário deve possuir plena compreensão e domínio destes dois fatores e mais importante ainda é conhecer a interação entre eles e seus impactos diretos e indiretos na produção. Os autores afirmam ainda que a capacidade produtiva determina o número de pessoas e as horas de maquinário para produzir, a previsão de materiais necessários, entre outros e deve estar dimensionada de acordo com a demanda e a demanda está relacionada com a necessidade e desejos de seus clientes. O equilíbrio entre demanda e capacidade produtiva é o verdadeiro segredo para o sucesso empresarial – produzir de forma adequada para o público correto no momento correto com os materiais necessários com um mínimo de desperdício atendendo à legislação vigente.

Existem então duas variáveis de controle para gerenciamento da produção: demanda e capacidade produtiva. A capacidade produtiva é apontada por Corrêa, Gianesi e Caon (2001), Plossl (1986 e

SLACK, et al. 1999) e Gaither e Frazier (2005) como uma “constante”, devido a fatores como o alto investimento que é requerido para ampliação da capacidade, dificuldades de previsão de crescimento de longo prazo, principalmente devido a fraca visão do empresário ou a falta de políticas públicas e marcos regulatórios que propiciem a introdução principalmente de inovações que movimentam os diversos setores da economia.

A capacidade produtiva, então, deve ser avaliada a médio e longo prazo, pois seu principal objetivo é possuir recursos para viabilizar a produção e o atendimento da demanda. É necessária a utilização de ferramentas e modelos que propiciem uma proposta viável de atendimento a possíveis aumentos de produção, como a terceirização em períodos de sazonalidade, ou a redução do período de trabalho para períodos parciais, como exemplos clássicos, sempre em função de uma demanda esperada (MARTINS, 2005).

A indústria da construção civil é uma atividade produtiva que tem peculiaridades e características próprias, funcionando totalmente invertida em relação à indústria clássica por ter seu processo de produção (seu ambiente industrial), gradativamente montado dentro do próprio produto em construção que se desmobiliza totalmente quando o produto fica pronto. Essa situação propicia transformações diárias nos ambientes de trabalho e dificulta o planejamento das atividades que acabam sendo executadas de forma precária e algumas vezes improvisadas pelos próprios operários.

As empresas, em sua maioria, apresentam um processo laboral com três características que tornam difícil o seu acompanhamento e controle: unidades de produção temporárias e migrantes; operários móveis em torno de um produto fixo; e produtos normalmente únicos.

Tal fato contribui para dificultar a avaliação de todos os custos a serem incorridos e, em consequência, do acompanhamento, situação que contribui para o ganho de experiência com decorrência na expressão do lucro desejado em cada empreendimento pois não há continuidade ou repetição durante esse processo industrial. Deste modo, o reconhecimento de todo o processo construtivo, do projeto à entrega da obra, se faz necessário a todos aqueles que desejam dele participar sem frustrar os ganhos desejados.

Em todo o processo de execução da obra, desde a concepção do projeto, passando pelo orçamento e chegando na execução propriamente dita, trabalha-se na perspectiva de que o homem que produz é um sujeito limitado ao seu ofício, que deve executar as suas tarefas nas condições que aprendeu



através do método tradicional empírico. E não fica muito longe disto, aqueles que aprenderam a planejar e conceber o projeto de um empreendimento, tomando como base que a obra será realizada seguindo os moldes daquelas executadas e produziram algum resultado. Esse modelo de planejar e executar uma obra, exige que o homem que produz seja tutelado em uma parte importante de suas tarefas, por outros que, supostamente, estão mais qualificados e evitariam perda de tempo. Essa parte delegada a outros, mutila a técnica adequada de produzir porque separa o que é inseparável quando se pretende fazer uma construção segura, em detrimento a uma construção que entrega a terceiros a segurança daqueles que são os principais interessados e que sofrerão as consequências por esta decisão.

Contraditoriamente, Vieira Pinto (1991), defende

o primeiro passo para a constituição da autoconsciência crítica do trabalhador, da qual decorre necessariamente a aquisição da linguagem escrita, está em fazê-lo tornar-se observador consciente de sua realidade; destacar-se dela para refletir sobre ela, deixando de ser apenas participante inconsciente dela e por isso incapaz de discuti-la.

O organograma referido na Figura 1 demonstra como o processo de trabalho, no “mundo real”, em todos os níveis da empresa da indústria da construção civil, lida culturalmente com a Qualidade dos produtos, a Segurança e a Saúde das pessoas que produzem, e o que pode resultar em consequência para o Meio ambiente (QSMS), tratando-os como um simples apêndice, mutilando princípios fundamentais do ser humano que, sem qualquer sombra de dúvida, são a questão central que dá origem aos acidentes e as doenças decorrentes do trabalho, assim como compromete a qualidade e a produtividade e trazem consequências desastrosas para o meio ambiente.

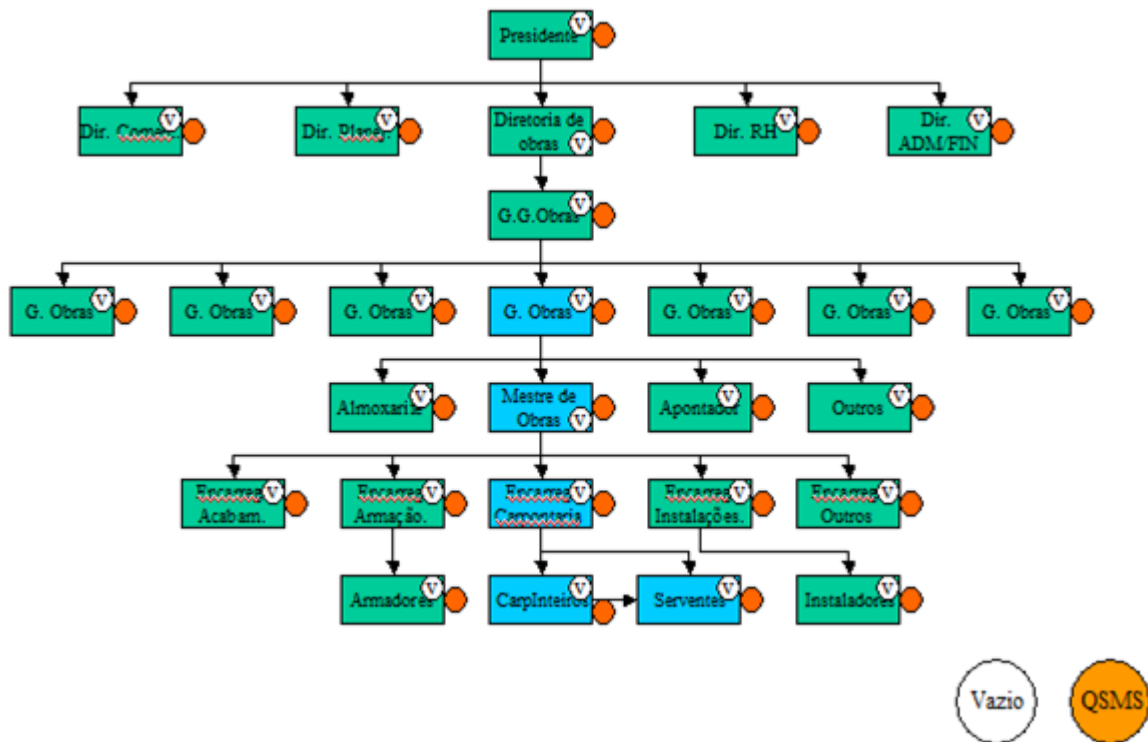


Figura 1 - Organograma Funcional - Indústria da Construção Civil - Mundo Real

### 3. O CENÁRIO DA PRODUÇÃO E A DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O processo produtivo de uma obra é de responsabilidade do Profissional Responsável pela Execução da Obra (PREO) que, em sua maioria, é um engenheiro civil ou, eventualmente, um arquiteto, estes se limitam a executar a obra com base nos projetos de execução e no seu cronograma físico/financeiro, deixando aos profissionais das áreas de QSMS a incumbência de planejar, implementar e verificar as ações dessas áreas no canteiro de obra.

A divisão de responsabilidades entre o PREO e o profissional de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) é estimulada pela própria legislação, portaria 3.214, de 08/06/1978, de segurança e saúde no trabalho, que dispõe sobre procedimentos e providências que devem ser cumpridos adicionalmente ao aprendizado da tarefa, reforçando a ideia da desarticulação entre o trabalho (que vem primeiro) e a integridade física do trabalhador e do meio ambiente, que vêm depois, como um apêndice.

Os projetos de execução das obras não contemplam os fatores e normas técnicas de QSMS porque, historicamente, sempre foram elaborados desta forma e nem os projetistas os conhecem com

profundidade. Nesse caso, é repassada aos profissionais de QSMS a incumbência de elaborar os projetos com base na legislação e normas técnicas vigentes, com grandes possibilidades de não serem implementados, OLIVEIRA (1999).

Os profissionais de QSMS, empregados da empresa construtora ou de subcontratadas (terceirizadas), costumam não ter autonomia operacional nem financeira para implementar, e até planejar, as demandas necessárias ao cumprimento dos quesitos de projeto visando a conformidade legal e normativa. Esses profissionais acabam sendo os “anjos da guarda” dos operários e se incumbem de “tomar conta” deles para que não deixem de cumprir suas orientações. Tudo isso cria uma relação de “faz de contas” que em quase nada contribui para a qualidade e a redução dos riscos de acidentes e doenças nos ambientes de trabalho. Os profissionais de segurança e saúde do trabalho conhecem essas limitações e vão tentando fazer o que podem e torcendo para não haver acidentes e doenças nos ambientes de trabalho.

A metodologia adotada neste estudo considera a abordagem conforme Martins e Laugeni (2005), que os sistemas de administração de produção são responsáveis por definir qual o “caminho” que a empresa deve seguir para atingir seus objetivos estratégicos, apoiando a tomada de decisões do empresário, principalmente quanto às questões: O que produzir, quanto produzir, quando produzir e com que recursos produzir.

Historicamente, o modelo de aprendizagem da indústria da construção civil está baseado em sistema de aprendizagem empírico que não contempla as questões de QSMS no estado da arte o que tem sido um dos grandes responsáveis pelos altos índices de acidentes de trabalho e pelo baixo interesse da classe operária em melhorar a sua qualificação profissional.

A Figura 2 representa um modelo de estudo que os autores pretendem realizar em uma etapa da obra (fôrmas para estrutura de concreto armado), o que irá demonstrar a diferença entre o “mundo real” e um “mundo proposto”, no qual serão inseridos como partes intrínsecas (Figura 3) os fatores que são segmentados nas atividades do “mundo real”.

O “Mundo Real” realiza a atividade da indústria da construção civil protegendo os trabalhadores conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NRs) de saúde e segurança do trabalho, com ação direta dos profissionais de QSMS, para reduzir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais.

O “Mundo Proposto” se pretende realizar a atividade da Construção Civil de forma segura, e sustentar esta competência ao longo de toda a evolução Técnico-profissional, com ação intrínseca de QSMS na atividade.

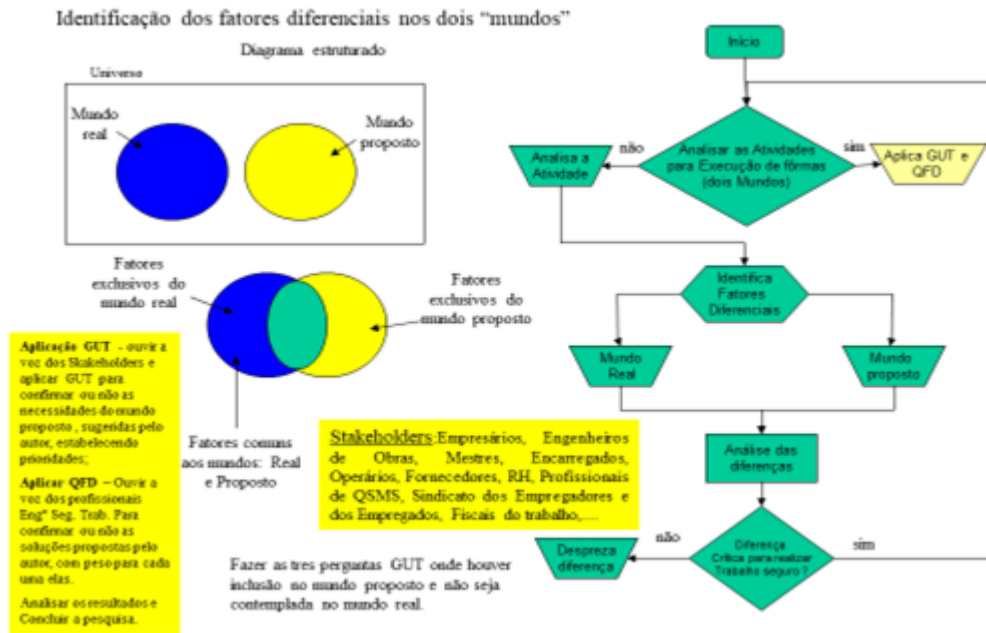


Figura 2 - Identificação dos fatores diferenciais nos dois modelos (Real e Proposto) - Diagrama estruturado

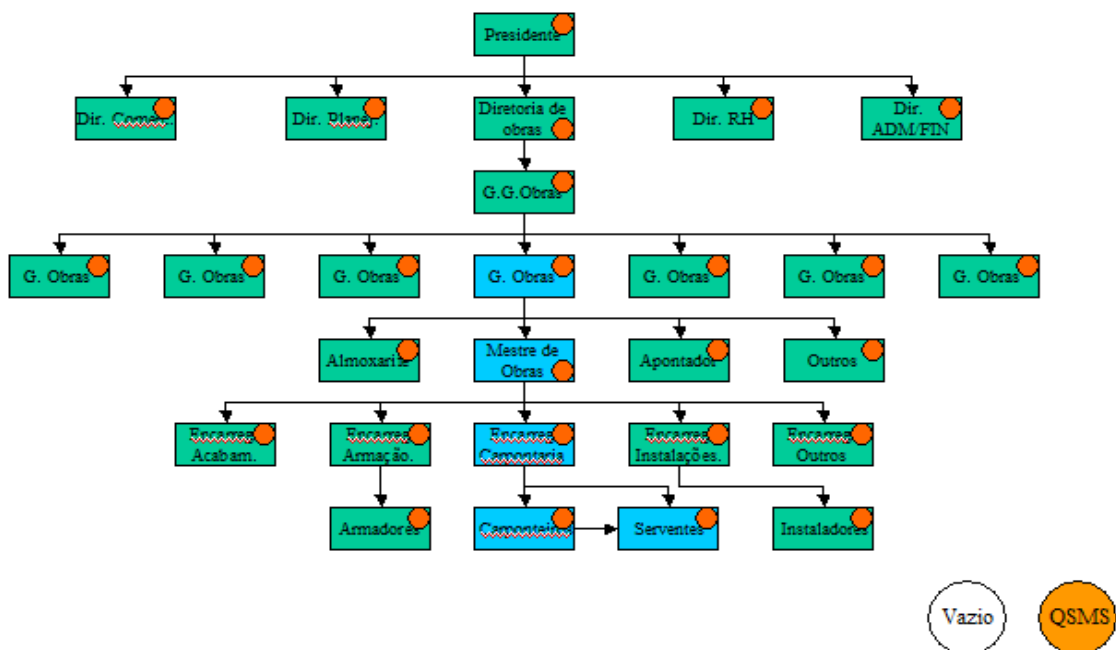


Figura 3 Organograma funcional – Indústria da Construção Civil - Mundo Proposto

A não adoção de um modelo que contemple a prática da qualificação e certificação profissional onde QSMS sejam intrínsecos aos processos produtivos da indústria da construção civil, especificamente no subsetor de edificações residenciais, descompromete os operários nas questões de QSMS por simples desconhecimento do que pode ser feito de melhor, e é uma das principais causas de aumento dos riscos ocupacionais, desperdícios de materiais e de tempo dos trabalhadores, baixa qualidade nos produtos e baixa sustentabilidade das empresas deste setor. POCHMANN (1999).

A formação do operário da construção civil, especificamente no subsetor de edificações, em sua grande maioria, ocorre de forma empírica, não sendo exigido nenhum pré-requisito de formação escolar nem profissional quando se inicia na atividade como servente de obras, sendo a carteira de trabalho a única forma de atestar a sua profissão ficando dispensada a apresentação de certificado de formação para atestar seus conhecimentos. Nesse caso é apenas levada em consideração a situação física do candidato por ser uma atividade que ainda exige muito esforço físico. Na continuidade dessa formação empírica são contemplados apenas os quesitos técnicos de cada função a ser exercida, não sendo incluídas as questões de QSMS.

A cultura do “improviso” e do “imediatismo” na construção civil, aliada ao prazo curto para a execução das obras, e a conseqüente alta rotatividade dos trabalhadores, têm sido fatores de desestímulo para investimentos de médio e longo prazos, especialmente na melhoria da qualificação da mão de obra operária e nas ações de QSMS nos canteiros de obra, MARCHIORI (1998).

O trabalhador já tem a cultura de que, por “ser macho”, não tem medo de nada e por isso não se preocupa com as regras de segurança e saúde no trabalho e se envolve muito pouco com as proteções coletivas e individuais em seu dia a dia de trabalho.

As obras pequenas nem sempre são visíveis, estando muitas delas dentro de outros empreendimentos ou sendo feitas tão rapidamente que favorecem não contemplar a segurança e a saúde dos trabalhadores, pelo próprio trabalhador e pelo construtor.

A incapacidade operacional de o poder público fiscalizar este setor produtivo, especialmente as micro e pequenas empresas, favorece o descumprimento legal. E quando ela ocorre, a ação que deveria ser educativa é quase sempre punitiva.

Existem poucas escolas de formação de operários da construção civil porque o modelo de aprendizagem (aprender fazendo) ainda se mantém há décadas e não foi aprimorado por desinteresse do empreendedor e do próprio trabalhador. Esta é uma profissão que o saber se dá de maneira inversa do campo para o papel.

Um profissional de saúde e segurança no trabalho não consegue estar presente numa obra acompanhando todas as atividades e mudanças que ocorrem no dia-a-dia OIT (2005); TEM (2005); SESI (1998). O importante é a forma pela qual se consegue introjetar, de maneira simples, os valores saúde e segurança nos ambientes de trabalho, numa linguagem adequada para essa categoria de profissional.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo confirmam a importância do “paradigma da divisão do trabalho” do engenheiro Norte Americano Frederick W. Taylor e chama a atenção para algum desvirtuamento nos processos de trabalho do referido setor produtivo. Segundo Christophe Dejours (1992), “ao separar, radicalmente, o trabalho intelectual do trabalho manual, o sistema Taylor neutraliza a atividade mental dos operários”. Observa-se que o homem que trabalha nesse contexto, em todas as esferas de produção, age de forma fracionada, não integral, perdendo o sentido de corpo que contraria a própria existência do homem como sistema. Dentre vários benefícios que se pode desdobrar deste estudo, destacamos:

- Propor mudanças organizacionais propiciando o comprometimento do trabalhador com os objetivos da cadeia cliente/fornecedor;
- Melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores atendendo as suas necessidades no ambiente de trabalho;
- Redução dos acidentes e doenças no Trabalho na Indústria da construção civil;
- Orientar a formação, qualificação e aperfeiçoamento profissional no setor de construção civil;
- Orientar a revisão das normas regulamentadoras de SST (Saúde e Segurança no Trabalho) do TEM (Ministério do Trabalho e Emprego) para a indústria da construção civil;

- Criar cultura de pensamento sistêmico nas atividades produtivas da indústria da construção civil;
- Atualizar as principais normas técnicas da ABNT, manuais de procedimentos, e requisitos legais de QSMS que devem ser considerados na qualificação e certificação da mão de obra e nos projetos de execução da obra;
- Contribuir para o aprimoramento dos currículos de formação dos profissionais de Engenharia Civil, Engenharia de Segurança do trabalho, Técnicos de Segurança e de enfermagem do trabalho, e Técnicos de Edificações para que incluam os itens de QSMS concomitantemente à execução das suas tarefas;
- Contribuir com a adequação da legislação atual de QSMS à atividade da indústria da construção, considerando ser uma atividade com característica e peculiaridades próprias que carece de legislação com foco específico;
- Investigar bibliografias e práticas de modelos de aprendizagem empíricos e de modelos que realizam treinamentos incluindo QSMS, nos setores produtivos, para orientar a elaboração de uma estrutura de documentação e de procedimentos de execução, por atividade, onde já seja contemplado como realizar cada atividade do subsetor de edificações, com qualidade, de forma tecnicamente correta, contemplando as medidas de segurança e saúde para minimizar os riscos de quem a executa e as medidas de proteção ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBY, W. R. Introdução à cibernética. 5ª edição, Porto Alegre. Ed Perspectiva S.A., 1970.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Cenários e Perspectivas da construção no Brasil – 2008.

CORRÊA, H. L. GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação, 4ª edição, São Paulo, Ed: Atlas, 2001.

DEJOURS, C. A loucura do trabalho: estudo de psicologia do trabalho, 5ª edição ampliada – São Paulo, 1992.

DEJOURS, C. A banalização da injustiça social. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1999.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Relatório Técnico: “O Processo de Terceirização e seus efeitos sobre os Trabalhadores no Brasil” - março 2007.

FERREIRA, A. S. R. Modelagem Organizacional por Processos: um sistema óbvio de gestão, um passo além da hierarquia – Rio de Janeiro: Mauad, 2010.

GRANDI, Sônia Lemos. Desenvolvimento da indústria da construção civil no Brasil. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Sociologia da USP. São Paulo, 1985.

MARTINS, P. G e LAUGENI F. P. Administração da Produção, 3ª edição. São Paulo. Ed: Saraiva, 2005.

MOSSO, M. M. Administração e modelo de gestão – sistemas e cibernética, Rio de Janeiro, Ed: HP comunicação, 2006.

PINTO, Álvaro Vieira. O conceito de Tecnologia, Vol. I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

PLOSSL, G. W. Production and inventory control: Applications. Georgia, EUA, Ed: Marietta, 1986.

POCHMANN, Márcio. O Trabalho Sob Fogo Cruzado. São Paulo: Contexto, 1999.

QUELHAS, Oswaldo. L. G. gestão integrada de sistemas, 2004.

RAMAZZINI, B. As doenças dos trabalhadores. Tr: Raimundo Estrela. 3. ed. São Paulo: Fundacentro, 2000.

RIGOTTO, R.M. Saúde dos trabalhadores e meio ambiente em tempos de globalização e reestruturação positiva. Rev. Bras. Saúde Ocup., v.25, n.93/94, p.9-20, 1998.

SENGE, Peter M. A quinta disciplina, Arte e prática da organização que aprende, 2ª edição. São Paulo: Best Seller, 1992.

SILVEIRA, F. L. Netto Mercado da Construção - Cimento Itambé ,fevereiro/2008.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo. Ed: Atlas, 2002.

SOLOMON, Robert C. Ética e excelência: cooperação e integridade nos negócios – Rio de Janeiro, civilização brasileira, 2006.



# Capítulo 17

## MERCADO DO ETANOL BRASILEIRO: COMPOSIÇÃO DE PREÇOS E PERSPECTIVAS

[10.37423/200200254](#)

*Sara Lucia da Silva Ribas (UFOP)*

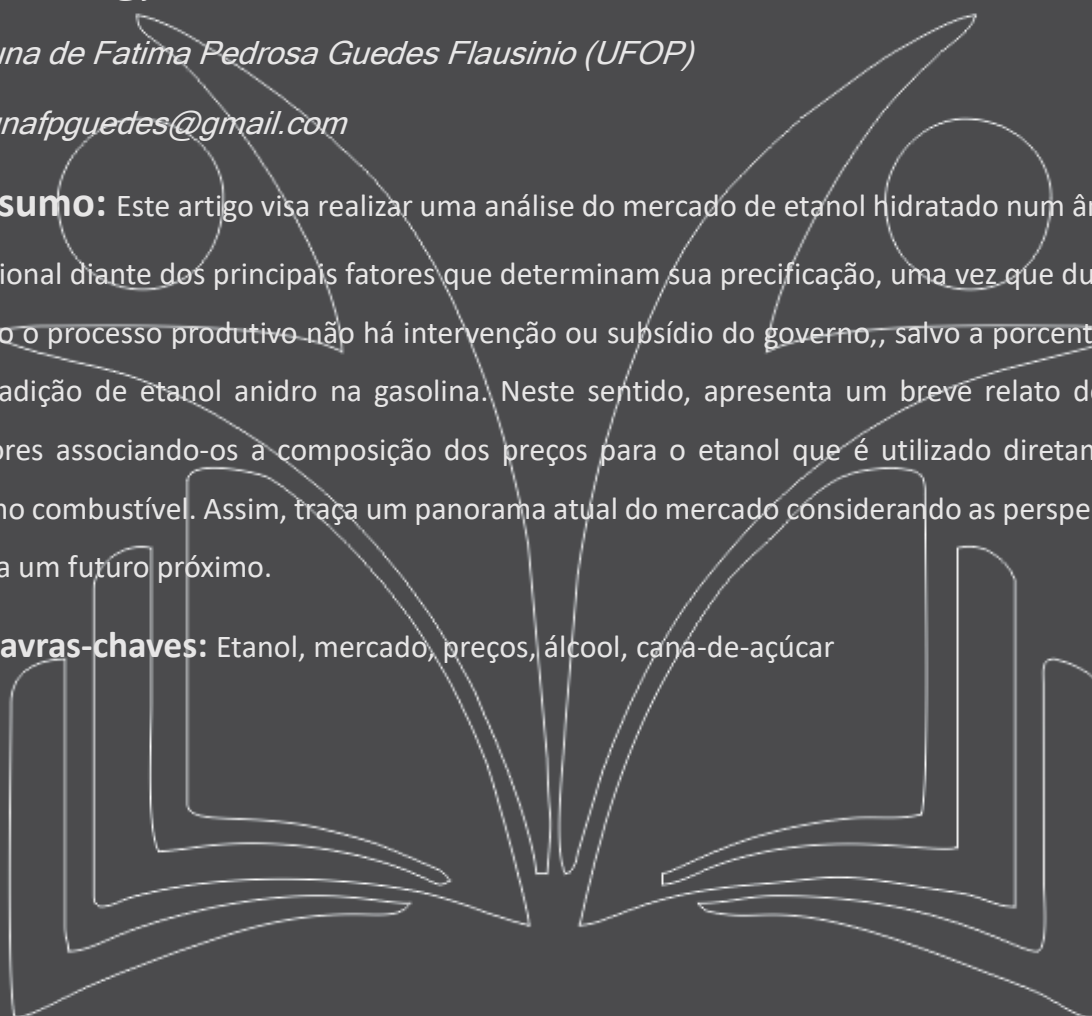
*saraluribas@yahoo.com.br*

*Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausinio (UFOP)*

*brunafpguedes@gmail.com*

**Resumo:** Este artigo visa realizar uma análise do mercado de etanol hidratado num âmbito nacional diante dos principais fatores que determinam sua precificação, uma vez que durante todo o processo produtivo não há intervenção ou subsídio do governo,, salvo a porcentagem de adição de etanol anidro na gasolina. Neste sentido, apresenta um breve relato de tais fatores associando-os a composição dos preços para o etanol que é utilizado diretamente como combustível. Assim, traça um panorama atual do mercado considerando as perspectivas para um futuro próximo.

**Palavras-chaves:** Etanol, mercado, preços, álcool, cana-de-açúcar



## 1. INTRODUÇÃO

Assunto em destaque nos últimos anos, o etanol combustível ou álcool, como é mais popularmente conhecido, tem sido alvo constante, no Brasil, de muitas críticas e questionamentos a respeito de sua confiabilidade e índice de preços. Não obstante, em uma época de constantes debates a respeito das mudanças climáticas e aquecimento global, a produção, utilização e comercialização do álcool combustível assume um lugar estratégico, como fonte de energia renovável, que demandará novas linhas de ação política, a fim de que tal impasse entre consumidores e produtores possa ser solucionado. Além disso, a falta de etanol, relacionada aos problemas de entressafra e alta nos preços do açúcar, e a competitividade com a gasolina poderão levar à retração da indústria dos veículos flex e à descrença no próprio programa de energia limpa.

## 2. CARACTERIZAÇÃO

### 2.1. DEFINIÇÃO

Etanol, ou álcool etílico (fórmula molecular  $C_2H_6O$ ), é uma substância orgânica pura obtida da fermentação de açúcares, comumente utilizado na fabricação de bebidas alcoólicas bem como na perfumaria. Este álcool pode ser produzido a partir de várias matérias-primas como o milho e a cana-de-açúcar.

No Brasil, o etanol também é utilizado em grande escala como combustível automotivo, puro (hidratado) ou em misturas (anidro) à gasolina, em motores de combustão interna com ignição por centelha (ciclo Otto), constituindo assim um mercado em ascensão e o estabelecimento de uma indústria química de base, sustentada na utilização de biomassa de origem agrícola e renovável.

### 2.2. TIPOS DE ETANOL

O etanol é classificado em dois tipos básicos:

- Etanol anidro: é o etanol isento de água. Seu principal componente é o álcool etílico, com teor alcoólico mínimo de 99,3°. É utilizado como aditivo na gasolina no processo de octanagem numa proporção de 20 a 25%.
- Etanol hidratado: é uma mistura hidro alcoólica composta de 92,6° de álcool etílico e 5% de água. É utilizado diretamente como combustível para veículos leves com motores à combustão.

## 3. PROCESSO PRODUTIVO

A cadeia produtiva do etanol vai desde o plantio da matéria-prima, passando pela colheita, processamento nas destilarias e finalmente a comercialização do etanol.

A área destinada à plantação da cana-de-açúcar corresponde a cerca de 2,5% de toda a terra arável do país, o que equivale a um valor em torno de 8 milhões de hectares, colocando o Brasil como o maior produtor do mundo, detendo 35% da produção mundial (SILVA, 2010).

As regiões Centro-Sul e Nordeste são as principais produtoras de cana-de-açúcar como pode ser observado na Figura 3.1; as áreas em vermelho representam as regiões com maior concentração de plantações de cana-de-açúcar e usinas de processamento para a produção de etanol e açúcar. Ainda assim, cerca de 90% de toda a produção de cana-de-açúcar concentra-se na região Centro-Sul com o estado de São Paulo sendo o maior produtor (UNICA, 2012).

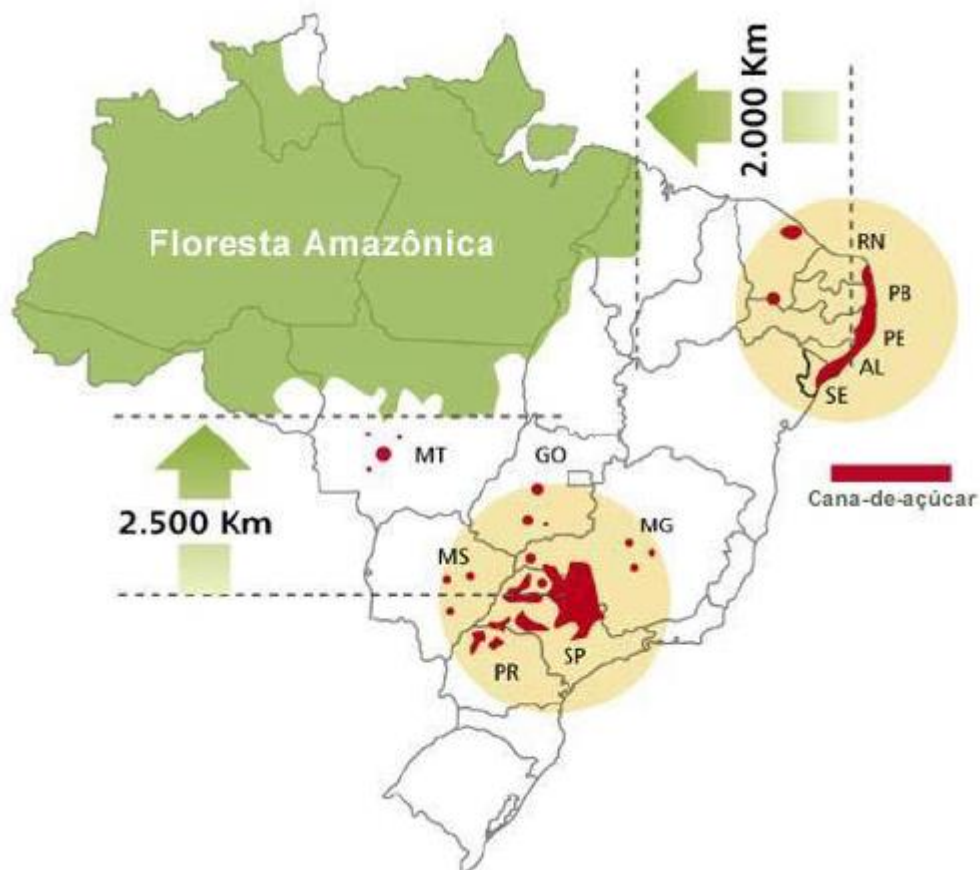


Figura 3.1 – Mapa de produção da cana-de-açúcar

Fonte: UNICA (2012)

Antes de se iniciar o plantio da cana-de-açúcar uma série de estudos é realizada como, por exemplo, a espécie a ser plantada, bem como a análise do solo e das condições climáticas da região. Essa última será decisiva na produtividade da safra uma vez que ocorre um melhor desempenho em climas que apresentam duas estações distintas e bem definidas – uma quente e úmida, que favorece o processo de germinação e formação de brotos e outra fria e seca, favorável à maturação e acúmulo de sacarose.

No Brasil, o ciclo da cana-de-açúcar dura, em média, seis anos. Após esse período é necessário refazer o plantio. Durante o ciclo são realizados cinco cortes, sendo que o primeiro ocorre de 12 a 18 meses após o plantio e, posteriormente, a cada um ano. Depois do primeiro corte, a cana-de-açúcar cresce por rebrotamento e a cada rebrota há uma queda na produtividade.

A etapa seguinte é a colheita, que é realizada no período de abril a dezembro na região Centro-Sul e de agosto a abril na região Nordeste, que são períodos de maior seca, o que favorece a maturação da cana-de-açúcar.

O transporte deve ser feito o mais rápido possível, visto que a cana-de-açúcar é um produto perecível e não pode ser armazenada por mais do que poucos dias. O próprio método de colheita – manual ou mecanizada, interfere na qualidade do produto.

Ao ser destinada para as usinas de destilação, é feita uma análise laboratorial dos teores de sacarose da cana-de-açúcar, o que irá definir todo o processamento na usina.

Uma vez na usina, a cana-de-açúcar, em geral, é lavada (somente a cana-de-açúcar inteira) e segue para o sistema de preparo e extração. A primeira etapa do processamento propriamente dito é a moagem da cana-de-açúcar. Dela é obtido o caldo que será processado para a produção de etanol e açúcar. Este é inicialmente peneirado e tratado quimicamente, para coagulação, floculação e precipitação das impurezas, que são eliminadas por decantação.

Após ser tratado, o caldo é evaporado para ajustar sua concentração de açúcares e, eventualmente, é misturado ao melaço (solução residual do processo de cristalização da sacarose, rica em açúcar e que não retorna ao processo de fabricação do açúcar), dando origem ao mosto, uma solução açucarada e pronta para ser fermentada.

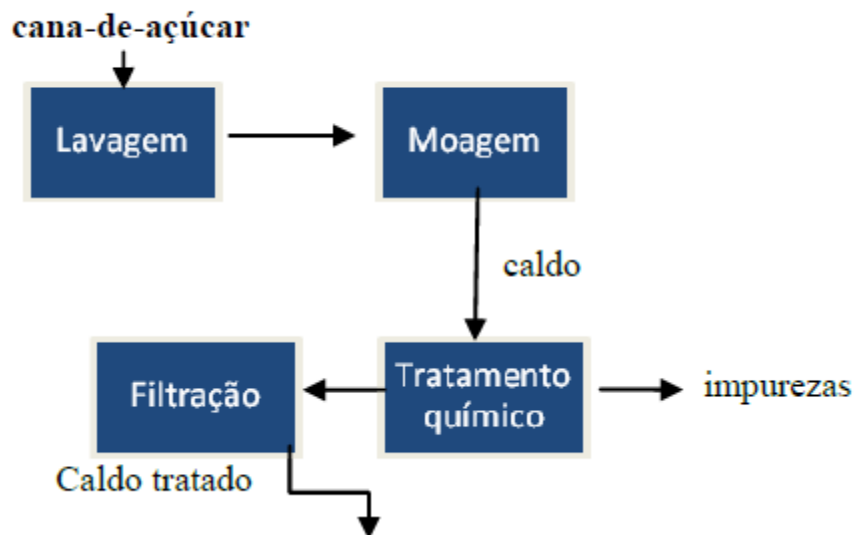
Para a produção de etanol, feita a partir tanto do caldo tratado como da mistura de caldo e melado, também chamado de mosto, a etapa seguinte é de fermentação que será realizada por leveduras (fungos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*) nas chamadas dornas de fermentação.

Após a fermentação, o líquido obtido é chamado de vinho fermentado e possui uma concentração de álcool que varia de 7 a 10%. O álcool desse vinho é recuperado em colunas de destilação e nelas se obtém o etanol na forma hidratada com cerca de 96% de álcool e 4% de água, em volume (BNDES; CGEE, 2008).

Para melhor compreensão dessas etapas, é apresentado um fluxograma do processo de obtenção do etanol de cana-de-açúcar na Figura 3.2.

Por fim, o etanol hidratado pode ser estocado como produto final ou como matéria-prima para a produção do etanol anidro, o qual é obtido por mais de uma etapa de desidratação o que irá lhe conferir 99,7% em volume de álcool.

A maior parte das 432 usinas do Brasil, segundo a Unica (2010), é capaz de produzir tanto etanol quanto açúcar, variando a proporção de acordo com os interesses de mercado da usina.



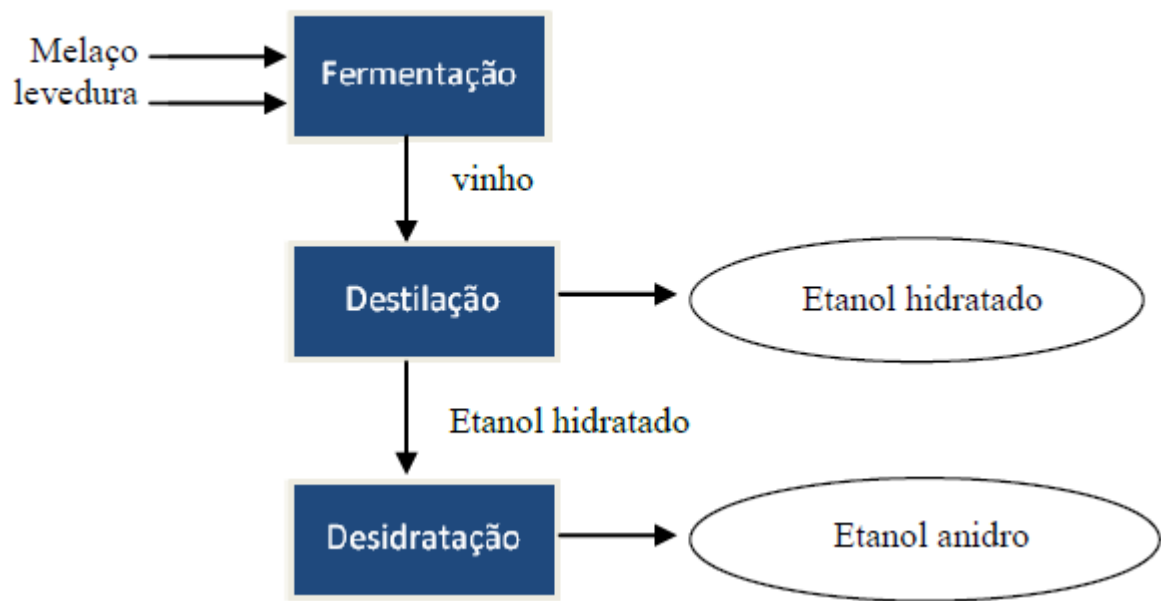


Figura 3.2 – Processo produtivo do etanol

Fonte: Elaboração própria

## 4. MERCADO DO ETANOL

A abordagem do tema proposto neste trabalho remete ao mercado do etanol, envolvendo questões como oferta e demanda, produção concomitante com açúcar bem como as políticas de governo envolvidas, as quais determinam o mercado, traçando um panorama atual com as tendências para os próximos anos.

### 4.1. POLÍTICAS DE GOVERNO

Em razão do forte impacto negativo causado pelos dois choques do petróleo na década de 1970, foi criado um programa de governo de incentivo à produção de etanol com o intuito de diminuir a dependência de combustíveis fósseis, o chamado Programa Nacional do Álcool – Proálcool.

Com o Contra choque do petróleo em 1989, houve forte queda dos preços internacionais do petróleo e o etanol começou a perder competitividade frente à gasolina, não obstante o governo retirou os subsídios concedidos para a produção de álcool. Assim, não houve como remunerar o alto nível de oferta necessária para o atendimento da frota, culminando na crise de abastecimento de etanol em 1990.

Deste então, a intervenção governamental das atividades do setor sucroalcooleiro vem sofrendo redução, com a eliminação gradual de práticas de políticas públicas para regulamentação do mercado de etanol (UNICA, 2010).

Atualmente, os preços do etanol e do açúcar no mercado doméstico brasileiro não têm nenhuma regulamentação governamental sendo determinados apenas por regras de livre comércio e concorrência plena.

Também não existem linhas específicas de financiamento para os produtores de cana-de-açúcar no sentido de ampliar a capacidade de produção nem na renovação dos canaviais que são limitados a seis safras por plantio. A ausência de uma política pública que especifique claramente qual deve ser a participação do etanol no mix de combustíveis pode afetar o crescimento sustentado da indústria do etanol no Brasil (ANÁLISE ENERGIA, 2012).

O Programa de Financiamento à Estocagem de Álcool é, atualmente, o único programa de apoio decidido em favor do setor sucroalcooleiro nacional. Em dezembro de 2011, foi publicada no Diário Oficial da União pela presidente Dilma Rousseff uma medida provisória com a intenção de, ao oferecer juros menores para o financiamento à estocagem de etanol, suprir a demanda interna e garantir um preço razoável no período de entressafra.

Diante de um cenário de recuo na produção e alta nos preços do etanol, a principal ação tomada pelo governo em 2011, foi a medida provisória que autoriza a ANP a fiscalizar e a regulamentar o setor, podendo, inclusive, decidir sobre políticas de importação e exportação. Também foi definido que o etanol deixa de ser derivado da produção agrícola para ser considerado um combustível estratégico. Além disso, o governo reduziu a porcentagem obrigatória de álcool anidro adicionado na gasolina, de acordo com a Portaria MAPA nº 678, passando de 25% para 20% em outubro de 2011.

## 4.2. SAFRA

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2011), a lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil. As áreas em produção tiveram aumento considerável, sendo mais significativo nos Estados de: Minas Gerais (83.100 ha), Mato Grosso do Sul (84.700 ha), Goiás (79.110 ha) e Mato Grosso (13.040 ha).

Quanto ao aspecto agrônômico, a lavoura de cana-de-açúcar apresentou na safra 2010/11 um desenvolvimento aquém do ideal e inferior ao da safra passada, levando a uma produtividade menor que a estimada inicialmente pelos produtores. As causas foram diversas, mas, o clima foi o principal causador da queda da produção, em consequência das adversidades ocorridas a partir do mês de abril até outubro de 2010, com chuvas escassas em toda a região Centro-Oeste e Sudeste (CONAB, 2011).

De acordo com a União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA), a previsão era de 12% de alta na safra 2010/2011, porém o setor alcançou apenas 7%. Até 15 de outubro de 2011, a produção de etanol na safra 2011/2012 foi de 18,2 bilhões de litros, recuo de quase 16% em relação ao mesmo período da safra anterior.

A previsão do Conab (2011) para a produção de etanol é de 287,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar para produção de 22.857,6 bilhões de litros de etanol, 17,2% menor que a produção da safra 2010/11. Deste total, 9.069,3 bilhões de litros serão de etanol anidro e 13.788,3 bilhões de litros serão de etanol hidratado. Por estes números, o etanol anidro deverá ter um aumento de 13,1% na produção e o etanol hidratado deve ter uma redução de 29,6%, quando comparados com a produção de etanol da safra anterior.

### 4.3. VEÍCULOS FLEX

A última fase definida do Proálcool tem como fatores de discussão o efeito estufa e a produção dos chamados carros flexíveis ou simplesmente flex, que foram introduzidos no Brasil no ano de 2003.

Esse tipo de carro surgiu nos Estados Unidos e com o mesmo propósito no Brasil de poder utilizar o álcool como combustível alternativo à gasolina.

A tecnologia funciona quando um sensor identifica a quantidade de álcool combustível com base no teor de oxigênio do gás do escapamento e o motor é ajustado automaticamente. Feito de ligas especiais, o motor do carro flex roda bem com etanol, com gasolina ou com a mistura de ambos em qualquer proporção. Dessa forma, a demanda por combustíveis dos veículos com esse tipo de motor será determinada, no essencial, pela relação de preços entre o etanol e a gasolina. Pode-se dizer que essa tecnologia transformou o motor convencional à gasolina em um motor inteligente (SILVA, 2010).

O primeiro carro flexível no Brasil foi o Volkswagen Gol Total Flex e desde então a produção desse tipo de automóvel cresceu no país vertiginosamente chegando, hoje, a marca de quase 90% dos carros



produzidos a saírem de fábrica com essa tecnologia. O Gráfico 4.1 analisa os níveis de produção de automóveis por tipo de combustível no período compreendido entre os anos 2000 e 2010, mostrando a ascensão dos veículos bicombustíveis a partir de 2003 e a extinção dos carros movidos somente a álcool, em 2006.

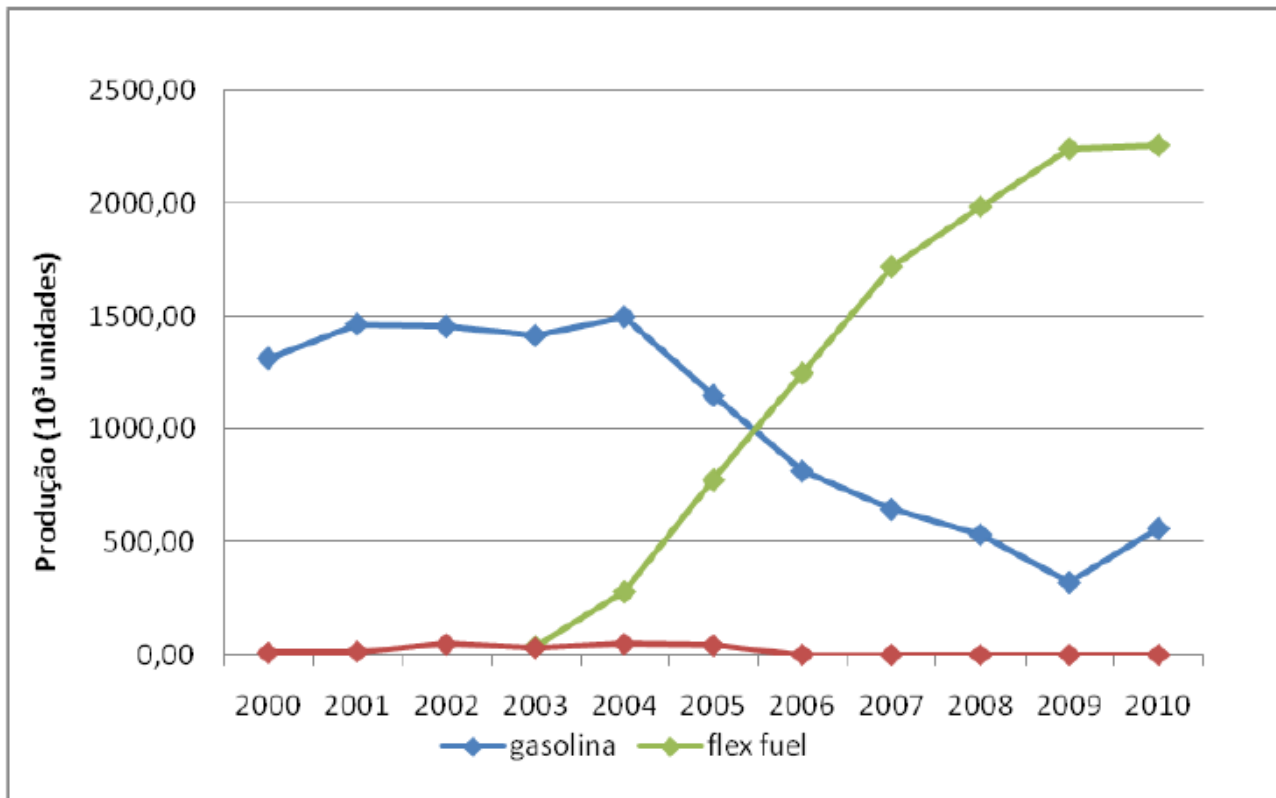


Gráfico 4.1 – Produção brasileira de carros por tipos de combustível

Fonte: Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (2011)

## 5. PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL

Como no Brasil, a precificação do etanol é determinada pelo próprio mercado e pela concorrência, pode-se dizer que sua determinação está diretamente ligada à produção da cana-de-açúcar, uma vez que esta irá definir o comportamento do mercado.

A cana-de-açúcar, principal matéria-prima para a produção tanto de etanol quanto de açúcar no Brasil, vem apresentando um aumento progressivo de produção nos últimos os com destaque para um considerável incremento nas últimas safras como é apresentado no Gráfico 5.1.

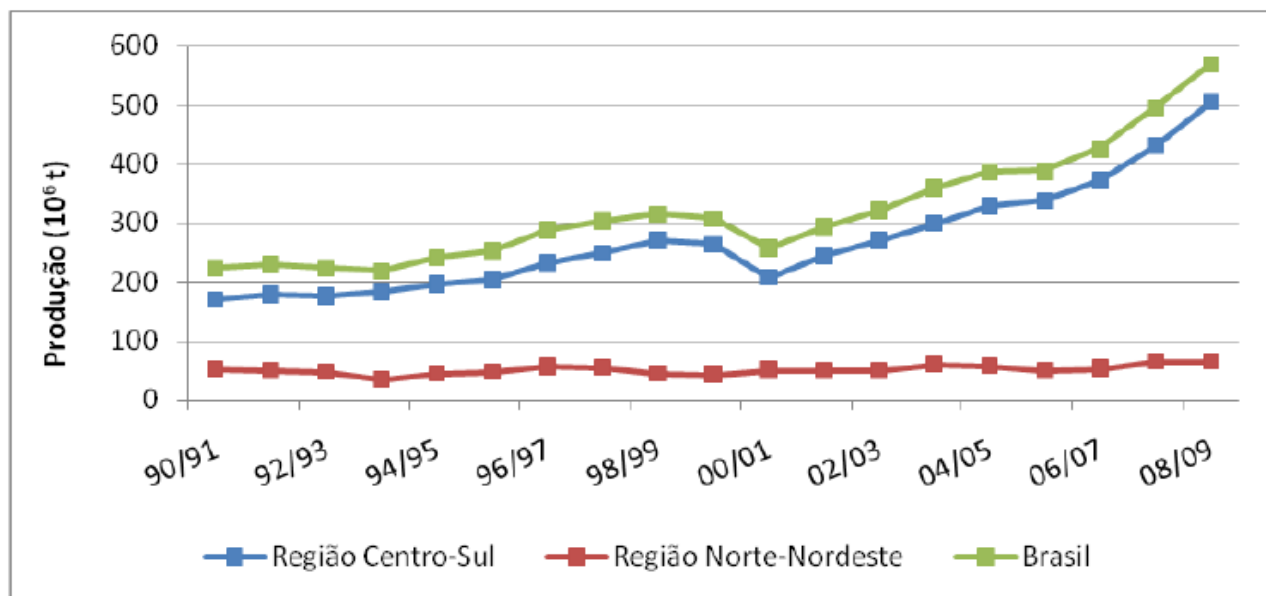


Gráfico 5.1 – Processamento de cana-de-açúcar no Brasil e nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste

Fonte: UNICA (2010)

Nota-se que, em valores absolutos, a produção mais que duplicou na última safra da série em relação à primeira da década.

A proporção do total da cana-de-açúcar produzida destinada à produção de açúcar e etanol é chamada mix de produção, o qual também está diretamente ligado à produção dos mesmos. A Tabela 5.1 mostra o mix das últimas safras. Verifica-se que a maior parte da cana-de-açúcar processada é destinada à produção do etanol além de existirem oscilações no mix de uma safra para outra, apesar da série histórica ser composta por apenas três safras.

Safra	Açúcar (%)	Etanol (%)
2007/08	44,19	55,81
2008/09	39,66	60,34
2009/10	43,17	56,83

Fonte: Silva (2010)

Tabela 5.1 – Tabela mix de produção nas últimas três safras

Quanto aos rendimentos industriais de cada produto por tonelada de cana-de-açúcar processada, BNDES & CGEE (2008) coloca que, para a produção exclusiva de etanol, o rendimento de uma tonelada de cana-de-açúcar é de 86 litros de etanol hidratado, ao passo que para a produção de açúcar, o rendimento é de 100 Kg desse produto além de mais 23 litros de etanol hidratado oriundo do melaço.

Analisando a produção do etanol, observa-se através do Gráfico 5.2, que no período que vai desde o ano 2000 até 2005, a produção de etanol anidro superou a do hidratado, o que havia ocorrido apenas no período compreendido entre 1976 e 1980, e em 1983 isoladamente em virtude do Proálcool que regulamentou a adição de 22% de etanol anidro à gasolina. Atribui-se esse fato a um aumento no consumo de gasolina naquele quinquênio, visto que naquela época a proporção de anidro na gasolina era de 25%. A partir de 2006, a produção de etanol hidratado volta a ultrapassar a do anidro e segue no ritmo de crescimento considerável, adquirido entre 2003 e 2004 em consequência do surgimento dos veículos flex, salvo a uma queda no ano de 2009 refletindo os efeitos da crise econômica mundial de 2008.

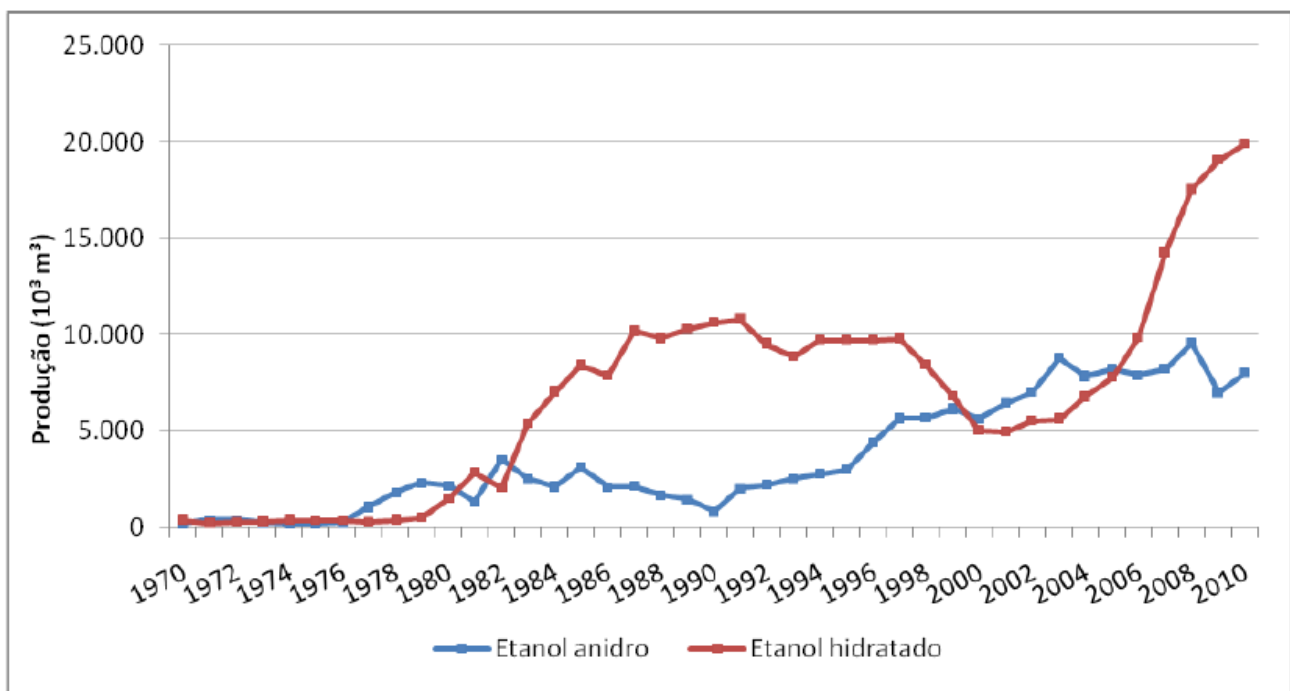


Gráfico 5.2 – Produção brasileira de Etanol anidro e hidratado

Fonte: EPE (2011)

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, perdendo apenas para os Estados Unidos. Entretanto, é o maior exportador no mercado internacional. De acordo com dados da Unica (2010), no ano civil de 2009, o volume de exportação foi de 3,31 milhões de litros.

No mercado nacional, a região formada por estados do sudeste, centro-oeste e sul, denominada Centro-Sul, detém a maior parcela da produção nacional frente à Norte-nordeste, composta pelos estados produtores das regiões Norte e Nordeste. Segundo ANP (2011), o Centro-Sul produziu 93,32% da produção total de etanol em 2010, com destaque para o estado de São Paulo, que respondeu por 56,38% da produção nacional no mesmo período.

## 6. PRECIFICAÇÃO DE ETANOL NO BRASIL

Neste capítulo será feita uma análise da precificação do etanol no Brasil, a partir do que foi discutido até aqui no sentido de aspectos que influenciam na composição dos preços. Também serão utilizadas séries históricas da evolução dos preços. Porém, serão desconsideradas as oscilações de valor monetárias utilizando-se apenas dos valores correntes.

Assim como em qualquer outro mercado, a produção e o nível de preços para o etanol e açúcar também sofrem oscilações embora o mercado alvo seja diferente para os dois produtos; a maior parte do açúcar produzido é escoada para o mercado internacional enquanto que a maioria da produção do etanol tem o destino dentro do território nacional, seja por uma questão de suprir a demanda interna, seja por barreiras tarifárias impostas por outros países.

Como derivados de uma mesma matéria-prima, os níveis de produção e precificação do etanol e do açúcar estão intrinsecamente ligados. Assim, um aumento no preço do etanol é atribuído a um escoamento do total de cana-de-açúcar processada para a produção de açúcar uma vez que seu preço no mercado internacional deve estar mais alto.

Esta afirmação se mostra um pouco incoerente com que o foi exposto até aqui, ou seja, de acordo com a tabela com o mix de produção apresentada para as últimas três safras, a maior parte da cana-de-açúcar processada é destinada para a produção de etanol. Além disso, a produção de cana-de-açúcar tem mantido certa estabilidade na oferta de etanol e açúcar, ambos com tendências de aumento para tal oferta.

De acordo com Silva (2010), o aumento do preço, bem como a quantidade produzida de etanol pode estar, também, relacionado à dificuldade e custo de armazenagem e distribuição do etanol e dos impostos que incidem sobre o produto.

Segundo Zañão (2010), no período de entressafra é comum uma concentração do mercado do etanol por parte das usinas mais capitalizadas uma vez que estas possuem capacidade para manter estoques de álcool e assim ganham poder de negociação frente aos pequenos produtores que continuam comercializando o álcool combustível.

Silva (2010) também cita os aspectos técnicos naturais do processo produtivo como reguladores da produção e precificação. Segundo Macedo & Sousa (2010), durante o período chuvoso o volume de sacarose menor e se torna mais viável maximizar a produção de etanol e reduzir a produção do açúcar. O contrário ocorre para o período de seca.

Filho et al (2008) cita que a projeção do comportamento dos preços do etanol apresenta grandes dificuldades. Os autores também colocam que apesar das fontes de incerteza atreladas a esse tipo de projeção – tais como o comportamento da inflação e a taxa de câmbio – os preços do etanol tenderão, a médio e longo prazo, a se associar mais aos dos derivados de petróleo do que aos do açúcar.

O Gráfico 6.1 traz a série histórica dos preços ao consumidor do etanol anidro e hidratado verificados no Estado de São Paulo no período de 2002 a março de 2012. Os preços praticados nesse estado são considerados representativos uma vez que sua produção responde por quase 60% da produção total nacional assim como a semelhança de suas condições produtivas com as do restante do Centro-Sul, a qual responde por mais de 90% da produção brasileira de etanol.

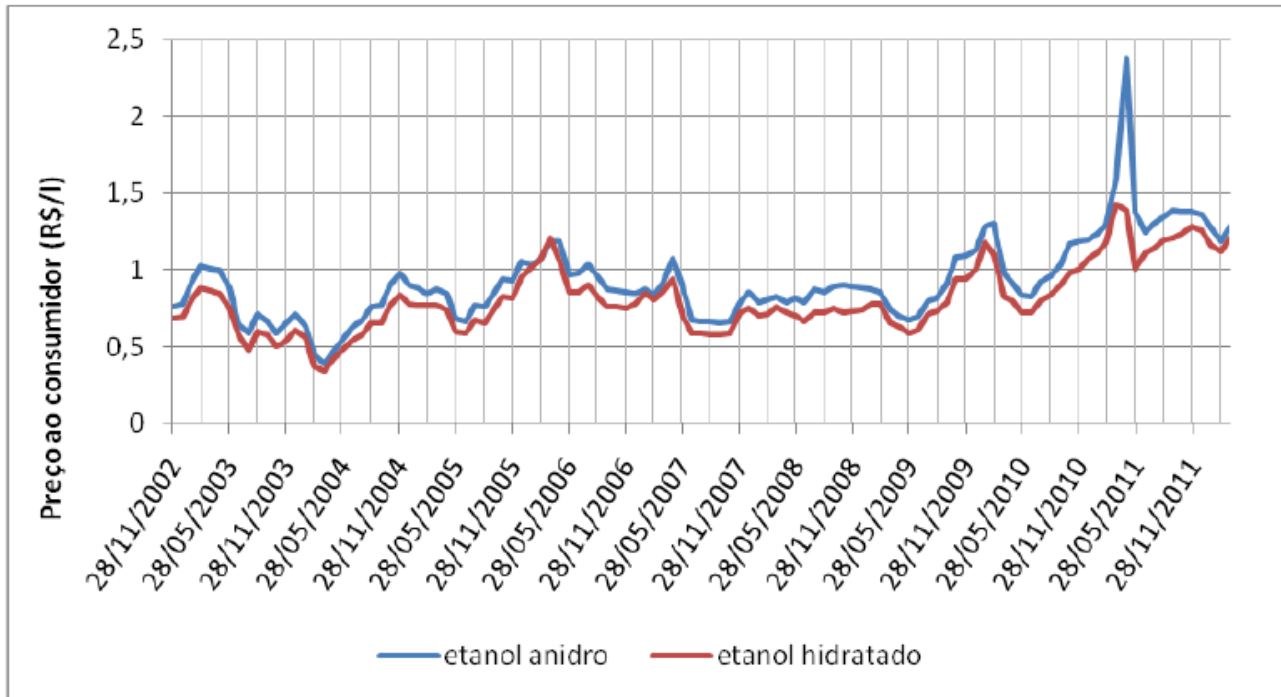


Gráfico 6.1 – Preço etanol anidro e hidratado no Estado de São Paulo 2002-2012

Fonte: CEPEA/ESALQ (2012)

De acordo com o Gráfico 6.1, pode-se perceber que os preços do etanol anidro sempre estiveram acima dos do hidratado. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de ser fixada uma porcentagem desse etanol para adição na gasolina. Ora, se não há regulamentação governamental sobre a precificação do etanol e se existe uma quantidade mínima a ser produzida de etanol anidro a fim de suprir tal proporção, obviamente os produtores darão preferência a produção de etanol anidro, uma vez que este seja mais lucrativo. Assim, diante da crise de abastecimento no primeiro semestre de 2011 em função de uma queda da produção, já exposta neste artigo, a maior parte do que foi produzido foi destinada a produção do etanol anidro causando um pico no seu preço como pode ser observado no gráfico próximo a maior daquele ano.

## 7. PERSPECTIVAS PARA O ETANOL BRASILEIRO

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) formulou um estudo em 2008 onde apresenta as perspectivas para o etanol no Brasil no período que vai desde aquele ano até 2017, apresentando projeções para o produto baseadas na demanda e oferta de etanol produzido no Brasil para tal período.

Pelos resultados obtidos na projeção de demanda, o crescimento da participação dos flex-fuel na frota de veículos leves é o fator decisivo para o aumento do mercado nacional de etanol carburante. Em 2017, somente essa categoria de veículos demandará 51,0 dos 53,2 bilhões de litros de etanol consumidos no país.

Em relação ao mercado de veículos de motores à combustão, o etanol representará, em 2017, aproximadamente 80% do total do volume de combustível líquido consumido. Ainda de acordo com estudo, essa perspectiva confirma a liderança do Brasil na substituição de combustível fóssil no setor de transporte, o que é atualmente perseguido por vários países.

EPE (2008) coloca que, quanto ao mercado internacional de etanol, o Brasil deverá manter-se na liderança sem que o mercado interno seja afetado. O que pode ser explicado pela disponibilidade de terras aráveis que ainda existem para ser exploradas.

Filho et al (2008) fazem uma projeção de oferta, baseada em cenários futuros de utilização de etanol hidratado, de excesso de oferta até 2015, com uma tendência de equilíbrio entre oferta e demanda a partir de 2012.

A União da Indústria da Cana-de-açúcar prevê uma média de  $34,6 \times 10^6 \text{ m}^3$  de demanda do mercado interno em 2015 contra  $12,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  para exportação. Para o mesmo ano, a projeção do Ministério de Minas e Energia (MME) não é muito diferente,  $35 \times 10^6 \text{ m}^3$  pra demanda interna e  $12 \times 10^6 \text{ m}^3$  para exportação.

Além disso, ressalta-se a expectativa de um avanço tecnológico com a obtenção do etanol celulósico, ou seja, o etanol obtido a partir da quebra das cadeias da celulose de materiais como o bagaço e a palha da cana-de-açúcar, o que permitirá um acréscimo na produção sem a necessidade de aumento da área plantada.

## 8. CONCLUSÃO

Apesar de preços do açúcar exercerem influências diretas e indiretas no preço do álcool combustível, a questão da composição dos preços deste também está relacionada a fatores como a eficiência do processo produtivo das usinas, a proporção do mix, as condições climáticas favoráveis e a inexistência de uma política pública específica para esse mercado.

No entanto, do ponto de vista de disponibilidade de terras aráveis para o cultivo da cana-de-açúcar, há boas expectativas, pelo menos a médio prazo, o que pode levar a um ganho considerável na produtividade do álcool combustível, aumentando assim a oferta e diminuindo os preços. Outra expectativa de melhoria é com relação às inovações tecnológicas que vem surgindo no aproveitamento da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

Revista Análise Energia. As novas discussões vitais para definir o modelo energético. Anuário 2012. São Paulo. Análise Editorial, 2011.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e B combustíveis [ANP]. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social [BNDES]; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE]. Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Centro de estudos avançados em economia aplicada [CEPEA]. Disponível em: <http://www.cepea.usp.br>.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB]. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética [EPE]. Balanço Energético Nacional 2010: Ano base 2010. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética [EPE]. Cadernos de energia. Perspectivas para o etanol no Brasil. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia [MME]. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>.

BRASIL. União da Indústria de Cana-de-açúcar [UNICA]. Disponível em: <http://www.unica.com.br>.

FILHO. P. S. C. F. et al. Perspectivas pra o etanol brasileiro. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p.21-38, mar 2008.

SILVA, L. S. A cana-de-açúcar e seus produtos na história do Brasil: seus usos, importância e mercado. 2010. Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção. Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto.

ZANÃO. A. G. Caracterização da infra-estrutura de armazenagem de álcool no Brasil e análise da sua concentração na região Centro-sul. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.



# Capítulo 18

VALUE STREAM MAPPING: UMA IMPORTANTE  
FERRAMENTA NA IMPLEMENTAÇÃO DA  
MANUFATURA ENXUTA; UM ESTUDO DE CASO  
EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DE MODA PRAIA.

[10.37423/200200255](#)

*ARIELTON FREIRE DA SILVA*  
*aryfreire@gmail.com*

*FABIO ANDRE HONORATO PEREIRA*  
*fabiohonorato9@hotmail.com*

*JODIBEL NIKLAS DE ANDRADE BELO*  
*jodibel\_niklas@yahoo.com.br*

*JUDEILSON ROCHA DE SOUZA*  
*judeilsonrocha@rocketmail.com*

*RENAN DE SOUZA DOS SANTOS*  
*renandsz@hotmail.com*



## 1. INTRODUÇÃO

Muitas empresas desenvolvem programas de melhoria no objetivo de se tornarem mais competitivas perante o mercado. É nesse contexto que tem se destacado os conceitos do lean manufacturing, ou manufatura enxuta em português, que visa eliminar os desperdícios, seja qual for sua origem, utilizando técnicas e ferramentas como o SMED, Poka-Yoke, Andon, Kanban, Heijunka, Kaizen, entre outros, algumas das quais serão posteriormente detalhadas, buscando aperfeiçoar o processo produtivo eliminando atividades que não agregam valor, tornando o fluxo enxuto (desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente).

O VSM (Value Stream Mapping) é uma das ferramentas do lean para otimização do processo produtivo. De acordo com Rother & Shook (2009) um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto, o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento. O uso de um mapeamento do fluxo de valor (VSM) fornece a descrição detalhada e de fácil visualização das operações de fabricação. Esta visão permite a identificação e localização dos desperdícios e restrições no processo atual que, no mapa futuro, irão transformar-se em oportunidades de melhoria.

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso que foi desenvolvido em uma indústria têxtil de moda praia localizada no estado do Rio Grande do Norte com o intuito de identificar as oportunidades de melhoria existentes no processo produtivo a partir da aplicação dos conceitos e ferramentas da Manufatura Enxuta, para tornar o processo mais enxuto e conseqüentemente mais eficiente. Utilizando como principal ferramenta o VSM.

O presente artigo é composto de introdução, revisão bibliográfica, metodologia, caracterização da empresa, análise crítica, construção do VSM, proposições de melhorias e considerações finais.

## 2. A MANUFATURA ENXUTA E O MAPA FLUXO DE VALOR

A manufatura enxuta ou lean manufacturing, é baseada no STP (Sistema Toyota de Produção), que foi o precursor do que viria a tornar um novo modelo de produção que visa produzir o produto certo, na hora certa, na quantidade certa: o Just-In-Time (JIT). A filosofia JIT pode ser definida como:

“Uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Esta abordagem possibilita a produção eficaz em

termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos". (SLACK et al., 1999, p.355).

Além disso, o JIT também cultua a melhoria contínua (Kaizen), a ideia de que a qualidade tem que ser inspecionada não apenas no final da produção, mas também no início e durante o processo produtivo, defende a criação de um fluxo contínuo, a produção puxada (partindo do princípio de evitar desperdícios), o nivelamento da produção (Heijunka) entre outros. Na literatura clássica o STP classifica basicamente sete tipos de perdas (ANTUNES, 1995; ANTUNES, 1998; OHNO, 1997; SHINGO, 1996a; SHINGO 1996b):

- a) Superprodução: Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com custos de transporte devido ao estoque excessivo;
- b) Superprocessamento ou processamento incorreto: Etapas desnecessárias para processar as peças. Geram perdas quando oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária;
- c) Movimento desnecessário: Qualquer movimento inútil que os funcionários têm de fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças ou ferramentas;
- d) Transporte ou movimentação desnecessários: Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos;
- e) Excesso de estoque: Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando lead-times mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos;
- f) Defeitos: Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço;
- g) Espera (tempo sem trabalho): Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento;

Outros autores propõem desperdícios que complementam os acima citados, como propôs Antunes (1998), a incorporação de perdas ergonômicas e ambientais a análise e Liker (2004) que incorporou a perda por desperdício da criatividade dos funcionários.

O STP tem como pilares de sustentação o just in time e a autonomia (automação com toque humano) (OHNO, 1997). Na manufatura enxuta também estão envolvidos conceitos como:

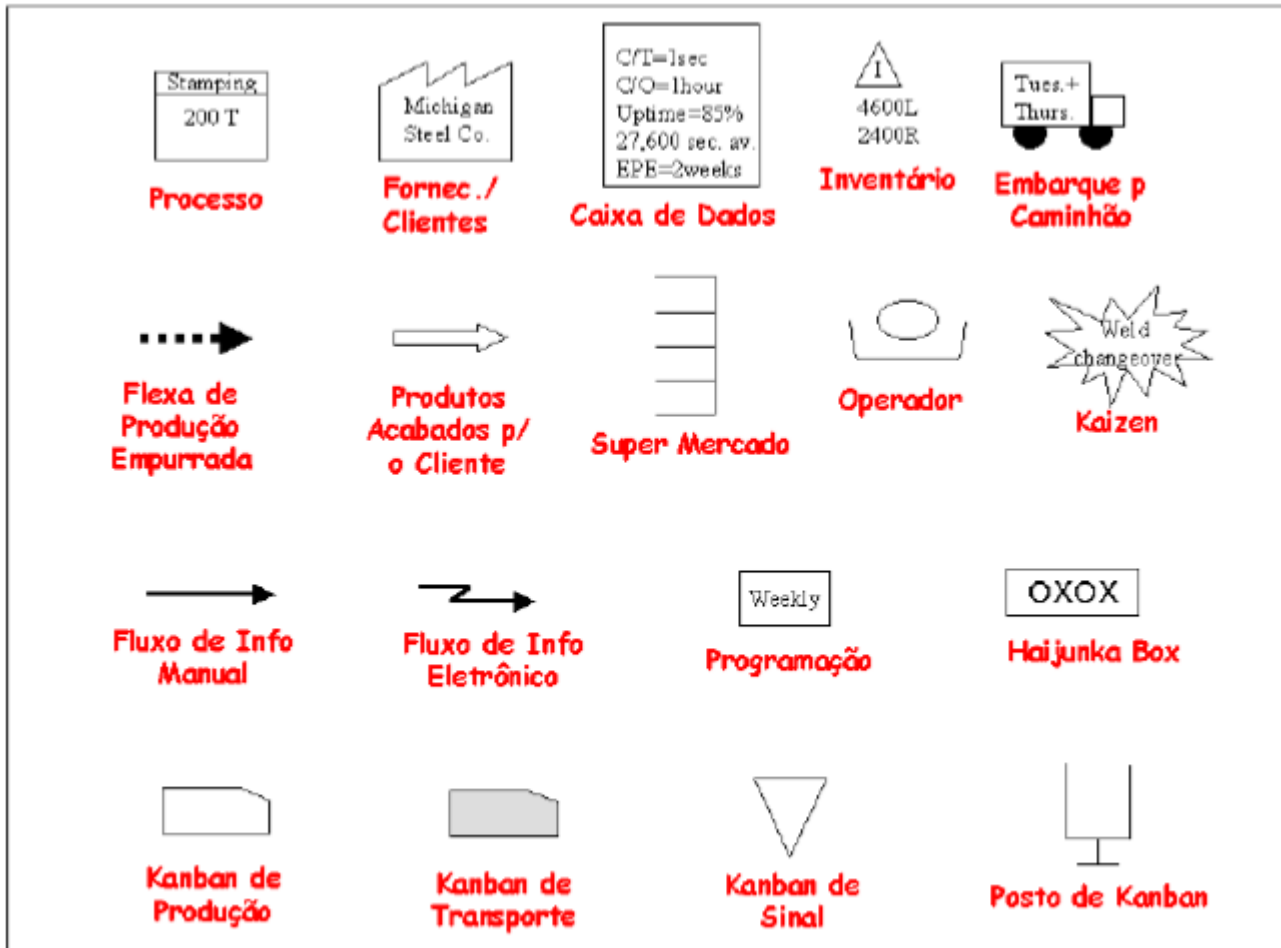
- a) Parar a produção quando houver algum problema, para evitar que a produção continue defeituosa (Jidoka);
- b) A padronização das tarefas, que influencia na capacitação dos funcionários;
- c) O uso de controle visual para auxílio na tomada de decisão, na resolução de eventuais problemas como: Kanban, cartões que sinalizam a necessidade de produto (produção puxada) e Andon, sistema luminoso que indica como esta o funcionamento da produção/atividade;
- d) A formação de líderes, para que possam motivar suas equipes na busca por resultados;
- e) Bom relacionamento com parceiros e fornecedores, para solidificar a confiabilidade da organização e estimular a inovação;
- f) Nivelamento da produção (Heijunka);
- g) Troca rápida de ferramentas, que visa diminuir o tempo de setup (SMED);
- h) Dispositivos anti-defeitos para evitar erros (Poka-Yoke).
- i) Melhoria contínua (kaizen) busca contínua pelo aprimoramento de processos produtivos e administrativos.

O VSM é uma das ferramentas utilizadas pelo Lean para o auxílio na gestão dos processos, oferecendo uma visualização geral e ao mesmo tempo detalhada do processo produtivo. O Mapa Fluxo de Valor:

“É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formula-se um conjunto de questões-chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor e, especialmente, as fontes do desperdício” (ROTHER; SHOOK, 1998, p. 4).

Alguns dados são extremamente relevantes, e devem estar contidos no VSM, como é o caso do takt time que Taiichi Ohno define como sendo o “resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia” (ALVAREZ; ANTUNES, 2001).

Para a elaboração do VSM utilizam-se símbolos bem peculiares, padronizados, podendo ser criados novos símbolos de acordo com a necessidade. Na figura a seguir podem ser visualizados alguns dos símbolos mais utilizados.



Fonte: Rentes (2000)

Figura 1 – Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor (VSM)

Os dados necessários ao VSM são caracterizados por demonstrarem os recursos destinados ao processo, sua produtividade e medidas de eficiência como: tempo disponível, demanda e disponibilidade da máquina. De acordo com alguns autores:

“O mapeamento do fluxo de valor nos ajuda a entender onde estamos (estado atual), onde queremos chegar (estado futuro) e como chegar lá (plano de implementação), o mapeamento cria uma visão geral da eficiência e não individual ou dos departamentos. Mostra visualmente três fluxos: fluxo de materiais, de produtos e de informações para identificar oportunidades de melhoria e ajuda a identificar as ferramentas de melhoria aplicáveis e o plano

de implementação da manufatura enxuta” (CHEN; MENG, 2010, p. 204, tradução nossa).

## 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada por este trabalho foi a de estudo de caso, que segundo Yin (2001) é uma investigação empírica que pesquisa um evento contemporâneo no contexto da vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. A principal tendência do estudo de caso é a tentativa de esclarecer como decisões foram tomadas impulsionadas e resultados alcançados (YIN, 2001). Para a elaboração deste trabalho, realizaram-se visitas técnicas, registros fotográficos, entrevistas informais, aplicação de questionários e também foram realizadas revisões bibliográficas e pesquisas online.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

O estudo foi realizado em uma pequena empresa de confecções do seguimento de moda praia, íntima e fitness localizada na zona norte de Natal-RN. Seu canal de distribuição abrange alguns estados brasileiros como: Ceará, Pernambuco, Pará, Piauí, entre outros. Atualmente a empresa possui uma produção de cerca de 10 mil peças/mês, podendo alcançar 30 mil peças/mês durante a alta estação (verão) no período de dezembro à fevereiro, contando com 48 funcionários entre a administração e a produção.

A empresa opera em dois turnos, manhã e tarde, cujo horário de funcionamento vai das 07h15min às 17h00min, com intervalo para almoço de 1h (das 11h30min às 12h30min). Funciona normalmente de segunda a sexta com hora extra aos sábados (caso necessário). O mix de produtos da empresa é composto de: calça, bojo, sutiãs, cueca, sunga, maiô, calcinha, saídas de praia e atualmente também entram nesta lista a linha fitness: top, short, macacões e calças, que foram adicionados com a finalidade de tentar suprir a baixa demanda de moda praia no período de março à outubro, 2011.

No setor de costura, seguinte ao de corte, foi observado um layout do tipo celular, com repetição de máquinas em células diferentes, existem três células de produção (com um total de 28 máquinas), com produtos específicos cada.

## 4.2. PROCESSO PRODUTIVO

O processo começa com a programação da produção, feita pela diretora de produção, a programação é realizada com base nos históricos de vendas e nas necessidades da loja para o período de 15 dias, além de considerar a sazonalidade do produto, representada pelo aumento na demanda durante os meses de dezembro a fevereiro.

Depois de realizada a programação, é consultada a cartela de cores e estampas para em seguida verificar a disponibilidade no estoque dos rolos de tecido em questão. Os rolos, então, são selecionados e seguem para o setor de corte.

A próxima etapa é o risco dos moldes que serão cortados. Após o risco, é realizado o enfesto dos tecidos que serão cortados, e tem início o processo do corte, onde as peças são cortadas e agrupadas de acordo com as cores e tamanhos.

As peças cortadas normalmente seguem para um estoque, até serem costuradas no dia seguinte, ou seguem diretamente para a etapa da costura, caso haja programação para tal. Na etapa da costura, para a família de produtos escolhida para o estudo em questão, são realizadas dez atividades que serão posteriormente detalhadas. As peças seguem em uma produção por célula, percorrendo as atividades em lotes equivalentes à uma hora de produção da atividade anterior.

Após essas etapas as peças seguem para expedição, a produção é contabilizada e as peças recebem as etiquetas. Em seguida, o lote segue para a loja.

## 5. ANÁLISE CRÍTICA

### 5.1. ANÁLISE DA DEMANDA

A demanda é caracterizada por ser sazonal, aumentando consideravelmente durante o verão. Devido uma dificuldade de acompanhamento dessa demanda pela produção, faz-se necessário a criação de um estoque para atender a mesma em períodos de baixa demanda. Essa necessidade de estoque gera desperdícios de superprodução, em contra ponto com a falta de alguns produtos (atrasos).

### 5.2. ANÁLISE DO FORNECIMENTO/ESTOQUE

São observados na empresa altos níveis de estoque de matéria-prima justificados pela necessidade de absorver variações do fornecimento, que são realizados por empresas fornecedoras de outros

estados: Pernambuco, Ceará e São Paulo; demandando um aumento no lead time de entrega, que para regiões próximas (Pernambuco e Ceará) variam de um à dois dias, e para localidades distantes (São Paulo) entre sete e dez dias. Os pedidos são feitos com base na previsão mensal, bem como as entregas.

Outra característica que influencia de forma negativa o estoque é o “acompanhamento da moda”, que é uma característica das matérias-primas, principalmente com relação as tonalidades e estampas dos tecidos, fazendo com que a empresa seja obrigada a comprar certo tecido, em grande quantidade, justificado pela inexistência do mesmo em um futuro próximo. Na empresa foram verificados tecidos comprados há meses e que sequer foram retirados da embalagem.

No estoque foi identificado grande quantidade de inventários em tecidos, cerca de 1.589,870 Kg, o que representa capital parado.

### 5.3. ANÁLISE DA PRODUÇÃO

O tipo de produção observada na empresa foi empurrada, acarretando em desperdícios principalmente por superprodução. Este tipo de produção é influenciado erroneamente pela produção para estoque (Make-To-stock), por acreditar que produzir para estoque significa produzir de tudo (todos os tipos de produtos) em todos os momentos de forma a minimizar os custos de produção. Este tipo de produção pode resultar em problemas no instante em que se necessita de parada na produção em decorrência de ordens de produção atrasadas ou com maior prioridade (encomendas), gerando estoques intermediários e setups desnecessários (não programados).

As células, por produzirem peças específicas, não desenvolvem habilidades para produzirem, com a mesma eficiência, peças diferentes destinadas à outra célula, caso exista uma necessidade emergencial. Outra falha detectada foi à ocorrência de vários setups durante o processo da costura, dependendo da tarefa destinada ao operador o setup pode exigir troca das linhas de costura de acordo com a estampa do produto. Neste caso, como são feitos produtos com várias estampas no mesmo lote, faz-se necessário que o operador efetue os setups equivalentes, ocasionando paradas desnecessárias durante o processo. Os componentes que confeccionarão a peça que está sendo produzida não acompanham o produto em tempo hábil para produção, ou seja, esses componentes não estão no lugar certo, na hora certa, assim gerando paradas na etapa por falta de material, em que o operador aguarda estes materiais chegar a sua bancada.



## 6. CONSTRUÇÃO DO VSM

### 6.1. SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

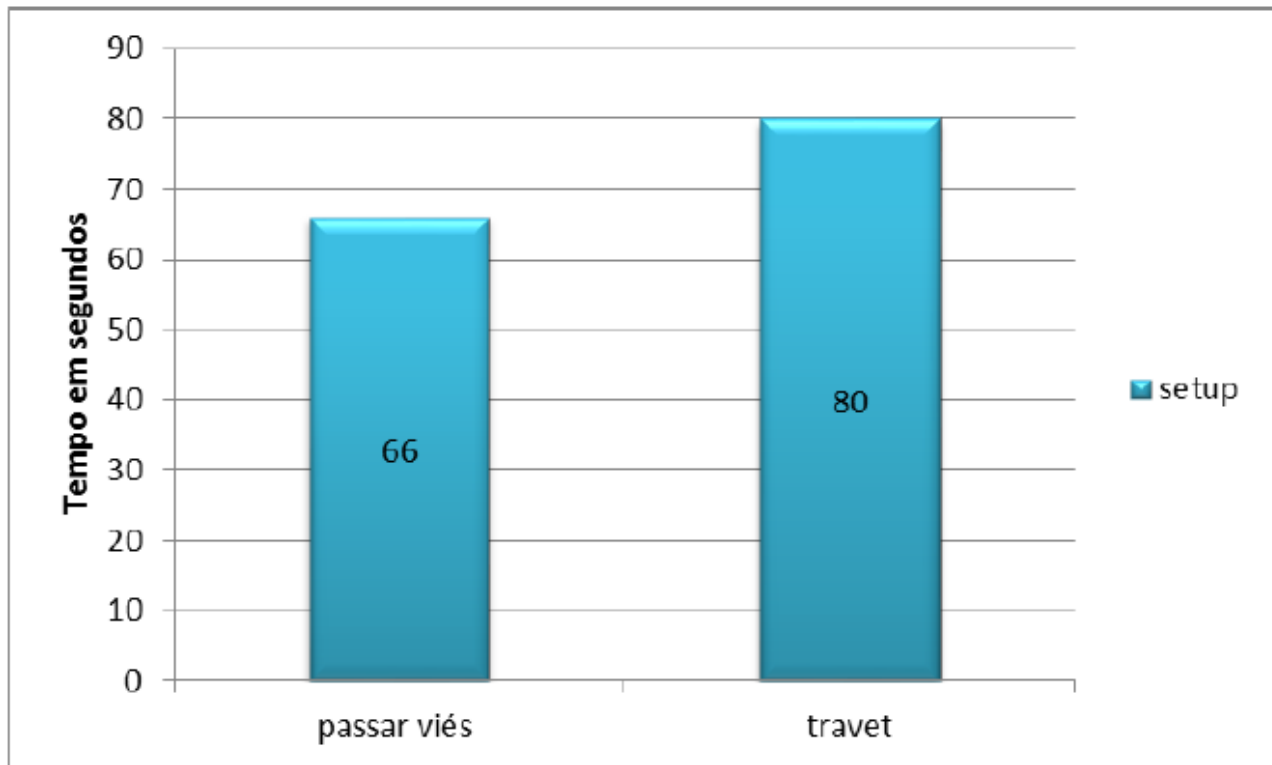
A primeira etapa para mapear o fluxo de valor é a escolha da família de produtos, que preferencialmente deve ser selecionada a que mais impacta o resultado da empresa. Decidiu-se escolher a família que mais obtinha saída nas vendas a partir de uma curva ABC, a família do produto bojo, que possui treze variações.

Dentro da família bojo o estudo seguiu com o modelo que obtinha mais saída nas vendas e na produção. O produto selecionado foi um modelo de bojo simples (2019), que dispõe dos mesmos processos que os outros produtos da família.

### 6.2. COLETA DE DADOS E ELABORAÇÃO DO MAPA DA SITUAÇÃO ATUAL

partir das informações levantadas sobre os históricos de venda do bojo 2019, a gerência da empresa calcula a previsão de demanda para 15 dias e repassa as informações para o Controle da Produção, que é encarregado de realizar a programação semanal de produção para todas as famílias de produtos e as compras mensais de matéria-prima, além da programação diária para entregas de clientes e outras lojas da empresa.

Em cada lote de produção para o bojo 2019 são fabricadas em média 250 peças. As pilhas de moldes cortados seguem para o setor de costura em que cada etapa do setor realiza o processamento das 250 peças. O lote de produção geralmente é composto por um mix de estampas (que é determinado de acordo com quantidade de peças a serem produzidas, em média de quatro a seis cores/estampas), ocasionando diversos setups em algumas atividades.



Fonte: Autoria própria

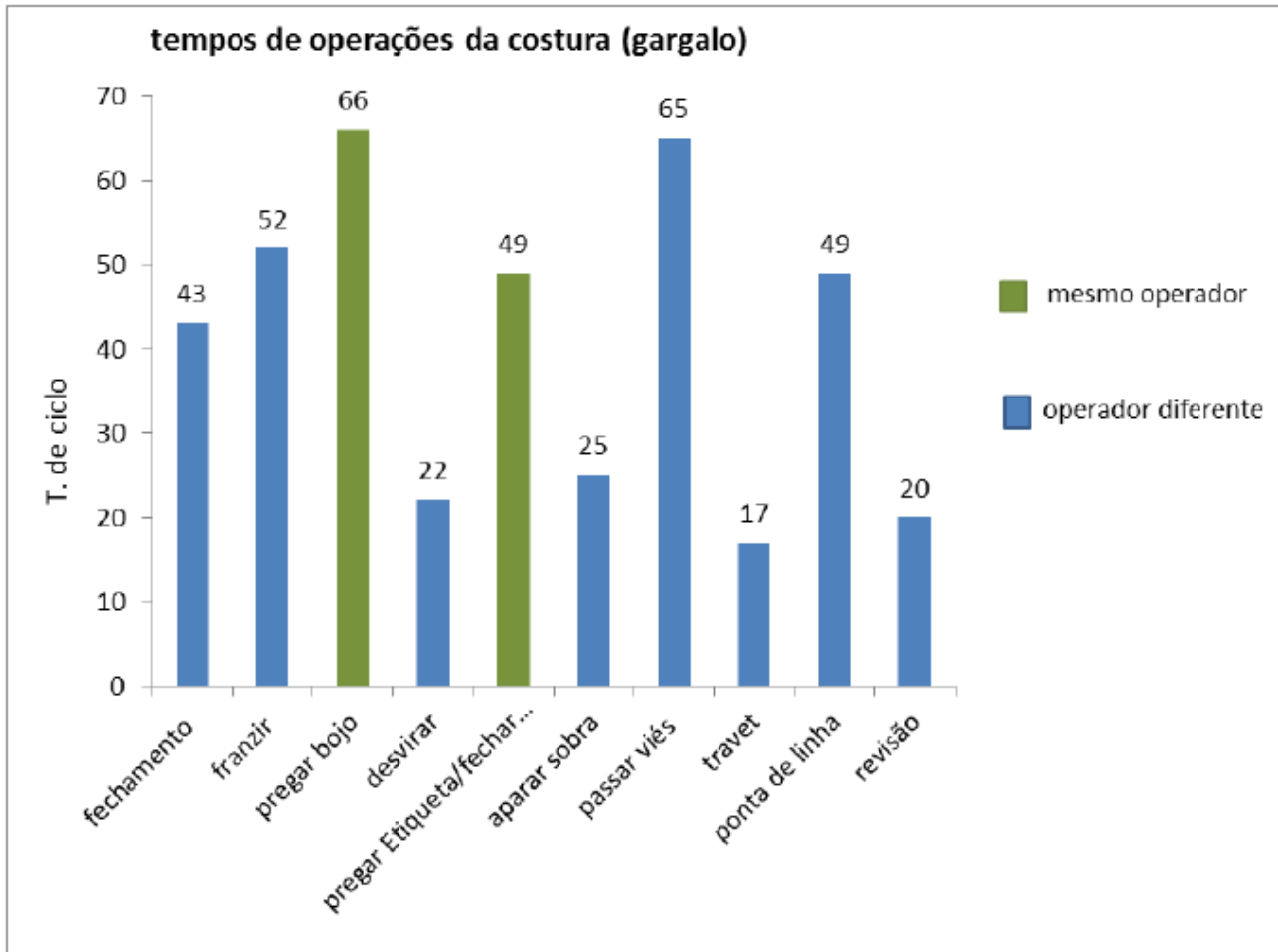
Gráfico 1 – Operações com setup

Vale ressaltar que, além de apresentar setups, a operação de “travetar” é compartilhada com as outras duas células de produção que operam simultaneamente com a estudada, e que juntamente com o mix de cores/estampas apresentam um mix de produtos.

Outra restrição encontrada na empresa foi à superprodução e falta de produção que ocorrem simultaneamente, apesar de serem modelos opostos, causados pela programação. As células são organizadas para produzirem produtos pré-determinados, influenciando uma cultura voltada para célula e não para produção.

Para o estudo foram medidos os tempos de cada operação, cerca de doze vezes. Como a programação do bojo escolhido estava prevista para uma semana, foi necessário o acompanhamento diário da ordem de produção em todas as etapas, que foram devidamente cronometradas.

Observou-se que a operadora que realiza a 3ª operação (pregar bojo) é a mesma que realiza a 5ª operação (pregar etiqueta e fechar base); logo, apesar do maior tempo de ciclo observado no gráfico a seguir ser de 66, segundos o tempo de vazão (das peças acabadas) é de 115 segundos, devido à operadora que realiza duas tarefas que para realizar uma tarefa ela necessita parar a anterior.



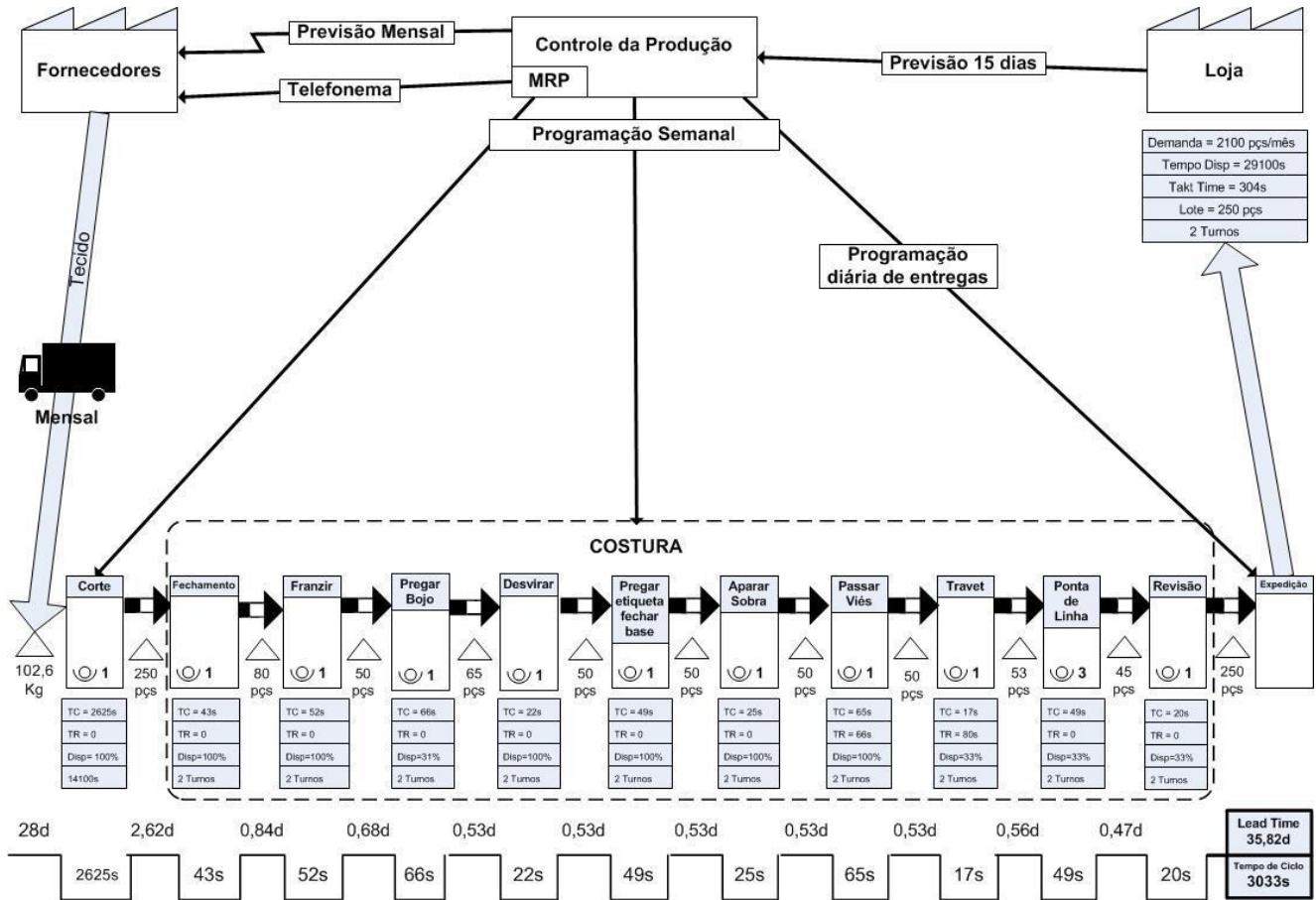
Fonte: Aatoria própria

Gráfico 2 – Tempos de operações da costura

Durante o acompanhamento aconteceram imprevistos, como a entrada de encomendas de clientes que detêm prioridade, ocasionando a pausa da produção do bojo.

O tempo total de agregação de valor do processo produtivo em questão foi cronometrado em 1999s, sendo 2625s referentes ao corte (cronometrou-se o tempo total do corte e dividiu-se pela quantidade de peças cortadas) e 408s referentes à costura (tempo referente à soma dos tempos de ciclo todas as atividades de costura). O cálculo do Takt Time foi realizado com base na capacidade disponível da empresa (o tempo dos turnos, menos as paradas programadas), e a demanda mensal (feita por uma previsão com média móvel, com base em dados de produção dos meses de julho a setembro); posteriormente transformada em diária. O resultado foi um Takt Time de 304s. O Lead Time foi calculado com base nos estoques inicial e estoques de processo, onde foi calculado o tempo que leva para o Takt Time consumir tais estoques. O Lead Time aferido foi de 35,82 dias; ou seja, é o tempo que será gasto para que todo o estoque inicial de matéria-prima percorra todas as etapas de produção, ou

pode ser considerado como o tempo para que a empresa transforme em receita todo o inventário existente no início do processo.

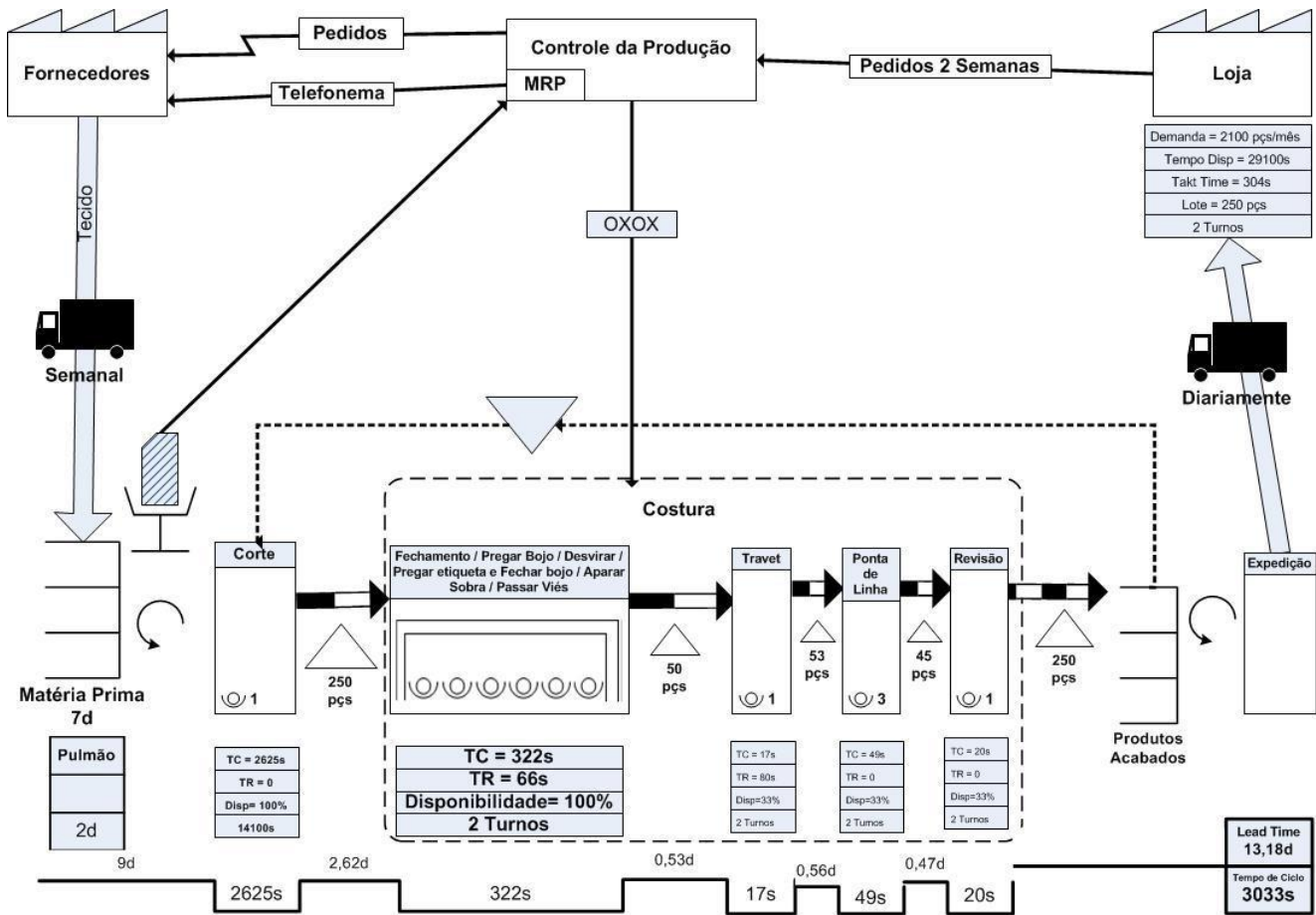


Fonte: Autoria própria

Figura 3: Mapa da situação atual

## 7. MAPA DA SITUAÇÃO FUTURA E PROPOSTAS

Com base no mapa da situação atual, análise de acordo com os conceitos da manufatura enxuta e propostas de melhoria, foi elaborado o mapa da situação futura.



Fonte: Autoria própria

Figura 2 - Mapa do estado futuro

## 7.1. PROPOSTA UM

A Implementação de um fluxo contínuo (ver mapa acima) entre as seguintes operações da costura: fechamento/franzir/pregiar bojo/desvirar/pregiar etiqueta e fechar base/aparar sobra /passar viés. Com isso os estoques intermediários que antes existiam entre esses processos diminuirão consideravelmente; não será nulo, pois os tempos de ciclo entre essas operações são diferentes, mas será o mais próximo de zero possível, reduzindo o Lead Time em aproximadamente 10,16%. Para isto seria necessária uma mudança no lay-out. O novo lay-out existiria com as máquinas agrupadas lado-a-lado com um depósito ao lado da máquina (já disponível) em que a própria operadora subsequente pegaria a peça, realizaria a operação e colocaria no depósito seguinte. Todas as operações citadas anteriormente seriam realizadas “uma-a-uma” em cada peça (lote unitário).

## 7.2. PROPOSTA DOIS

Considerando o Lead Time do fornecedor que é de sete dias em média, avaliou-se que não se faz necessário manter a quantidade de estoque atual que duraria cerca de 28 dias para ser consumido. Concluiu-se que poderia ser adotado um supermercado de matéria prima (tecido) que será consumido pelo corte de acordo com a necessidade. A quantidade de matéria prima que deveria existir neste supermercado seria o Lead Time do fornecedor (sete dias) mais um estoque de segurança, que seria somente o necessário para suprir dois dias de atraso. O supermercado teria uma quantidade de estoque de nove dias, com uma redução ao atual de 19 dias, o que representa um aumento no capital de giro de aproximadamente R\$5.410,00, considerando que um corte de um lote com 250 peças utiliza 4,13Kg de tecido e equivale a um dia de estoque de matéria prima que custa em média R\$69,00/Kg.

## 7.3. PROPOSTA TRÊS

Outra proposta é a contratação de um novo operador para a atividade pregar etiqueta/fechar base do bojo, que atualmente é realizada pelo mesmo operador da atividade pregar bojo. Da forma atual o tempo de vazão de uma peça acabada é de 115s, pois a operadora dessas duas atividades não realiza as duas atividades simultaneamente. Com a proposta de um novo operador o tempo de ciclo de peças acabadas será a mesma do maior tempo de ciclo das atividades, que é pregar bojo, aumentaria a produção de 253 peças por dia (considerando um tempo disponível de 29100s e tempo de ciclo de 115s) para 440 peças dia (considerando o tempo disponível de 29100s e tempo de ciclo de 66s).

## 7.4. PROPOSTA QUATRO

Implementar um supermercado de produtos acabados entre expedição e costura, que irá sinalizar a necessidade de produção, utilizando um sistema misto, puxado por um supermercado na expedição e empurrado pelo processo produtivo do corte à costura. Dessa forma seriam minimizados os desperdícios e torna “desnecessária” uma programação para produção visto que essa função será realizada pelo nível do supermercado.

## 7.5. PROPOSTA CINCO

Atualmente para as operações que demandam troca de linha de costura (setup) é necessário parar a máquina, procurar a linha necessária (que pode estar em qualquer parte do setor ou no estoque de linhas) para depois trocar a linha, ou seja, existe uma operação (procurar a linha) que poderia ser feito pela funcionária que abastece as máquinas antes da necessidade da troca. Quando a funcionária for

abastecer as máquinas, conseqüentemente já sabendo das linhas necessárias já realizaria essa função. Isso acarretaria em tempo de troca de linha de costura menor (setup), e conseqüentemente mais ágil, por meio da transformação de setups internos em externos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o VSM é uma importante ferramenta na implementação da manufatura enxuta em uma organização, pois retrata a situação da empresa de forma que possibilita visualizar no mapa, de modo rápido e simples os desperdícios ocorrentes no processo e todos os demais dados que juntos o compõem.

Com a implementação das propostas citadas, a empresa reduzirá o seu lead time do processo em 3,64 dias: aumentará sua capacidade de produção do produto estudado em 33%, sem aumentar os recursos de transformação; reduzirá a quantidade de produtos acabados em estoque; eliminará a necessidade inventários constantes (proposta 4); e diminuirá o tempo de setup nas trocas de linha de costura, diminuindo o desperdício por movimento desnecessário e/ou espera.

Neste estudo de caso foi comprovada a eficiência do mapa de valor que forneceu informações essenciais para as discussões referentes às necessidades de melhoria encontradas no processo, e posteriormente, a utilização de princípios do lean para as possíveis soluções dos referidos problemas.

Na engenharia de produção, onde a busca pela otimização é contínua, os conceitos do lean juntamente com o VSM auxiliam nas tomadas de decisões, tornando-se ferramentas indispensáveis.

## REFERÊNCIAS

CHEN, L; MENG, B. The application of value stream mapping based lean production system. *International journal of business and management*, v. 5, n. 6, p. 203-209, jun. 2010.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A. V. Takt time: contexto e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Revista Gestão & Produção*, v. 8, n. 1, p. 01-18, abr. 2001.

ANTUNES JR., J. A. V. A Lógica das Perdas nos Sistemas de Produção: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Administração Contemporânea*. Rio de Janeiro: ANPAD, v.1, n.7, p.35-371, 1995.

ANTUNES JR., J. A. V. Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção; uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. 1998. Tese de Doutorado em Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 399p.

LIKER K.J., O Modelo Toyota. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2005.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RENTES, A.R. Transmeth – Proposta de uma Metodologia para a Condução de Processos de Transformação de Empresas. 2000.Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ROTHER, MIKE; SHOOK, JOHN. Aprendendo a enxergar. Lean Institute Brasil. São Paulo. 1998.

ROTHER, MIKE; SHOOK, JOHN. Aprendendo a enxergar. Lean Institute Brasil. São Paulo. 2009.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2 ed., Porto Alegre:Bookmark, 1996a.

SHINGO, S. Sistemas de Produção com Estoque Zero; o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre:Bookman, 1996b.

SLACK, N. et al. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: atlas, 1999.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 2. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.



# Capítulo 19

## SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ESTUDO DAS PROPRIEDADES ELETROMAGNÉTICAS DE UM COMPÓSITO MAGNÉTICO MACIO (SMC) NA APLICAÇÃO EM MOTORES ELÉTRICOS DE INDUÇÃO

[10.37423/200200256](#)

*Jaime André Back (jaime.back@gmail.com)*

*Jeferson Gaio (engenheirogaio@gmail.com)*

*Lírio Schaeffer (schaeffer@ufrgs.br)*

RESUMO: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um método de simulação computacional para o estudo das propriedades eletromagnéticas de um material compósito para aplicação em motores de indução (rotor e estator), motivado pela possibilidade de aplicação dos materiais SMCs (Soft Magnetic Composites) como alternativa aos aços elétricos tradicionais (laminado de grão não orientado). Desta forma, objetivou-se o desenvolvimento de um ambiente de simulação computacional afim de facilitar o levantamento dos parâmetros elétricos e magnéticos de um motor de indução, sem a necessidade da construção de um modelo físico. Para esta tarefa, utilizou-se o software FEMM 4.2 para as simulações do modelo em 2D, bem como para validar os parâmetros coletados em comparação aos materiais comerciais de mesma composição. Uma relação entre a circulação de fluxo magnético nos materiais SMCs e nas chapas laminadas foi feita, na qual observou-se que a amostra de material compósito possuía propriedades compatíveis aos aços laminados, porém uma resistividade elétrica maior devido a camada isolante das partículas ser mais espessa. Como resultado final, pode-se levantar um método de simulação de forma a facilitar a pesquisa e desenvolvimento de diferentes ligas de pó de Fe, que poderão utilizadas em novas topologias de motores elétricos de indução, para as mais diferentes aplicações industriais.

**Palavras-chave:** Materiais Magnéticos Macios. Motores de indução. Fluxo magnético.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os compósitos ferromagnéticos moles, também conhecidos como Soft Magnetic Composites (SMC) estão sendo amplamente estudados devido às muitas vantagens que oferecem sobre as chapas de aço eletromagnéticas em relação às suas propriedades magnéticas isotrópicas, alta resistividade elétrica, design flexível, potencial para redução de tamanho e alta flexibilidade de projeto [1]. Para usar núcleos magnéticos em pó nas aplicações de campo magnético CA (Corrente Alternada), no entanto, é importante reduzir a perda de ferro, isto é, a soma da perda de corrente de Foucault e perda de histerese.

Os núcleos magnéticos em pó são, portanto, fabricados pela compactação de partículas magnéticas em pó e revestimento com camadas isolantes para evitar a formação de correntes parasitas. Esta técnica de revestimento com uma estrutura de microencapsulamento como isolamento é crucial para melhorar as propriedades magnéticas de um núcleo para motores CA. Tecnologias e processos mais modernos permitem que as propriedades desses materiais sejam melhoradas para prover propriedades magnéticas competitivas (alta permeabilidade e magnetização de saturação), mas com alta resistividade elétrica visando minimizar as perdas clássicas por correntes parasitas [2].

Ainda segundo Shokrollahi e Janghorban [2] natureza isotrópica do SMC combinada às possibilidades de conformação permite o planejamento de peças com geometrias não usuais e tridimensionais, oferecendo vantagens em relação aos aços elétricos laminados tradicionais. Assim, ligas de materiais magnéticos macios, compostos de pós de ferro, em conjunto a outros elementos, tais como fósforo, silício ou níquel, poderão ser utilizadas em motores de núcleos macios, construídos a partir de chapas de aço laminadas [3-4].

Neste contexto, partículas magnéticas, tais como cobalto, ferro, ferritas como  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  e  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , entre outros óxidos têm mostrado potenciais aplicações em diversos campos, incluindo ferrofluidos, aplicações industriais, robótica, remediação ambiental, áreas biomédicas no diagnóstico e terapia, como ressonância magnética nuclear, entre outras aplicações [5-6].

Os parâmetros magnéticos comumente medidos são obtidos a partir de uma curva de magnetização em função do campo aplicado. A aplicação de um campo magnético suficientemente grande causa o alinhamento dos spins do material com o campo. Com a diminuição do campo, os spins cessam seu alinhamento e a magnetização decresce [6].

A Figura 1 mostra as regiões de aplicação para os materiais utilizados em campo magnético AC. Aços-silício laminados tem uma alta permeabilidade, porém suas perdas são aumentadas em função do aumento da frequência. A Ferrite mole tem uma baixa perda magnética para altas frequências, porém sua baixa permeabilidade exige a utilização de muito material. Já os SMCs cobrem uma região intermediária de aplicação.

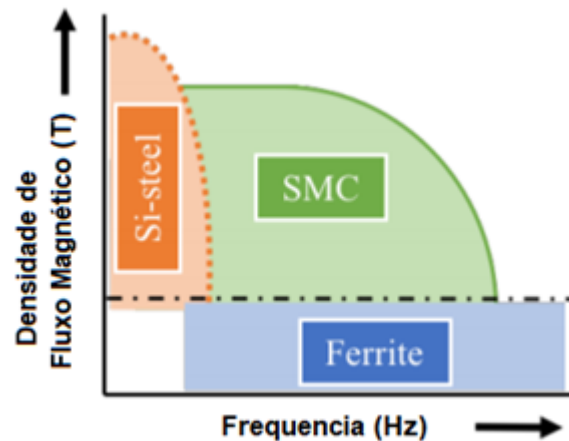


Figura 1 – Regiões de aplicação dos materiais em CA [1].

A motivação para pesquisa ocorre visto que atualmente as máquinas elétricas são construídas a partir de núcleos ou pacotes compostos de chapas de aço magnético, laminadas e justapostas, circundados por um enrolamento de fio de cobre esmaltado. O processo de fabricação destas máquinas elétricas é, desta forma, mais caro se comparados com o processo de fundição, por exemplo, processo que resultaria em núcleos maciços [7], já que novas perspectivas indicam que ligas de materiais magnéticos macios, obtidos a partir de pó de ferro base, misturados com outros elementos, poderão apresentar propriedades superiores aos obtido a partir de chapas de aço laminadas.

Os materiais macios sinterizados, produzidos por M/P, são alvo de diferentes estudos para suas aplicações, na eletrônica e principalmente em motores elétricos, devido à grande parcela de energia elétrica que eles consomem [3, 7-11]. Uma diminuição nas perdas, mesmo que pequena, resultaria em uma economia substancial considerando um consumo total a médio e longo prazo.

As maiores vantagens de se utilizar materiais sinterizados são o número reduzido de etapas no processo de fabricação dos núcleos, resultando em menor gasto de energia no processo de fabricação, além da matéria prima ser de menor custo comparada a chapas laminadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta uma breve revisão sobre os fundamentos do magnetismo, a classificação de materiais magnéticos com ênfase em materiais ferromagnéticos. São também discutidas as perdas em aplicações eletromagnéticas. Uma introdução ao processo de metalurgia do pó é feita, assim como os SMCs, destacando suas propriedades, vantagens e desvantagens em relação a outros materiais magnéticos moles e suas aplicações.

### 2.1 MAGNETISMO

Todos os fenômenos magnéticos são devidos às cargas elétricas que estão em movimento. Analisando uma porção microscópica de material magnético se encontraria elétrons orbitando em volta dos núcleos e elétrons girando pelo seu próprio eixo. Em virtude do pequeno tamanho dessas espiras de corrente elétrica trata-se elas como dipolos magnéticos.

Quando um campo magnético é aplicado nestas espiras, ocorre o alinhamento líquido dos dipolos magnéticos e o meio se torna magnetizado. A polarização elétrica se dá na direção do campo elétrico  $E$ . Materiais que possuem magnetização paralela ao campo magnético  $B$  são chamados de paramagnéticos. Já materiais que possuem magnetização contrária ao campo magnético  $B$  são chamados de ferromagnéticos [12]. Assim, de acordo com a lei de Ampère, a corrente elétrica  $I$  produz, além deste campo elétrico, um campo magnético  $H$ .

### 2.2 MATERIAIS FERROMAGNÉTICOS

Os materiais ferromagnéticos são aqueles que, ao serem submetidos a um campo magnético externo, apresentam uma magnetização resultante muito mais intensa que o campo aplicado e ainda mantém alguma magnetização remanente mesmo após o campo externo ser removido [13]. Este comportamento pode ser observado na forma de um laço de histerese na curva de magnetização  $B.H$  como mostrada na Figura 2.

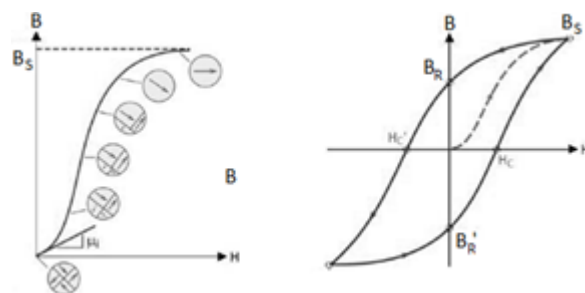


Figura 2 – (a) Curva inicial de magnetização em um grão de material ferromagnético. (b) Ciclo de histerese para um material ferromagnético inicialmente desmagnetizado. Adaptado de [13].

## 2.2 PERDAS MAGNÉTICAS

Os materiais ferromagnéticos são aqueles que, ao serem submetidos a um campo magnético externo, apresentam uma magnetização resultante muito mais intensa que o campo aplicado e ainda mantém alguma magnetização remanente mesmo após o campo externo ser removido [13-14]. Este comportamento pode ser observado na forma de um laço de histerese na curva de magnetização  $B.H$  como mostrada na Figura 2.

Correntes parasitas (eddy currents), também conhecidas como correntes de Foucault, são induzidas em qualquer material condutor por um fluxo magnético alternado [14]. Considerando um campo alternado e um material uniforme (desconsiderando efeitos de desmagnetização, efeito pelicular, entre outros efeitos estruturais) as correntes ocorrerão como mostrado na Figura 3, perpendicularmente a direção do campo magnético variante.

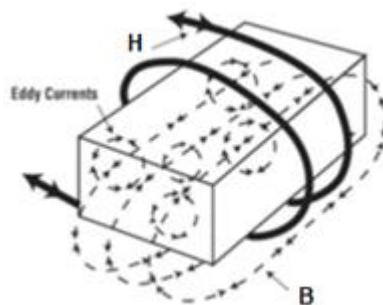


Figura 3 – Ilustração de como as correntes parasitas são geradas em um material condutor. Adaptado de [14].

Já a Figura 4 apresenta o efeito das correntes parasitas em dois materiais de espessuras diferentes. Em materiais maciços haverá uma maior propagação destas correntes, como mostrado na figura a esquerda, o que causa perdas consideráveis. Em materiais laminados (figura a direita), haverá pouco espaço para as correntes parasitas se propagarem, devido à limitação estrutural do material e também do isolamento entre cada uma das chapas.

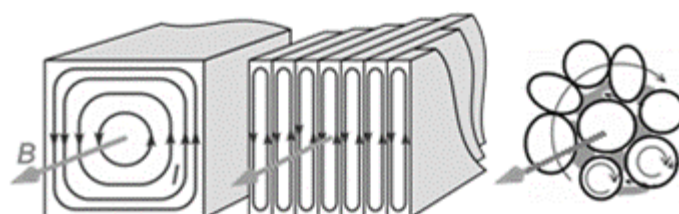


Figura 4 – Correntes parasitas em um material condutor maciço, em chapas isoladas e em um compósito magnético particulado. Adaptado de [14].

## 2.3 COMPÓSITOS MAGNÉTICOS MACIOS

Fabricados via metalurgia do pó, os materiais compósitos magnéticos macios são materiais com propriedades eletromagnéticas e que possuem dois ou mais elementos em sua composição. Estes materiais são gerados de minúsculas partículas de pó de ferro cobertas por um material dielétrico, que produz isolamento elétrico aos grãos Figura 5.a. O pó de ferro é misturado com material dielétrico e lubrificante, como fósforo por exemplo.

Esta mistura é colocada em uma matriz e então compactada para gerar peças de material ferromagnético, como mostra a sequência da Figura 5-c. O método utilizado para compactação é a prensagem axial numa matriz de aço. Após este processo, o material é levado a um forno para fazer com que os grãos de ferro se misturem ao material dielétrico. Recomenda-se a utilização destes materiais para construção de núcleos de equipamentos eletromagnéticos sujeitos a campos magnéticos variáveis, por estes materiais possuem isotropia magnética e alta resistividade elétrica [2, 11, 15].

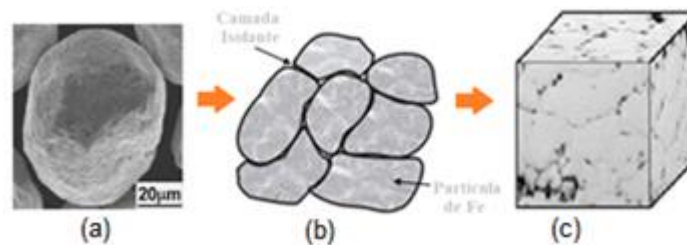


Figura 5 – Ilustração do processo de criação de um SMC

O revestimento isolante que separa individualmente as partículas de pó de ferro em um produto SMC é a característica fundamental desta tecnologia. Sua espessura, cobertura e resistência sob as diferentes operações de processamento são aspectos fundamentais para as propriedades de uma peça magnética. O revestimento isolante tem como principal finalidade aumentar a resistividade e/ou atuação elétrica entre as partículas do material ferromagnético usado no SMC [2]. Na maioria dos casos, como material ferromagnético (núcleo da partícula de SMC) utiliza-se o ferro puro, ou pó de ferro baixa liga, com distribuição de tamanho de partículas variados, produzidos por meio de técnicas tradicionais de atomização em água.

A ilustração da Figura 6 apresenta uma partícula de ferro sendo recoberta por particulados de fosfato de estrôncio e óxido bórico. Após o processo térmico, é possível observar o surgimento de uma fina camada de dióxido de silício recobrindo a partícula de ferro [1-2].

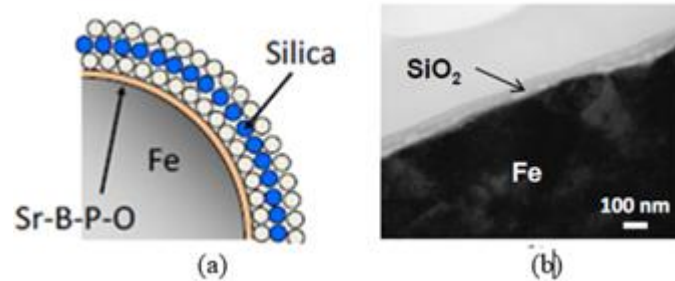


Figura 6 – (a) Ilustração da partícula de ferro sendo recoberta. (b) Fina camada de dióxido de silício recobrindo a partícula após tratamento térmico. Adaptado de [1].

## 3 PARTE EXPERIMENTAL E METODOLÓGICA

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DO SMC

A caracterização desses materiais pode ser feita por meio de corpos de prova, que proporcionaram as análises das propriedades físicas e magnéticas de cada material comparando estas com resultados existentes em literatura [3, 7-10].

Para o ensaio de histerese faz-se necessário a preparação da amostra, como apresentado na Figura 7, e depois na bobinagem (enrolamento de fios de cobre) de espiras primárias e secundárias no anel, conhecidas como Anel de Roland, de acordo com a norma ASTM A773/A 773M-01 [16].

O procedimento consiste em isolar o anel com filme plástico para evitar danos ao fio esmaltado. Em seguida, enrolar as espiras da bobina do secundário com fio AWG 26, contando o número de voltas. Para a bobina primária, deve-se efetuar um novo isolamento, então enrolar as espiras primárias com fio AWG 23, também contando o total de voltas dadas para esta bobina.



Figura 7 – Matriz para compactação dos corpos de prova na forma de anel. (a) matriz externa; (b) matriz interna; (c) punção superior; (d) anel compactado.

## 3.2 MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS ELETROMAGNÉTICOS

Depois da preparação (bobinamento) da amostra, o ensaio para a obtenção da curva de histerese e magnetização é feito ainda com base na norma ASTM A773/A 773M-01 [16], sendo utilizado um equipamento apropriado (FIGURA 8), e um software para a aquisição dos dados (FIGURA 9), modelo TLMP-FLX-D, da empresa Global Mag.

Durante os ensaios de curva de magnetização do material, também conhecido como ensaio CC, foram utilizadas correntes de excitação de 5A com frequência de 0,05 Hz. Já para a obtenção da curva e histerese foram utilizadas frequência na faixa de 60 Hz.

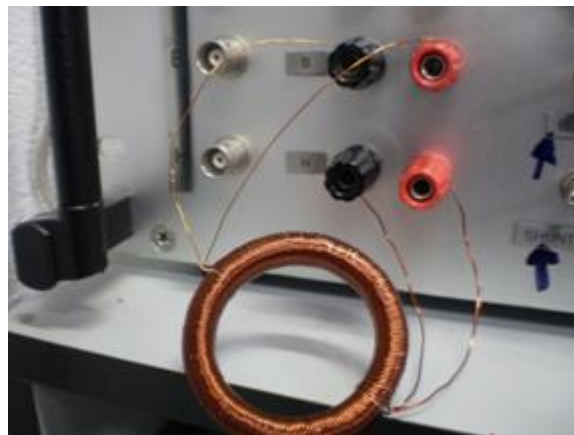


Figura 8 – Método de medição da curva de histerese pelo método do anel.

As curvas de histerese obtidas foram típicas de materiais magnéticos macios, sendo que destas curvas é possível retirar-se propriedades magnéticas importantes como a indução de saturação, magnetismo remanente e força coercitiva. A indução de saturação ou indução máxima, pode ser visualizada a partir dos valores de campo onde a indução tende a permanecer constante ou com declividade quase nula.



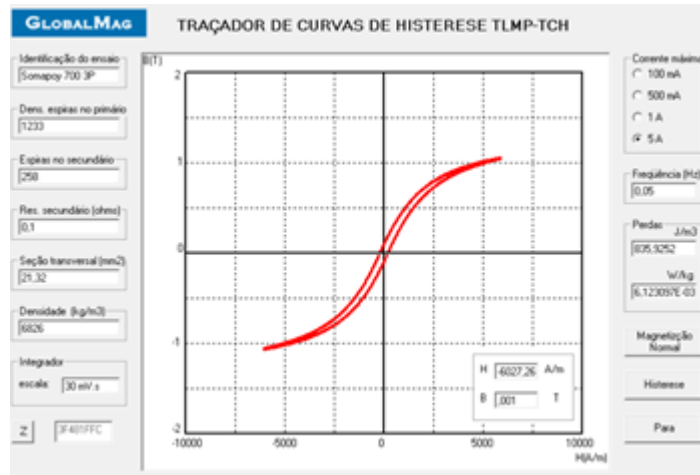


Figura 9 – Medição da curva de histerese pelo método do anel.

### 3.3 SIMULAÇÃO VIA FEMM

Como proposto neste trabalho, foi criado um ambiente de simulação para testar o material sinterizado a partir dos dados adquiridos nas curvas de histerese e magnetização. Para tanto, foi necessário do desenho em CAD do motor que se quer simular, criar um novo material no FEMM 4.2 [17], e inserir os parâmetros coletados nos testes magnéticos. A Figura 10 mostra esse procedimento, no qual os dados B (fluxo magnético) e H (intensidade de campo), que correspondem à curva de magnetização do material, são inseridos e salvos no programa. Além destes dados, informações como resistividade elétrica do material, condutividade entre outros dados também podem ser inseridos caso seja necessário.



Figura 10 – Inserção dos parâmetros magnéticos do material Somaloy 700 3P.

## 4 Resultados e discussões

A simulação de materiais magnéticos auxilia no levantamento dos parâmetros eletromagnéticos do material tendo em vista a trabalhosa tarefa de concepção dos novos corpos de prova. Desta forma, o estudo do comportamento magnético de um SMC a partir de uma imagem metalográfica proporciona uma rápida análise e possibilita mudanças de parâmetros de forma a encontrar uma composição de liga e características mecânicas como maior ou menor compactação, determinação de tempos de tratamento térmico e possíveis modificações no design da peça.

### 4.1 SIMULAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE MATERIAIS SMC

Um dos objetivos deste trabalho foi o de determinar o comportamento da densidade de fluxo magnético ( $B$ ) para materiais compósitos sinterizados. Para tanto, utilizou-se como referência uma imagem da estrutura cristalográfica obtida de uma das amostras produzidas neste estudo (FIGURA 11-a), composta pelo SMC Somaloy 700 3P.

Inicialmente um tratamento digital da imagem foi necessário (FIGURA 11-b) para então ter um novo arquivo binarizado contendo os contornos de cada um dos grãos (FIGURA 11-c). Em seguida, foi possível dar início ao processo de criação do modelo CAD da imagem (FIGURA 11-d) e posterior simulação deste material.

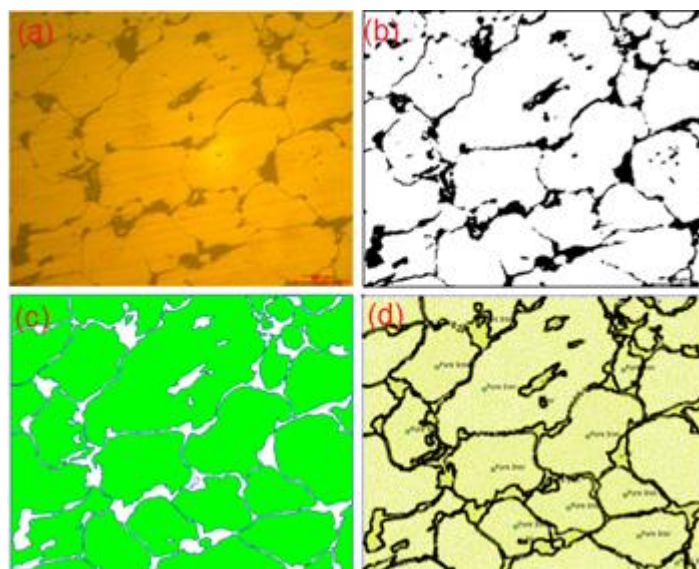


Figura 11 – (a) Imagem metalográfica do Somaloy 700 3P e (b) imagem binarizada. (c) Grãos em verde e poros/isolamento em branco. (d) Os grãos são nomeados como ferro puro e os poros/isolamento como ar.

Os grãos podem ser visualizados na Figura 11-c, em verde, sendo que seus tamanhos variam de 70  $\mu\text{m}$  até 125  $\mu\text{m}$  aproximadamente. Já a Figura 11-d mostra o processo de nomeação de cada área (área composta por toda a extensão do contorno), e a criação da rede (mesh) utilizada pelo método de elementos finitos do software FEMM [17].

A etapa de nomeação das regiões que serão simuladas no FEMM consiste em definir os materiais que consiste na amostra. Assim sendo, os grãos são definidos como ferro puro (pure iron) e os poros, ou vazios, como regiões com presença de ar. Para a geração de um campo magnético que possa fluir pelo material, dois ímãs permanentes são introduzidos na simulação, sendo o polo sul na parte superior e o polo norte na parte inferior da figura.

Também foram simuladas outras situações modificando o material da amostra por um bloco contendo apenas os dados da curva B.H apresentada na Figura 10. Esta simulação possibilita uma comparação entre os dois métodos, e também possibilita a construção de modelos computacionais reais de motores, geradores e transformadores.

Em relação aos resultados obtidos após a compilação do primeiro modelo, pode-se observar inicialmente como ocorre o fluxo magnético entre cada partícula do material ferromagnético (FIGURA 12). Além disso, diferentes parâmetros foram analisados, como densidade de fluxo magnético (B), intensidade de campo (H), permeabilidade e a resistividade do material. A análise do fluxo magnético induzido em uma imagem metalográfica da amostra Somaloy 700 3P pode ser observada na que mostra a circulação de um fluxo magnético (B) de cima para baixo.

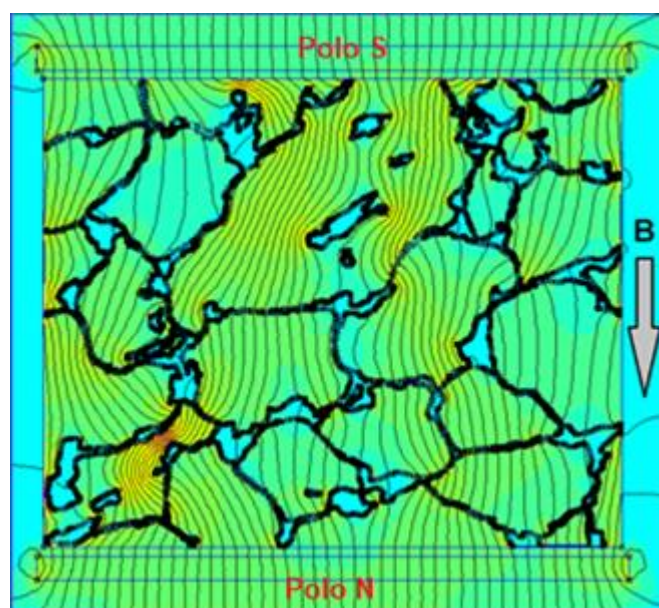


Figura 12 – Campo magnético aplicado de cima para baixo, criando um fluxo magnético induzido na vertical.

Já na Figura 13 foi feita a medição da densidade de fluxo magnético fluindo em cada uma das partículas de ferro. Foram 3 medições, onde a linha número 1 apresenta um B igual a 0,19 T. Na linha número 2 o B corresponde a 0,76 T e a linha número 3 apresenta o maior valor de B, próximo a 1,7 Tesla, devido a uma considerável diminuição da largura do grão. Em algumas regiões há uma passagem de fluxo magnético reduzido devido ao fato de que a camada isolante do grão ser mais espessa, fazendo com que as linhas de fluxo optem por outros caminhos de menor resistência. Outro fator importante a ser observado refere-se à existência de poros (vazios), devido principalmente à pressão utilizada na prensagem da amostra.

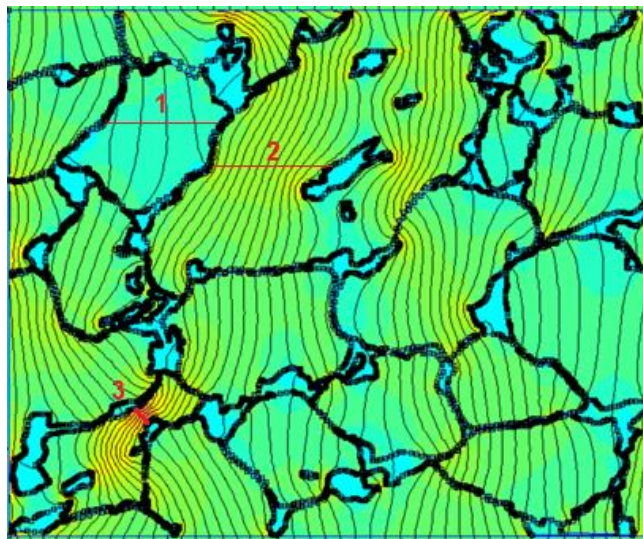


Figura 13 – Passagem de fluxo magnético em diferentes caminhos (grãos).

## 4.2 SIMULAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE MOTORES DE INDUÇÃO

A simulação de motores de indução tem o intuito de verificar o funcionamento do motor sem que este seja montado na prática. Os resultados levantados na simulação, comparados com os parâmetros já conhecidos, propiciam uma rota de estudo de forma a possibilitar ajustes nos materiais SMC sem que haja a necessidade da construção de um novo motor.

Assim, a Figura 14 mostra a simulação deste motor de indução trifásico, que é geralmente é montado com chapas laminadas típicas (M-19 Steel). No caso da substituição deste material pelo compósito magnético, de acordo com seus parâmetros de curva B.H, foi observar nos resultados de simulação



que a densidade magnética máxima ficou próxima a 1,22 T para uma corrente de pico de 1 Amperes, ficando cerca de 17 % menor que o modelo convencional (chapas laminadas).

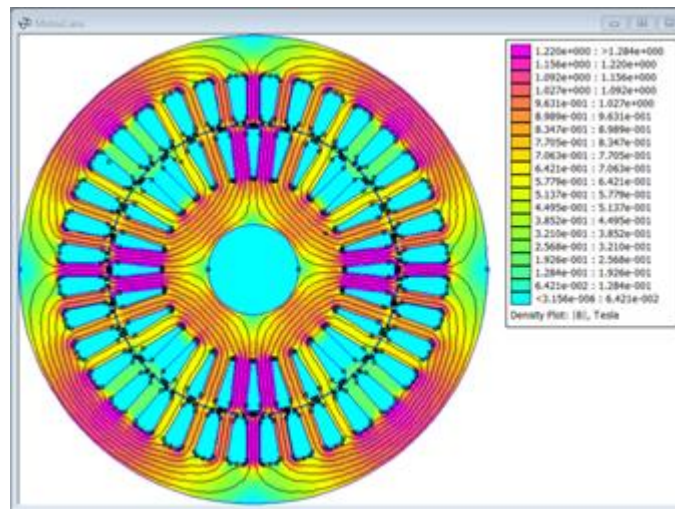


Figura 14 – Simulação de um motor utilizando os parâmetros do Somaloy 700 3P.

Além da densidade de fluxo magnético menor, SMC também apresentou uma permeabilidade magnética menor (ou seja, capacidade de condução de fluxo versus o campo magnético aplicado) e um aumento considerável da resistividade elétrica, chegando a  $14 \mu\Omega.m$ .

A partir destes dados, uma relação entre o material compósito e os convencionais pode ser realizada e as diferenças se justificam pela: (i) presença de poros (vazios) na amostra devido à falta de pressão na hora da compactação a amostra; (ii) a camada isolante muito espessa, em função da qualidade do recobrimento da partícula; e (iii) o aumento da resistividade elétrica do material devido à grande quantidade de partículas que conduzem um valor de B abaixo do valor de saturação (1,22 T) como apresentam as linhas 1 e 2 da Figura 13.

## 5 CONCLUSÕES

Neste estudo foram analisadas as propriedades eletromagnéticas de materiais SMC (Soft Magnetic Composites), criando assim um ambiente de simulação para testes em motores de indução trifásico. Por meio do desenvolvimento deste trabalho pode-se analisar as características dos compósitos magnéticos macios, tanto experimentalmente quanto por simulação, da liga Somaloy 700 3P, da empresa Höganäs AB.

A análise em fase amostral dos materiais foi utilizada para o levantamento das propriedades físicas e magnéticas, onde foi possível a comparação com valores obtidos na literatura, seja com trabalhos anteriores como também com a fabricante do material. Posteriormente, estes parâmetros foram inseridos em ambiente de simulação e o comportamento eletromagnético do material foi observado, além de um comparativo entre esta liga e os motores convencionais montados a partir de chapas laminadas.

Os resultados encontrados nas simulações apresentam um rendimento menor da liga Somaloy 700 3P, porém sua utilização um design em 3D que aumente a intensidade de campo magnético acarretará em um aumento considerável no fluxo magnético (B), superando assim os aços laminados. Outro fator importante que este estudo apresentou foi a análise do fluxo magnético baseado nas imagens metalográficas das amostras utilizadas nos testes. Estas imagens formas essenciais no entendimento do comportamento magnético dos SMCs, já que nas simulações pode-se observar que variáveis como tamanho de partícula, espessura da camada isolante e presença de poros podem afetar consideravelmente na relação B.H da peça ou motor desenvolvido.

## REFERÊNCIAS

ISHIZAKI, T. et al. Improving Powder Magnetic Core Properties via Application of Thin, Insulating Silica-Nanosheet Layers on Iron Powder Particles. *Nanomaterials*, Vol. 7, n. 1, p. 1, 2016.

SHOKROLLAHI, H.; JANGHORBAN, K. Soft Magnetic Composite Materials (SMCs). *Journal of Materials Processing Technology*. 2007, Vol.189, pp. 1-12.

DIAS, M. M., et al. Aplicação de materiais magnéticos macios sintetizados em máquinas elétricas rotativas síncronas. 2014. *Tecnologia e Tendências. FEEVALE*. Vol.10, Nº2, 2º 2014.

UENO, T. et al. Practical and Potential Applications of Soft Magnetic Powder Cores with Superior Magnetic Properties. *SEI TECHNICAL*, n. 82, 9, 2016.

CAMPOS, L. et al. Caracterização das propriedades magnéticas de materiais compósitos magnéticos macios. *Revista de Iniciação Científica*. ULBRA, RS, 2014

LANDGRAF, F. J. G. et al. Propriedades Magnéticas de aços para fins elétricos. *Aços: perspectivas para os próximos*, Vol. 10, p. 109-128, 2002.

DIAS, M. M.; et al. Novas Perspectivas das Máquinas Elétricas Trifásicas a Partir da Utilização de Materiais Magnéticos Macios Sinterizados. *Novo Hamburgo: Revista Liberato*, Vol. 6, n. 6, 2005. p. 56-65.

GUIMARÃES, F. R. Desenvolvimento de uma Máquina Síncrona Trifásica com Ímãs de Nd-Fe-B e Núcleo do Estator a partir de Fe<sub>2</sub>P Sinterizado Aplicado em aerogerador de 1kW. 2015. *Dissertação de Mestrado – UFRGS*, 2015.

NIADA, R. F. Desenvolvimento de um mini-motor com estator produzido por processo de metalurgia do pó. 2015. Tese de Doutorado – UFRGS, 2015.

RONCHI, F. P. Construção e análise do desempenho de um motor de corrente contínua utilizando materiais magnéticos macios a partir da metalurgia do pó. 2015. Dissertação de Mestrado – UFRGS, Porto Alegre, 2015.

TONTINI, G. Estudo de compósitos magnéticos moles de ferro recoberto por suspensão de nanopartículas de alumina em vidro líquido. Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Florianópolis, 2017.

GRIFFITHS, D. J.; COLLEGE, R. Introduction to Electrodynamics. USA; New Jersey, Vol. 4, 2012.

CULLITY, B. D.; GRAHAM, C. D. Introduction to Magnetic Materials. 2nd. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009. ISBN 978-0-471-47741-9.

KOLLAR, P., et al. Power loss separation in Fe-based composite materials. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2013, 327, pp. 146-150.

HOGANAS, A. B. Compostos Magnéticos Macios (Soft Magnetic Composites - SMC). Disponível em: <<https://www.hoganas.com/>>.

NORMA ASTM A773/A 773M-01 - Standard Test Method for Direct Current Magnetic Properties of Low Coercivity Magnetic Materials Using Hysteresigraphs

FEMM. Finite Element Method Magnetics. Disponível em: <http://www.femm.info/wiki/HomePage>

# Capítulo 20

## O PROCESSO DE RACIOCÍNIO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES APLICADO EM UMA ERVATEIRA

[10.37423/200200258](#)

*Francieli Diane Merlin Caresia*

*Silvana D. Kruger*

*Vilmar Oenning*

*Sady Mazzioni*

*Clesia Ana Gubiani*

**RESUMO:** Com os avanços tecnológicos cada vez mais presentes nas empresas é preciso que estas estejam em constante desenvolvimento para manter a qualidade de seus produtos e a eficiência produtiva visando permanecerem no atual mercado competitivo. Neste sentido, as empresas buscam identificar os problemas ou fatores que as impedem de crescer. O objetivo geral desta pesquisa foi através do processo de raciocínio da teoria das restrições procurar alternativas para problemas existentes numa ervateira situada no município de Nonoai-RS, desde a compra da matéria-prima até sua transformação em erva-mate a partir da aplicação da árvore da realidade atual da teoria das restrições, como forma para identificar as mudanças que precisam ser implementadas na empresa objeto de estudo. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos da pesquisa caracterizam o estudo como exploratório, sendo um estudo de caso, com abordagem qualitativa.



Os dados foram coletados através de entrevistas não-estruturadas inicialmente na área administrativa da ervateira e posteriormente aos funcionários e aos clientes. Os resultados da pesquisa identificam o problema principal e alguns pontos de entrada que na ligação de causa e efeito são responsáveis por outros efeitos e que acabam prejudicando o desenvolvimento e a lucratividade da empresa, evidenciando a necessidade de investimentos em recursos humanos e melhorias físicas, bem como, a implantação de controles internos.

**Palavras-chave:.** Teoria das restrições. Árvore da realidade atual. Processo de raciocínio.

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos cada vez mais presentes nas empresas fazem com que estas estejam em constante evolução para manterem a qualidade dos produtos, bem como os preços competitivos frente à concorrência, visando sua permanência no mercado. Tal competitividade faz com que haja a busca de novas formas de gerenciamento que possam se adaptar as mudanças ocorridas no mercado e que contribuam com a análise da saúde econômica e financeira destas entidades.

A teoria das restrições pode ser utilizada como ferramenta de identificação, análise e solução de problemas que afetam o desenvolvimento das empresas, que, por conseguinte prejudicam o alcance de suas metas. De tal modo, a teoria das restrições é importante para a gestão e estratégia empresarial como elemento de análise e exploração das restrições que impedem o desempenho econômico e financeiro das empresas.

Neste sentido, para obter o controle sobre o processo de identificação e exploração das restrições existentes nas empresas é necessário o conhecimento dos processos de funcionamento da organização, a utilização de instrumentos de apoio à gestão de problemas torna-se o diferencial necessário para a solução de cada problema.

Dessa maneira, o referido estudo visou a aplicação do processo de raciocínio da teoria das restrições para resolução de problemas em uma empresa do ramo ervateiro situada na cidade de Nonoai-RS.

## 2. A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A teoria das restrições segundo Guerreiro (1999) foi criada pelo físico israelense Eliyahu Goldratt, que desenvolveu para um amigo um sistema de planejamento de fábrica para a produção de gaiolas para aves, tornando-se a base do software Optimized Production Technology (OPT), voltado à programação de produção, que foi se aperfeiçoando a partir da aplicação prática dessa sistemática, a teoria das restrições (Theory Of Constraints – TOC) pode ser entendida como a otimização da tecnologia da produção.

Em 1984, juntamente Goldratt e Cox (2002) editaram o livro A Meta, narrado em forma de romance, no qual demonstra a dificuldade de um gerente de fábrica em administrá-la, de modo que, para resolver os problemas que afetavam a fábrica, ele utilizou os princípios da teoria das restrições para concluir com êxito a meta da empresa.

Segundo Cogan (2007, p. 8):

Goldratt observou, então, que os conceitos descritos no livro A meta estavam sendo implementados com sucesso pelas empresas que não tinham o software OPT. Vale destacar que, em muitos casos, a implementação dos princípios apresentados em A meta foram mais bem-sucedidos que propriamente as do OPT [...].

Goldratt, então, decidiu vender a empresa que comercializava o software OPT e se dedicar a sua atividade educativa, criando um instituto com a finalidade de comercializar a parte educativa da sua teoria.

Em termos de gestão empresarial a teoria das restrições é importante, de modo que é aplicado ao gerenciamento da produção por meio da contabilidade de ganhos, gerenciamento de indicadores de gestão e o processo de raciocínio.

Conforme Cogan (2007, p. 11) "ela fornece uma série de diretrizes de ação que questionam os conceitos básicos da contabilidade gerencial tradicional, permitindo uma nova visão dentro do enfoque do processo de gestão".

Para Guerreiro (1999, p. 58):

A teoria das restrições propõe um processo decisório fundamentado no que Goldratt denomina de 'mundo dos ganhos' (contribuições econômicas), em substituição ao 'mundo dos custos' existentes nas empresas, decorrentes da utilização prioritária de informações sobre custos dos produtos [...].

A aplicação da teoria das restrições possibilita atingir a meta estabelecida pela empresa, a qual é definida como ganho de dinheiro. Logo, quando o ganho aumenta sem afetar o inventário e as despesas operacionais, haverá aumento do lucro líquido, do retorno sobre o investimento e do fluxo de caixa.

## 2.1 GESTÃO DE PRODUÇÃO

A restrição de um sistema é definida como qualquer coisa que evite o mesmo de alcançar seu objetivo, portanto qualquer organização tem pelo menos uma restrição que a impede de obter mais lucros, de modo que se não apresentasse restrição sua produção seria ilimitada. Logo, numa corrente com capacidades diferentes, a restrição será encontrada no recurso com menor capacidade, sendo que a restrição pode flutuar de um recurso para outro com as mudanças no mix de produção e interrupções ocasionais.

De acordo com Guerreiro (1999, p. 35):

[...] A teoria das restrições pressupõe a adequada compreensão do inter-relacionamento entre dois tipos de recursos que estão normalmente presentes em todas as empresas: o recurso-restrição e o recurso não-restrição. [...] O recurso restrição corresponde a qualquer elemento que limita o desempenho da empresa, e o recurso não-restrição, ao elemento que não limita seu desempenho.

As restrições são identificadas como o elo mais fraco de uma corrente, como também alguma coisa que não tenha o suficiente. Logo, as restrições podem ser físicas e são chamadas de restrição de recursos, ou restrições políticas, ocasionadas por procedimentos internos da empresa, como normas ou práticas usuais.

Nas indústrias, as categorias de restrições são representadas pelo mercado, capacidade de produção, logística e gerenciamento, de modo que, o mercado, através de suas necessidades, define o limite de ganho da empresa. Já, as dificuldades relacionadas com materiais e capacidade de produção podem ser visualizadas com mais facilidades pelos gestores.

Segundo Cogan (2007, p. 20), "recurso não-gargalo é qualquer elemento do sistema cuja capacidade de produção é superior ao do recurso gargalo/restrito". Assim, o recurso não-restrição é identificado como um recurso que não apresenta restrição ao desempenho da organização, de modo que, a capacidade de produção dos elementos do sistema é superior aos recursos das restrições.

Há também os recursos com capacidade restritiva, sendo um recurso que ainda não é um gargalo, entretanto, se não for gerenciada adequadamente poderá se transformar em uma restrição, comprometendo assim o ganho da organização.

Para Cogan (2007, p. 20), "o recurso principal com restrição de capacidade é o recurso gargalo". Dessa forma, o gargalo é representado como um recurso com capacidade insuficiente para atender a demanda, sendo que em um sistema pode haver mais de um gargalo, entretanto apenas um é considerado uma restrição. Logo, o gargalo é considerado um caso particular de restrição.

O gerenciamento adequado das restrições é necessário para que a empresa consiga otimizar ao máximo as restrições dentro dos limites impostos por ela. Assim, é necessário que as organizações aprendam a superar essas restrições, através da aplicação dos cinco passos de focalização da TOC.

## 2.1.1 Os cinco passos da focalização

Para que as organizações consigam superar as restrições e também não permitir que se estabeleça a inércia, são necessários que sejam estabelecidos os cinco passos do aprimoramento contínuo apresentado por Goldratt e Cox (2002) que tem como função ajudar a implantar e gerenciar a otimização da produção. Assim, os cinco passos da focalização são:

Passo 1. Identificar as restrições do sistema;

Passo 2. Explorar as restrições do sistema;

Passo 3. Subordinar qualquer outra coisa à decisão acima;

Passo 4. Elevar as restrições do sistema;

Passo 5. Se uma restrição for elevada, volte ao passo 1. Não deixe que a inércia seja a maior restrição do sistema;

Além dos cinco passos da focalização, a teoria das restrições estabelece nove passos da otimização, que também tem como objetivo o alcance da meta da empresa, de modo que, estes princípios auxiliam os gestores na aplicação das práticas da TOC.

Com a finalidade de otimizar a produção e também com o pressuposto de que a linha de produção possui gargalos e sempre terá um com maior força restritiva, a teoria das restrições estabelece os nove princípios de otimização:

1. Balancear o fluxo e não a capacidade;
2. O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado por seu próprio potencial e sim por outra restrição do sistema;
3. A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos;
4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro;
5. Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão;
6. Os gargalos governam o ganho e o inventário;

7. O lote de transferência não pode e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processamento;
8. O lote de processo deve ser variável e não fixo;
9. Os programas devem ser estabelecidos considerando todas as restrições simultaneamente.

Para alcançar a meta da empresa é necessário analisar cada princípio da otimização, como também é imprescindível, que sejam avaliados os princípios do sistema tambor- pulmão-corda (TPC).

Conforme Cogan (2007, p. 28), "no modelo da teoria das restrições, os tempos de ressuprimento serão estabelecidos em função de como a produção é programada, ou seja, eles são resultados do processo de planejamento da produção".

No gerenciamento das restrições é necessária uma atenção maior pela gerência aos recursos restritivos, pois nos sistemas, há sempre uma ou mais restrições, de modo que, o rompimento acontece no elo mais fraco, sendo essa, a restrição.

Segundo Goldratt e Fox (1992, p. 77), "[...] reestruture a sua fábrica para que as máquinas mais carregadas (as restrições primárias da capacidade) estejam nas primeiras operações e coloque as máquinas com capacidade maior depois daquelas".

A teoria das restrições propõe uma nova abordagem que permite prover em favor de um aprimoramento contínuo nas organizações que não possuem restrições físicas relativamente permanentes. Sendo possível pensar pelo processo de raciocínio e suas aplicações, o que pode auxiliar no entendimento do mundo dos negócios e assim melhorá-los, o processo de raciocínio enfoca o conhecimento de causa e efeito, que juntamente com a intuição e a experiência adquirida obtêm-se mais conhecimento para alcançar os melhoramentos e mudanças de paradigmas.

A restrição do sistema quando não é óbvia, utiliza-se o processo de raciocínio para identificar principalmente as restrições políticas que conduzem a gestão da empresa. Segundo Cogan (2007, p. 156) "Os processos de raciocínio podem ser usados em separado ou em conjunto, dependendo do que se pretende atingir. No caso de problemas de escopo maior, deve-se usar em conjunto. Procura-se, então, responder às três perguntas: O que mudar? Para o que mudar? Como fazer para mudar?"

Na figura 1 apresenta-se o conjunto de ferramentas do processo de raciocínio:

O que mudar?	Para o quê mudar?	Como mudar?
Árvore da Realidade Atual	Diagrama de Dispersão de Nuvem	Árvore de Pré-Requisito
	Árvore da Realidade Futura	Árvore de Transição

Figura 1 - Ferramentas do processo de raciocínio.

Fonte: Adaptado de NORREN, SMITH, MACKEY (1996, p. 152)

Para a resolução das três perguntas apresentadas pelo processo de raciocínio, é utilizado um conjunto de ferramentas que podem ser utilizados individualmente ou acoplados, de modo que, podem identificar os problemas principais, como também superar os obstáculos existentes na empresa.

Neste sentido, para desenvolver o processo de mudança dentro das organizações é utilizado ferramentas como a árvore da realidade atual que identifica o que mudar já o diagrama de nuvem e a árvore da realidade futura direcionam para o quê mudar e a árvore de pré-requisito juntamente com a árvore de transição mostram como mudar.

## 2.1.2 ÁRVORE DA REALIDADE ATUAL

A árvore da realidade atual é utilizada para identificar a restrição do sistema, portanto inicia-se a identificação com a análise dos efeitos indesejáveis (Eis), como por exemplo, excesso de inventário, pouco espaço no almoxarifado que ocasiona as pilhas de materiais no chão da fábrica, atraso na expedição dos pedidos, tempos de ciclo maiores que o suficiente.

Conforme Cogan (2007, p. 158), "a chave é entender que os EI não representam o problema real - eles, na realidade, são sintomas visíveis do problema real ou problema-raiz. O desafio é mapear a teia de inter-relacionamento de causa efeito que une os efeitos indesejáveis".

Para a construção da árvore da realidade atual é preciso seguir alguns procedimentos estabelecidos pelo Avraham Y. Goldratt Institute (AGI), segundo Norren, Smith e Mackey (1996, p. 154):

**Passo 1:** Faça uma lista de cinco a dez Efeitos Indesejáveis (Eis) que descrevem a área analisada, e submeta cada um deles à Ressalva de Existência da Entidade.

**Passo 2:** Se encontrar uma conexão aparente entre dois ou mais Eis, conecte este "grupo" enquanto faz o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do caminho. Caso contrário, escolha um EI ao acaso e prossiga para o Passo 3.

**Passo 3:** Conecte todos os outros EIs ao resultado do Passo 2, fazendo o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do processo. Pare quando todos os EIs estiverem ligados.

**Passo 4:** Leia a árvore de "baixo para cima", fazendo novamente o escrutínio de cada flecha e entidade ao longo do percurso. Proceda às correções necessárias.

**Passo 5:** Pergunte a si mesmo se a árvore como um todo reflete a sua intuição sobre a área. Se não, verifique cada flecha para descobrir Ressalvas de Causa Adicional.

**Passo 6:** Não hesite em expandir a sua árvore, para conectar outros EIs existentes mas que Não foram incluídos na lista original de EIs. **NÃO DÊ ESTE PASSO ATÉ QUE TODOS OS EIS ORIGINAIS ESTEJAM CONECTADOS.**

**Passo 7:** Reexamine os EIs. Identifique as entidades na árvore que sejam intrinsecamente negativas, mesmo que a entidade não constasse da lista original de EIs, ou que ela requeira que a árvore seja expandida para cima, uma ou duas entidades.

**Passo 8:** Elimine da árvore quaisquer entidades que não sejam necessárias para conectar todos os EIs.

**Passo 9:** Apresente a árvore para alguém que ajude a fazer aflorar e desafiar os pressupostos encontrados nela.

**Passo 10:** Examine todos os pontos de entrada da árvore e decida quais os que acha que deseja atacar. Escolha entre eles o que contribui mais para a existência dos EIs. Se ele não causar impacto sobre pelo menos 70% dos EIs re-selecionados, acrescente ligações do tipo V.

## Quadro 1 – Diretrizes para construir árvores da realidade atual

Fonte: NOREEN; SMITH; MACKEY (1996, p. 154)

Após todos os efeitos indesejáveis originais estarem ligados pode ser iniciado o passo. Nesta fase, será realizada a leitura da árvore de baixo para cima, para verificar se algo está faltando na mesma logo, esta análise será desempenhada através das categorias de ressalvas legítimas.

A partir da aplicação dos efeitos indesejáveis e as ressalvas, compreende-se que a árvore da realidade atual (ARA) é suficiente para determinar a entidade, sendo possível identificar o problema-cerne do sistema.

Após a realização do mapeamento da teia de inter-relacionamento, pode-se identificar o problema cerne, através de um diagrama lógico. Por meio desta teia é possível chegar as causas dos efeitos indesejáveis, de modo que, o problema cerne é a causa que dá origem aos efeitos indesejáveis. Depois de realizado todos os passos, deve ser analisada a árvore da realidade atual para que seja identificada a causa que determine 70% ou mais dos efeitos indesejáveis, a qual será o problema cerne.

Na figura 2 é apresentado como se deve ler a árvore da realidade atual para entender os efeitos indesejáveis e identificar o problema cerne:



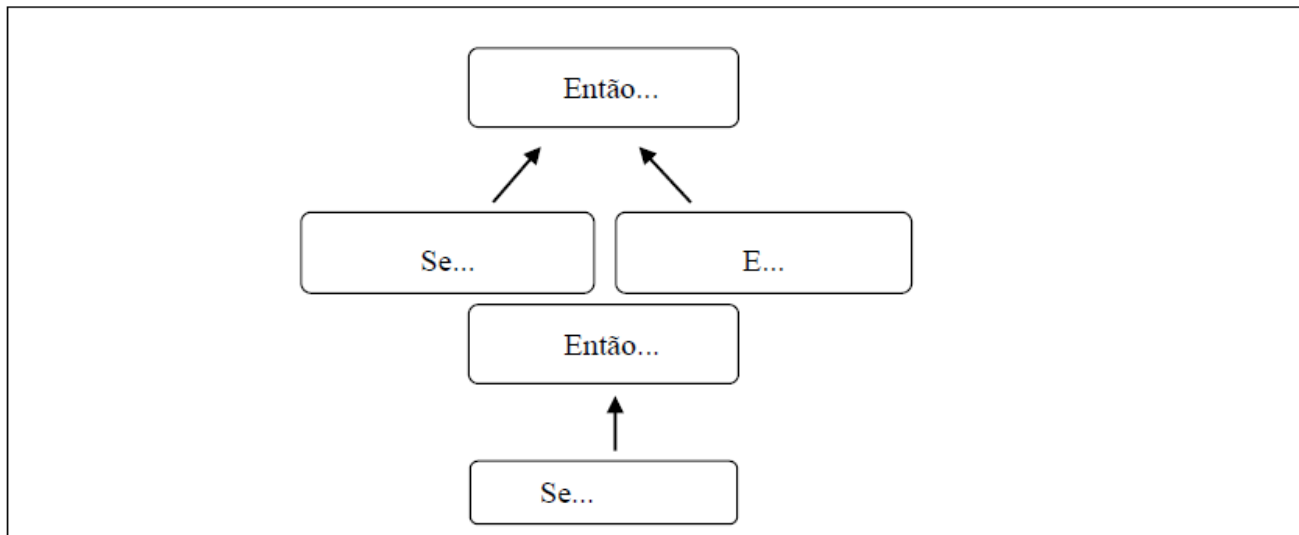


Figura 2 - Como ler uma árvore da realidade atual

Fonte: RODRIGUES apud ROCHA NETO (2001, p. 56)

O problema cerne deve ser o primeiro a ser explorado, logo, com a construção da árvore da realidade atual é possível saber o que mudar, através da descrição de como o sistema está no momento, sendo que o processo de construção da ARA primeiramente deve observar os efeitos indesejáveis, juntamente com uma relação na forma do tipo: "Se, Então" destes efeitos indesejáveis.

A árvore da realidade atual responde a primeira pergunta "o que mudar"? Logo, a pergunta seguinte, "para o quê mudar" será respondida pelo diagrama de dispersão de nuvem e pela árvore da realidade futura.

### 2.1.3 ÁRVORE DA REALIDADE FUTURA

A árvore da realidade futura é utilizada para testar se os efeitos indesejáveis (EI) se transformarão em efeitos desejáveis (ED), do mesmo modo que demonstra a expressão de uma realidade que ainda não existe, como também permite ter uma boa visão do futuro caso a nova política for implantada.

Segundo Cogan (2007, p. 181):

[...] A Árvore da Realidade Futura desmembra as relações de causa-efeito entre as mudanças que foram feitas com relação aos sistemas existentes e seus consequentes resultados. É, pois, uma projeção do futuro, desde um ponto de início no presente, de baixo para cima, ao invés de ser de cima para baixo como o é a Árvore da Realidade Atual.

Com a resolução do problema-cerne, são estabelecidas relações coerentes de causa-efeito na árvore da realidade futura para que ao contrário da ARA sejam encontrados efeitos desejáveis.

Conforme apresentado na figura 3, após a resolução do problema-raiz pelo diagrama de dispersão de nuvem estabelecem-se as relações lógicas de causa efeito a partir da árvore da realidade futura, para que ao invés de efeitos indesejáveis sejam encontrados efeitos desejáveis.

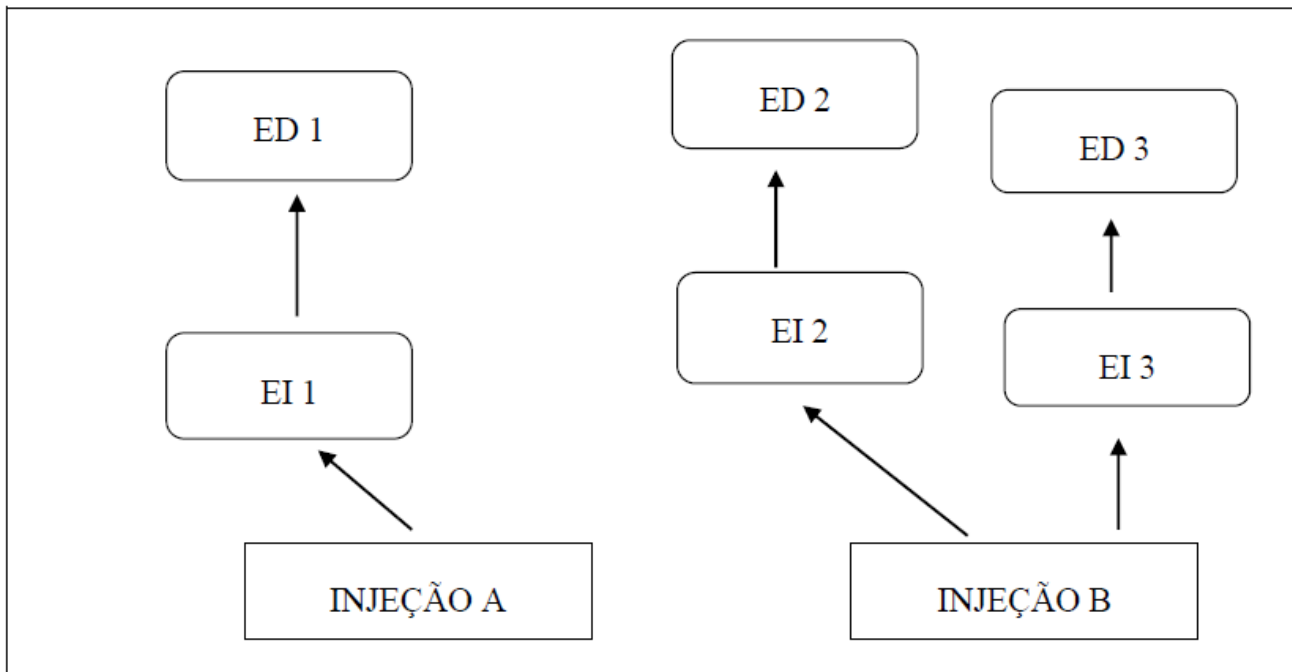


Figura 3 - Árvore da realidade futura

Fonte: RODRIGUES (apud ROCHA NETO, 2001, p. 63).

Após a implantação do diagrama de dispersão de nuvem e da árvore da realidade futura, segue-se para a árvore de pré-requisito e a árvore de transição, com o objetivo de responder a última pergunta apresentada pelo processo de raciocínio "como mudar?".

Portanto, como o diagrama de dispersão de nuvem não é suficiente para realizar todas as transformações necessárias na empresa, a árvore da realidade futura precisa realizar injeções no sistema para eliminar todos os efeitos indesejáveis, desde forma completando o conjunto de ferramentas de raciocínio lógico da teoria das restrições.

### 3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma ervateira situada na cidade de Nonoai-RS, o qual teve como objetivo a identificação de problemas que comprometem o desenvolvimento da empresa ervateira situada na cidade de Nonoai-RS, que está no mercado há dezesseis anos.

Por meio dos objetivos estabelecidos, o esboço da pesquisa possui características de âmbito exploratório. Conforme Raupp e Beuren (2004, p. 81), "[...] explorar um assunto significa reunir mais conhecimento e incorporar características inéditas, bem como buscar novas dimensões até então não conhecidas".

Quanto aos procedimentos, trata-se de um estudo de caso, aplicado na Ervateira Nonoai Ltda, tendo em vista o aprofundamento de conhecimento sobre o processo de raciocínio da teoria das restrições no ramo ervateiro.

Segundo Raupp e Beuren (2004, p. 84), "a pesquisa do tipo estudo de caso caracteriza-se principalmente pelo estudo concentrado de um único caso". Sendo, importante pelo fato de poder realizar uma pesquisa mais profunda sobre um determinado assunto.

No que se refere à abordagem do problema, a pesquisa configurou-se como qualitativa, pois aborda análise mais profunda em relação ao assunto em estudo. Segundo Raupp e Beuren (2004, p. 92) "A abordagem qualitativa visa destacar características não observadas por meio de um estudo quantitativo, haja vista a superficialidade deste último".

A pesquisa qualitativa é uma forma de conhecer a natureza do assunto em estudo, de modo que, não abrange o emprego de instrumentos estatísticos como base de análise do problema, sendo esta uma característica da pesquisa quantitativa.

Para a construção da árvore da realidade atual foram realizadas entrevistas não-estruturadas com a gerência da empresa, os funcionários e também com alguns clientes para maiores informações que auxiliassem na pesquisa dos efeitos indesejáveis.

Com a realização das entrevistas com as pessoas envolvidas com a empresa, buscou-se analisar e interpretar a estrutura da organização com a utilização do método de causa e efeito, para identificar o problema principal, através dos efeitos indesejáveis pesquisados, que prejudicam o crescimento da ervateira.

Para Colauto e Beuren (2004, p. 133):

A entrevista não estruturada, também denominada por alguns autores de entrevista em profundidade, possibilita ao entrevistado a liberdade de desenvolver cada situação na direção que considera mais adequada. Isso significa uma forma de explorar mais amplamente as questões levantadas.

Os dados coletados foram analisados através do processo de raciocínio da teoria das restrições com a aplicação da árvore da realidade atual (ARA), que tem como objetivo a identificação da restrição do

sistema, com a análise dos efeitos indesejáveis, visando à solução de problemas que afetam o crescimento e conseqüentemente a geração de lucro das empresas. A árvore da realidade atual foi usada para diagnosticar os problemas-cernes, que afetam a empresa, com a construção de um diagrama expresso de forma lógica que, através de conexões de causa-efeito, conectou os principais efeitos indesejáveis existentes.

## 4 APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Após a realização das entrevistas, foram listados os efeitos indesejáveis de acordo com os passos estabelecidos por Avraham Y. Goldratt Institute (AGI). Assim, depois de ligados os Eis, foram eliminados alguns pontos desnecessários e acrescentados outros efeitos indesejáveis, para demonstrar melhor a situação real da empresa e concluir a ARA, os efeitos indesejáveis, são os seguintes:

1. Há queda na lucratividade;
2. Dificuldades na gestão de custos e despesas;
3. Faltam controles de gestão;
4. Há queda de receita;
5. Não há o reconhecimento da empresa sobre os trabalhos desenvolvidos pelos colaboradores;
6. Falhas na estrutura;
7. Falta de investimentos estruturais;
8. Uma única pessoa gerencia a administração e a produção;
9. Não há uma clara visão de pontos fortes e fracos da empresa;
10. Falhas no atendimento;
11. A empresa tem dificuldades para abrir novos clientes;
12. Custos elevados;
13. Produto vem perdendo mercado;
14. Baixo valor de venda;
15. Há uma dificuldade em definir ações de melhorias;
16. A qualidade dos produtos está atrelada a qualidade da mão-de-obra empregada;

17. Às vezes concentra ações em áreas que não geram resultados satisfatórios;
18. Mercado não reconhece o produto como sendo de qualidade;
19. Redução de clientes;
20. Entrada da concorrência;
21. O trabalho da gerência da produção e da administração demanda muito tempo;
22. Baixa tecnologia;
23. Ausência de estratégia de marketing;
24. Decadência da marca;
25. Baixo número de funcionários para a gestão;
26. Gestor está preocupado em conter custos;
27. Falta tempo para gerenciar hora os controles, hora a produção;
28. Funcionários, nem sempre trabalham conforme esperado;
29. Produto nem sempre mantêm a qualidade desejada;
30. A empresa apresenta dificuldades financeiras;
31. Marca está atrelada ao conceito de qualidade;
32. A queda no preço não é acompanhada por queda no custo;
33. Na visão do gestor, os funcionários da administração geram custos sem contrapartida no resultado;
34. O gestor trabalha com a preocupação em não gastar além do mínimo necessário com os funcionários;
35. A estrutura da empresa demanda bastante serviço manual para obtenção de informações de gestão;
36. Existem ações não lucrativas.

Com a aplicação da árvore da realidade atual é possível descrever a realidade da empresa e assim poder realizar a análise e descobrir o problema principal que prejudica a geração de lucro da mesma.

Como o efeito é causado muitas vezes por mais de uma causa, em outros casos a causa não é suficiente para causar um efeito, foi realizado o escrutínio dos efeitos indesejáveis até que todos estivessem conectados através da ligação de causa e efeito tipo: "Se, Então".

Após todos os efeitos indesejáveis estarem conectados através da relação de causa-efeito-causa e atrelados por meio de flechas, foi realizada a análise a partir das sete categorias de ressalva legítima com o objetivo de verificar se está faltando algo na árvore da realidade atual.

Para a construção da ARA foi seguido alguns procedimentos estabelecidos pelo Avraham Y. Goldratt Institute (AGI) identificado como: diretrizes para construir árvores da realidade atual. A partir destes procedimentos elaborou-se a árvore da realidade atual demonstrada na figura 4 da empresa em estudo.

A partir da pesquisa realizada, foram analisados os efeitos indesejáveis e realizada a construção da árvore da realidade atual seguindo os passos para sua construção, de acordo com os procedimentos estabelecidos pela Avraham Y. Goldratt Institute (AGI). Logo, para a leitura e esclarecimentos da ARA leva-se em consideração:

- Se o gestor está preocupado em conter custos (EI26), e o gestor trabalha com a preocupação em não gastar além do mínimo necessário com os funcionários (EI34), então não há o reconhecimento da empresa sobre os trabalhos desenvolvidos pelos colaboradores (EI5).
- Se não há o reconhecimento da empresa sobre os trabalhos desenvolvidos pelos colaboradores (EI5), então os funcionários nem sempre trabalham conforme esperado (EI28). - Se os funcionários nem sempre trabalham conforme esperado (EI28) e a qualidade dos produtos está atrelada a qualidade da mão-de-obra empregada (EI16), então o produto nem sempre mantém a qualidade desejada (EI29).
- Se o produto nem sempre mantém a qualidade desejada (EI29), então o mercado não reconhece o produto como sendo de qualidade (EI18).
- Se o mercado não reconhece o produto como sendo de qualidade (EI18), então a empresa tem dificuldades para abrir novos clientes (EI11).
- Se a empresa tem dificuldades para abrir novos clientes (EI11), então o produto vem perdendo mercado (EI13).
- Se o produto vem perdendo mercado (EI13), então há queda de receita (EI4).
- Se há queda de receita (EI4), então há queda na lucratividade (EI1).

- Se há queda na lucratividade (EI11), então a empresa apresenta dificuldades financeiras (EI30).

Além destes efeitos indesejáveis mencionados, o EI 26 (o gestor está preocupado em conter custos) também está ligado há outros EIs, através da conexão lógica de causa e efeito, que são apresentados a seguir:

- Se o gestor está preocupado em conter custos (EI26) e na visão do gestor, os funcionários da administração geram custos sem contrapartida no resultado (EI33), então há baixo número de funcionários para a gestão (EI25).

- Se há baixo número de funcionários para a gestão (EI 25) e a estrutura da empresa demanda bastante serviço manual para obtenção de informações de gestão (EI 35), então faltam controles de gestão (EI3).

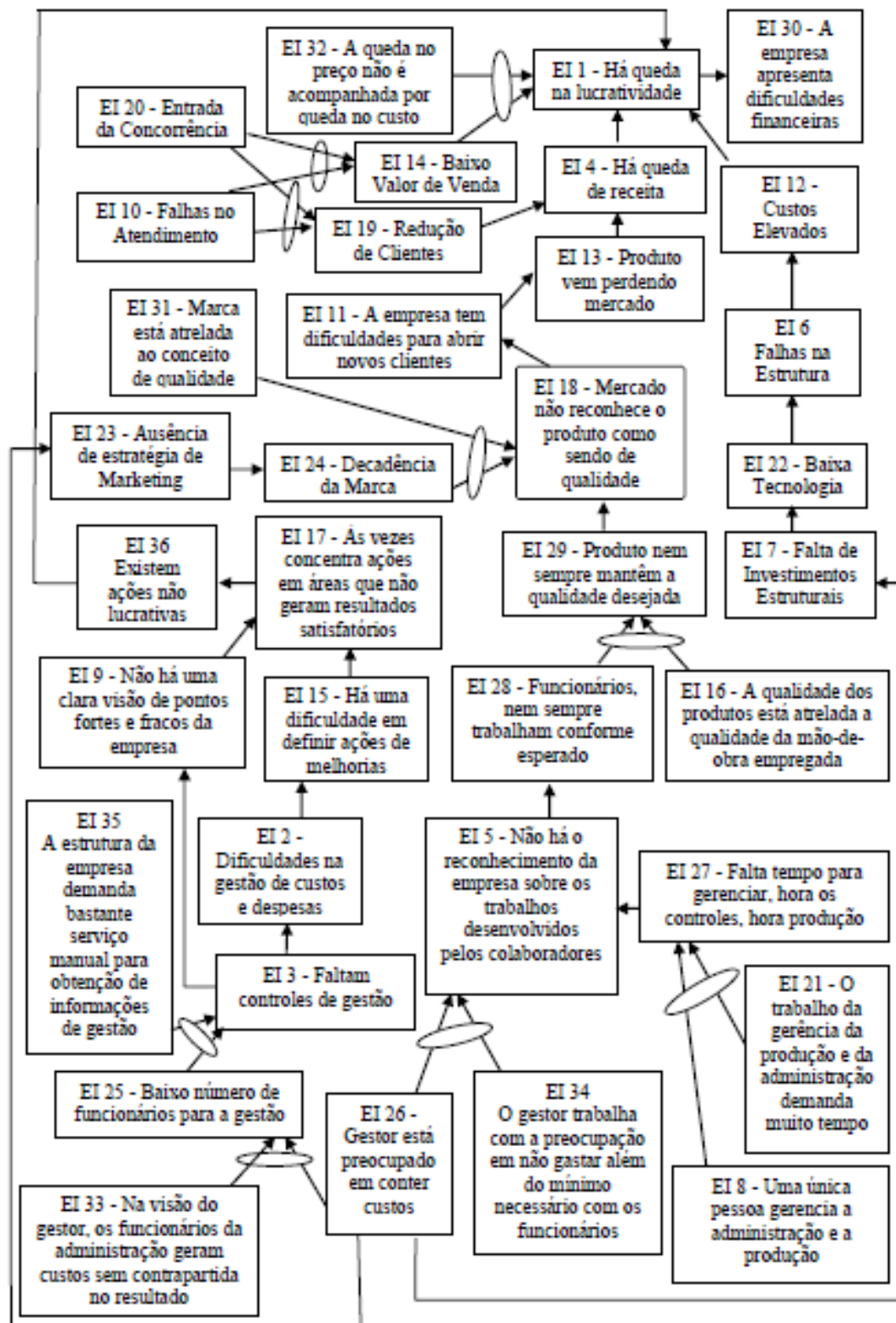


Figura 4 - Árvore da realidade atual da Ervateira em estudo

Fonte: Elaborado pelos autores

- Se faltam controles de gestão (EI3), então há dificuldades na gestão de custos e despesas (EI2).



- Se há dificuldades na gestão de custos e despesas (EI2), então há uma dificuldade em definir ações de melhorias (EI15).
- Se há uma dificuldade em definir ações de melhorias (EI15), então às vezes concentra ações em áreas que não geram resultados satisfatórios (EI17).
- Se às vezes concentra ações em áreas que não geram resultados satisfatórios (EI17), então existem ações não lucrativas (EI36).
- Se existem ações não lucrativas (EI36), então há queda na lucratividade (EI1).

Como pode ser percebido na árvore da realidade atual, o EI 26 (o gestor está preocupado em conter custos) também apresenta ligação de causa e efeito com os seguintes efeitos indesejáveis:

- Se o gestor está preocupado em conter custos (EI26), então há falta de investimentos estruturais (EI7).
- Se faltam investimentos estruturais (EI7), então há baixa tecnologia (EI22).
- Se há baixa tecnologia (EI22), então há falhas na estrutura (EI6).
- Se há falhas na estrutura (EI6), então tem custos elevados (EI12).
- Se tem custos elevados (EI12), então há queda na lucratividade (EI1).

Ainda, é possível ligar o EI26 (o gestor está preocupado em conter custos) em mais alguns efeitos indesejáveis, que são apresentados a seguir. Essa análise, como pode-se perceber na ARA, apresenta outro caminho de causa e efeito que merece ser analisado.

- Se o gestor está preocupado em conter custos (EI26), então há ausência de estratégia de marketing (EI23).
- Se há ausência de estratégia de marketing (EI 23), então há decadência da marca (EI24).
- Se há decadência da marca (EI24) e a marca está atrelada ao conceito de qualidade (EI31), então o mercado não reconhece o produto como sendo de qualidade (EI18).

Além do (EI 26), há outros três pontos de entrada na árvore da realidade atual, que apresentam relação de causa e efeito, o (EI19), o (EI20) e o (EI32), os quais são analisados a seguir:

- Se há entrada da concorrência (EI20) e a empresa possui falhas no atendimento (EI10), então há redução de clientes (EI19).
- Se há redução de clientes (EI19), então há queda de receita (EI4).

- Se há entrada da concorrência (EI20) e a empresa possui falhas no atendimento (EI10), então há baixo valor de venda (EI14).
- Se há baixo valor de venda (EI14) e a queda no preço não é acompanhada por queda no custo (EI32), então há queda na lucratividade (EI1).

Outros pontos de entrada da árvore da realidade atual que também merecem destaque podem ser encontrado no EI 8 e no EI 21. A relação de causa e efeito são:

- Se uma única pessoa gerencia a administração e a produção (EI8) e o trabalho da gerência da produção e da administração demanda muito tempo (EI21), então falta tempo para gerenciar, hora os controles, hora a produção (EI27).
- Se falta tempo para gerenciar, hora os controles, hora produção (EI27), então não há o reconhecimento da empresa sobre os trabalhos desenvolvidos pelos colaboradores (EI5). Para concluir a leitura da ARA, são apresentados a seguir os últimos efeitos indesejáveis analisados, que apresentam relação de causa e efeito:
- Se faltam controles de gestão (EI3), então não há uma clara visão de pontos fortes e fracos da empresa (EI9).
- Se não há uma clara visão de pontos fortes e fracos da empresa (EI9), então às vezes concentra ações em áreas que não geram resultados satisfatórios (EI17).

A árvore da realidade atual tem como objetivo identificar o problema principal através dos efeitos indesejáveis. Desta maneira, depois de concluída a ARA foi possível identificar o problema cerne, o qual é responsável pela maioria dos efeitos indesejáveis listados.

Desta forma, o problema raiz é identificado como o EI26: "o gestor está preocupado em conter custos", sendo que este problema está influenciando muito na queda da lucratividade da empresa, pois durante o processo de construção da ARA pode ser observado que todas as ligações de causa e efeito conectados a partir do EI26 acabam acarretando a redução do lucro.

Para tentar resolver o EI26, primeiramente o gestor precisa repensar na estratégia da empresa, na questão de números e também na viabilidade do negócio, pois a ervateira é uma empresa sem estratégia, sem visão e com dificuldades financeiras e apresenta uma situação que tende a se agravar se não for totalmente repensada, em termos de mercado de atuação, custos de produção e novos investimentos em melhoria de produção e gestão, entre outros.

O EI33 "na visão do gestor, os funcionários da administração geram custos sem contrapartida no resultado" e o EI34 "o gestor trabalha com a preocupação em não gastar além do mínimo necessário com os funcionários", são pontos de entrada que juntamente com o problema principal o EI26 causa outros efeitos indesejáveis, logo para que estes EIs sejam resolvidos, antes é preciso que o gestor repense na estratégia da empresa e também no que se refere a redução de custos, analisando se investimentos em pessoal é viável ou não.

Outro ponto de entrada é o EI35 "a estrutura da empresa demanda bastante serviço manual para obtenção de informações de gestão". Este EI causa efeito nos controles de gestão, o que é outro ponto fundamental e que precisa ser melhorado, para que os controles internos possam ser realizados, pois estes são métodos que auxiliam na organização das atividades, na eficiência das operações, bem como na formação de políticas administrativas.

O EI16 "A qualidade dos produtos está atrelada a qualidade da mão-de-obra empregada" e o EI31 "a marca está atrelada ao conceito de qualidade" são pontos de entrada ligados a outros efeitos indesejáveis que na ligação lógica de causa e efeito causam a falta de reconhecimento do mercado como sendo um produto de qualidade. Logo, é necessário investir em estratégia de marketing e em mão-de-obra qualificada para que a marca apresente destaque no mercado e o produto volte a ser reconhecido.

Além dos pontos de entrada já analisados, há também o EI10 "falhas no atendimento" e o EI20 "entrada da concorrência", estes efeitos indesejáveis ligados pela conexão lógica de causa e efeito, causam a redução de clientes e o baixo valor de venda, estes efeitos são responsáveis pela queda da receita e da lucratividade, causando assim a dificuldade financeira que a empresa enfrenta.

Também outro ponto de entrada é o EI32 "a queda no preço não é acompanhada por queda no custo". Este efeito indesejável, ligado ao baixo valor de venda causa a queda na lucratividade e conseqüentemente dificuldades financeiras, como a que a ervateira está enfrentando, logo é necessário evitar desperdícios e focar na qualidade do produto, para assim, poder ser reconhecido novamente pelo mercado.

Os últimos dois pontos de entrada são o EI8 "uma única pessoa gerencia a administração e a produção" e o EI21 "o trabalho da gerência da produção e da administração demanda muito tempo". Estes dois efeitos indesejáveis na ligação de causa e efeito geram a falta de tempo para gerenciar, hora os controles, hora a produção, logo, se falta tempo par gerenciar os controles e a produção, pelo fato

destas funções demandarem bastante tempo, é preciso que seja contratada uma pessoa capacitada para gerenciar uma das áreas, liberando o atual gerente para se dedicar a outra área.

Com a aplicação da árvore da realidade atual foi possível analisar todos os efeitos indesejáveis, bem como, identificar o problema principal, visando auxiliar os gestores na resolução de problemas que comprometem tanto a lucratividade, como a continuidade da empresa.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O referido estudo constituiu-se de uma pesquisa realizada na área do processo de raciocínio da teoria das restrições, visando a aplicação da árvore da realidade atual em uma ervateira da cidade de Nonoai-RS, com o objetivo de identificar o problema principal que está causando a queda da lucratividade da entidade.

A partir dos conhecimentos obtidos através das pesquisas em livros, artigos, dissertações e periódicos, foi possível perceber com a aplicação da árvore da realidade atual, que o efeito indesejável identificado como "o gestor está preocupado em conter custos", é o principal problema, de modo que, a eliminação deste EI pode minimizar ou acabar com a maioria dos efeitos indesejáveis, e assim aumentar a rentabilidade da empresa. Mas primeiramente deve-se questionar a viabilidade econômica da mesma.

Com a construção da árvore da realidade atual, através da ligação de causa e efeito, observou-se que para realizar as mudanças necessárias na ervateira através dos resultados obtidos pela análise da ARA, antes é necessário que o gestor repense na estratégia da empresa e na viabilidade de investir recursos nesta.

No que se refere ao problema principal, para reduzir os custos é preciso que o gestor saiba em que ponto atingir como também os critérios a seguir, para que consiga atingir os objetivos e assim aumentar os recursos econômicos e financeiros da empresa.

Outro ponto que precisa ser analisado pelo gestor com o objetivo de alcançar a lucratividade é um conjunto de medidas que são abrangidas pelos indicadores locais, identificados como ganho, inventário e despesa operacional, como também os indicadores globais, definidos como lucro líquido, retorno sobre o investimento e fluxo de caixa.

A partir desta análise foram sugeridos alguns controles internos essenciais para auxiliar na tomada de decisão, como por exemplo, controle de contas a receber e contas a pagar, custos e gastos fixos, controle de capacidade produtiva e o fluxo de caixa mensal.

Além do problema principal, há também outros pontos de entrada que seriam responsáveis pela minimização e eliminação dos efeitos indesejáveis. Logo, é necessário que o gestor realize a análise de viabilidade econômica e financeira antes de realizar as mudanças necessárias na empresa para resolver estes efeitos indesejáveis.

Para realizar as mudanças necessárias na empresa e resolver estes efeitos indesejáveis é preciso que seja contratado um funcionário para gerenciar a área da administração ou da produção, liberando o atual gerente para se dedicar a apenas uma área.

Outra necessidade é o crescimento e fortalecimento da marca, como também focar o atendimento ao cliente e a qualidade do produto, visando reconhecimento do trabalho dos colaboradores, pois no caso da empresa, a qualidade do produto está atrelada a qualidade da mão de obra.

Desta forma, a pesquisa evidencia que através da aplicação do processo de raciocínio da teoria das restrições é possível identificar problemas existentes e também as possíveis causas e efeitos destes, possibilitando aos gestores eficácia na resolução de problemas cernes identificados pela teoria das restrições.

## REFERÊNCIAS

BEUREN, Ilse Maria. Trajetória da construção de um trabalho monográfico em contabilidade. In: BEUREN, Ilse Maria (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2004. p. 46-75.

COGAN, Samuel. Contabilidade gerencial: uma abordagem da teoria das restrições. São Paulo: Saraiva, 2007.

COLAUTO, Romualdo Douglas; BEUREN, Ilse Maria. Coleta e interpretação dos dados. In: BEUREN, Ilse Maria (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 2. ed, São Paulo: Atlas, 2004. p. 117-144.

COX III, James F.; SPENCER, Michael S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M. A síndrome do palheiro: Garimpando Informações Num Oceano de Dados. 2. ed, São Paulo: Educator, 1992.

\_\_\_\_\_. Eliyahu. M.; COX, Jeff. A meta - um processo de melhoria contínua. 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 2002.

GUERREIRO, Reinaldo. A meta da empresa: seu alcance sem mistérios. 2. ed, São Paulo: Atlas, 1999.

NOREEN, Eric; SMITH, Debra; MACKEY, James T. A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente. São Paulo: Educator, 1996.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, Ilse Maria (Org). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004. p. 76-97.

# Capítulo 21

A QUALIDADE DE SOFTWARE SOB A ÓTICA DO USUÁRIO  
FINAL: LEVANTAMENTO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS  
ATRIBUTOS NO SETOR AGROPECUÁRIO

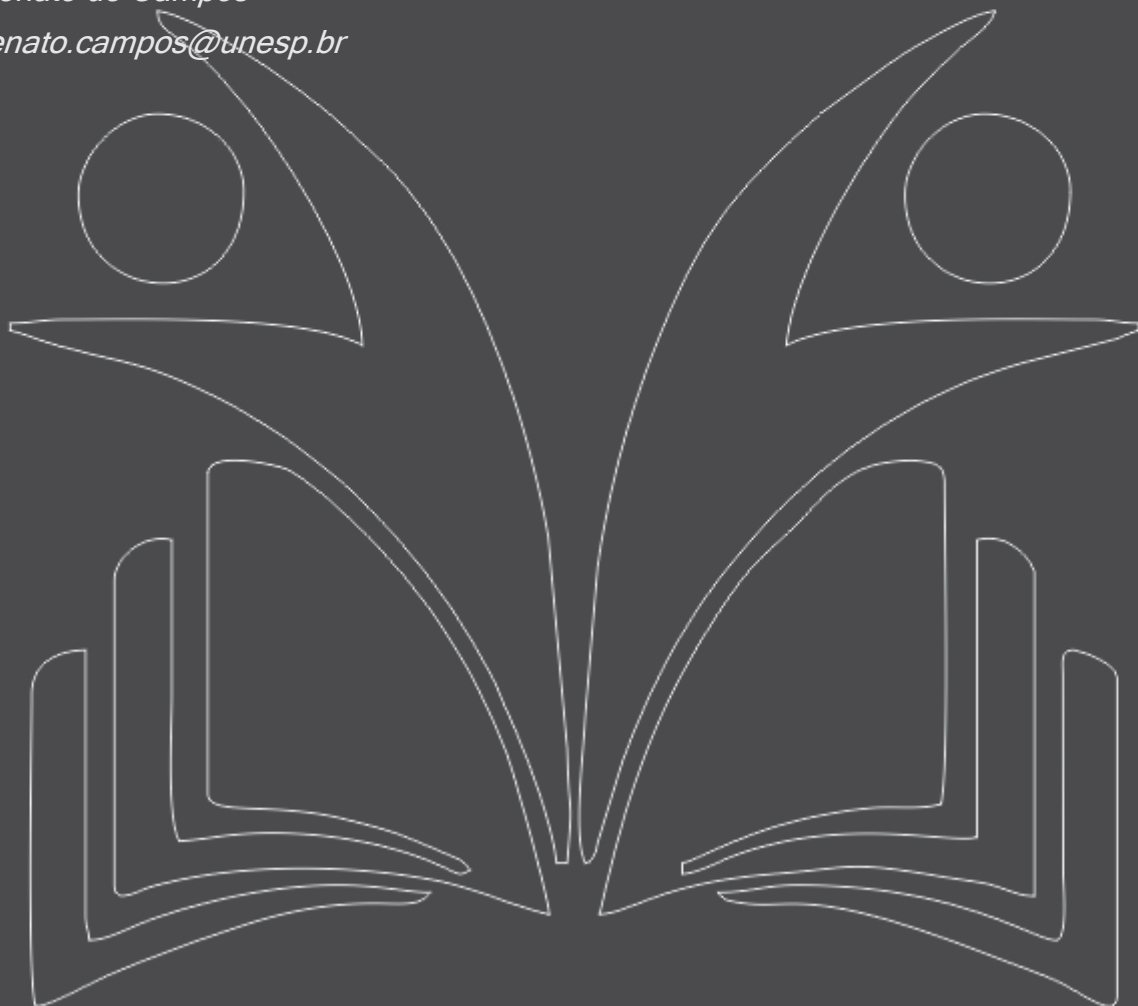
[10.37423/200200260](#)

*Daniel Manzano Jorge*

*daniel.manzano@unesp.br*

*Renato de Campos*

*renato.campos@unesp.br*



## 1.INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a agricultura e a pecuária têm se mostrado um importante elemento da economia brasileira, com grande peso na balança comercial do país. Inserida no contexto econômico cada vez mais dinâmico, a agropecuária deve tratar a gestão das informações como um elemento facilitador de tarefas e otimizador dos processos a serem executados.

O setor agropecuário é responsável por cerca de 22,3% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, e ao traçarmos um paralelo com a participação do setor da agroindústria no mercado de software brasileiro podemos evidenciar o potencial de crescimento a ser explorado.

Nesse sentido, Choo (2003) destacou que a informação é um componente intrínseco de quase todas as atividades da organização e a garantia de qualidade da informação processada, por sua vez, é indispensável para a melhora dos procedimentos organizacionais da empresa rural.

Dessa forma, as atividades agropecuárias não podem ficar alheias ao contexto atual e, por isso, cada vez mais empreendimentos rurais optam pela utilização de softwares para auxiliar a obtenção, armazenamento e recuperação das informações, visando garantir maior controle e velocidade de seus processos.

Apesar de se verificar um aumento significativo, a utilização de softwares de gestão na agropecuária ainda é muito baixa quando comparada à utilização junto à outros setores. Fortes (2004) indicou que um dos problemas da baixa utilização de softwares nas propriedades rurais pode ser explicado pelo receio quanto à qualidade dos programas específicos para o setor rural, por se tratar de uma indústria relativamente recente.

Para Machado (2002), o grande entrave inicial à adoção da informática em propriedades rurais está na falta de programas e soluções específicas para o setor, havendo a necessidade de utilização de planilhas e desenvolvimento de softwares próprios, encomendados pelos produtores para atender inicialmente ao setor administrativo e posteriormente à gestão da produção. No entanto, o autor acredita que esse problema possa ser superado com o surgimento de empresas especializadas e de pesquisas na área.

Machado (2007) afirmou que os programas padronizados de gerenciamento da produção rural, particularmente os relacionados à pecuária de corte, demonstraram não atender às necessidades dos



produtores, devido à heterogeneidade da produção pecuária brasileira e ao baixo número de produtos de informática direcionados ao setor.

No momento do levantamento das necessidades do usuário final do produto de software, necessita-se também que haja interação entre os canais de produção de tecnologia e os consumidores, uma vez que, uma tecnologia mal concebida pode resultar em produtos e serviços mais difíceis de usar, onerando a infraestrutura de suporte ao cliente, aumentando a rejeição e a devolução de produtos ou cancelamento de serviços, o que reflete de forma negativa nos lucros da empresa fornecedora (PARASURAMAN; COLBY, 2001).

Com isso, essa pesquisa justifica-se a partir da necessidade de se averiguar diretamente com os usuários quais as necessidades do setor, criando meios para saber se as como as normatizações da qualidade de software e as metodologias de avaliação dos produtos de software atendem ao segmento pesquisado.

## 2.SETOR AGROPECUÁRIO NO BRASIL

O setor agropecuário sempre se mostrou de grande importância na economia brasileira. Mesmo com todo o desenvolvimento industrial ocorrido nas últimas décadas, esse setor sempre acompanhou o crescimento econômico do país devido ao desenvolvimento tecnológico, que possibilitou o aumento da competitividade e a transposição de alguns gargalos produtivos do setor (GUILHOTO et al., 2006).

Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo - CEPEA (2011), o agronegócio foi responsável por 22,3% do Produto Interno Bruto (PIB) e 42% das exportações totais, sendo o principal item superavitário da balança comercial em 2010, como exposto nos Gráficos 1 e 2. Detêm 37% dos empregos brasileiros e empregando 24,2 % da população economicamente ativa, caracterizando uma empregabilidade substancial em relação aos outros setores da economia.

Estima-se que o PIB do setor chegue a R\$ 860,1 bilhões em 2011, contra R\$ 821,06 bilhões alcançados no ano anterior. Entre 2000 e 2010, a taxa de crescimento acumulado do PIB agropecuário foi de 33,71%. No ano passado, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US\$ 76,4 bilhões, com superávit de US\$ 12,7 bilhões (MAPA, 2011).

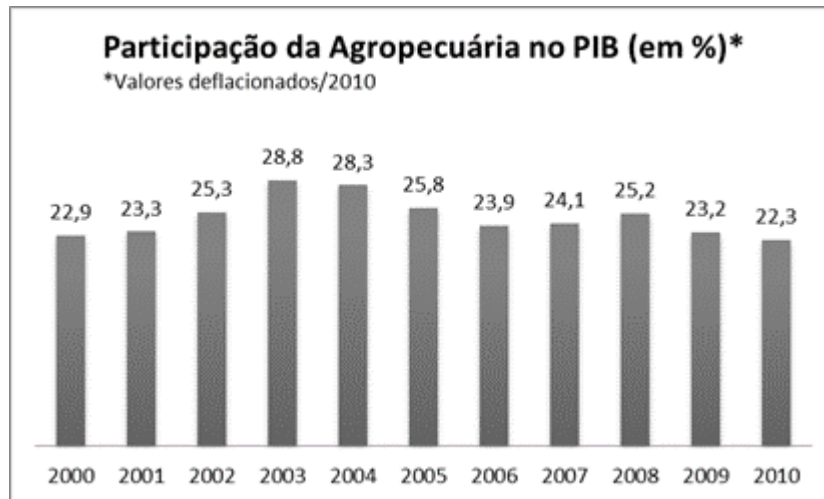


Gráfico 1 – Participação da Agropecuária no PIB (em %)

Fonte: CEPEA (2011).

Apesar do Gráfico 1 demonstrar uma relativa queda da participação do setor agropecuário no Produto Interno Bruto do país em 2010, tal decréscimo pode ser amenizado pelo aumento significativo no PIB total conforme evidencia o Gráfico 2. Cabe citar ainda que o PIB da agropecuária sofreu um aumento de 5,29% no período 2009/2010, passando de R\$ 779.791,00 para R\$ 821.060,00.

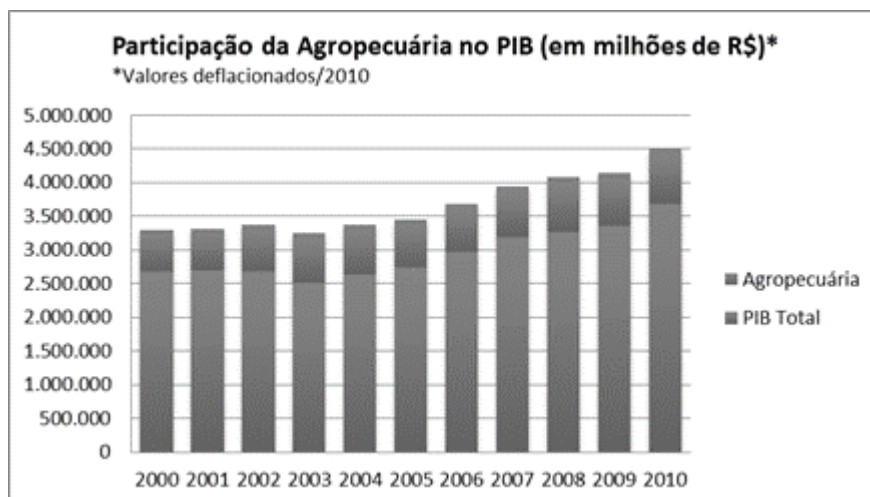


Gráfico 2 – Participação da Agropecuária no PIB (em moeda)

Fonte: CEPEA (2011).

Esses resultados positivos foram oriundos de um processo de desenvolvimento e integração de novas tecnologias. O agronegócio sempre foi influenciado pela inovação tecnológica, inicialmente baseada

no desenvolvimento de novas tecnologias mecânicas que substituíram a força humana e animal. Agora, faz-se necessária a adoção de novas tecnologias como ferramentas de gestão (MENDES; JUNIOR, 2007).

### 3. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA AGROPECUÁRIA

Diversos autores referem-se aos Sistemas de Informação (SI) como a integração de todos os recursos tecnológicos e organizacionais (humanos, materiais e financeiros) que manipulem (capturem, processem e distribuam) as informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle em uma organização (FOINA, 2001; GIL, 1999; LAUDON; LAUDON, 2007).

Freitas, Becker e Kladir (1997) afirmam que a finalidade de um SI é fornecer informações, incluindo seu processamento, para qualquer uso que se possa fazer dela. Por esse motivo, os SI devem ser projetados para produzir uma multiplicidade de produtos de informação destinados a atender às necessidades variáveis dos tomadores de decisão na organização como um todo (O'BRIEN, 2004).

Diante das diversas definições de SI existentes na literatura, a visão que mais se aproxima do contexto da pesquisa é a proposta por Pereira e Fonseca (1997, p.14):

... os sistemas de informação (management information systems) são mecanismos de apoio à gestão, desenvolvidos com base na tecnologia da informação e com suporte da informática para atuar como condutores das informações que visam facilitar, agilizar e otimizar o processo decisório nas organizações.

Para Mattioda e Favaretto (2009), nas duas últimas décadas do Século XX surgiram as primeiras iniciativas de demanda por Sistemas de Informações que pudessem suportar a tomada de decisão gerencial. Os autores salientam que a medida que o ambiente de negócios se torna mais dinâmico e competitivo, a necessidade de implementação de tais sistemas cresce significativamente.

A ligação entre os setores da informática e da agropecuária tem sido tema de poucas pesquisas no decorrer dos anos. Podemos verificar em Antunes e Angel (1995), que em meados da década de 1990 relatavam que devido à consciência dos produtores rurais e à significativa redução dos custos na informatização, o setor primário da economia brasileira abria suas portas à revolução da informação, da mesma forma que os setores industrial e de serviços já haviam feito na década de 1980.

Colombo e Nencioni (1992) citados em Arraes (1993), acreditavam que, no início da década de 1990, o setor agrícola - como parte do setor produtivo - não estava imune a nova revolução científica e tecnológica, e já haviam iniciado, naquele momento, o processo de informatização, embora com atraso em relação aos outros setores, e talvez, com um progresso mais lento.

Ceolin et al. (2008) demonstraram, em um estudo realizado com 34 pecuaristas em uma exposição agropecuária, que 40% deles utilizam softwares comerciais - sem possibilidade de personalização -, enquanto que os demais afirmaram controlar sua produção apenas por meio de planilhas eletrônicas.

Para estes autores a maior parte dos softwares utilizados pelos pecuaristas é voltada para o controle zootécnico, possibilitando a comunicação com Associações de raças ou para atender as exigências do Serviço de Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Bovinos e Bubalinos (SISBOV), criado em 2002 e remodelado em 2006 com o objetivo de registrar e identificar o rebanho bovino e bubalino do território nacional.

Apesar de o mercado de softwares voltados para o segmento agropecuário estar em expansão, existem ainda diversos entraves que impedem uma maior adoção de tecnologias voltadas para a gestão.

Como justificativa para o baixo uso, Ceolin et al. (2008) observaram que os principais problemas dos softwares comerciais destacados pelos produtores foram: (i) difícil utilização devido a sua complexidade, (ii) problemas de interface e (iii) carência de treinamentos.

Outros autores apontam fatores como a falta de assistência técnica; barreira cultural do produtor; pouca integração entre sistemas de controle zootécnico e gestão econômico-financeira e entre os componentes do sistema (MACHADO; NANTES; ROCHA, 2001; CÓCARO; BRITO; LOPES, 2005; MACHADO, 2002).

Outro entrave ao desenvolvimento da agroinformática pode ser apontado como sendo o desinteresse dos fabricantes de software pelo setor agropecuário e agroindustrial. De acordo com um estudo do mercado brasileiro, realizado pela Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES), a agroindústria representava, em 2010, apenas 2,6% da segmentação do mercado doméstico comprador de software, com um volume de US\$ 175 milhões (ABES, 2011). Embora seja uma participação muito pequena no mercado, a variação entre o ano de 2009 e 2010 foi positiva em 53,5%, sendo a segunda maior de todos os segmentos, conforme apresentado no Quadro 1.

Segmento Vertical	Volume (US\$ milhões)	Participação (%)	Varição 2010/2009
Indústria	1316	19,8	+ 6,1
Comércio	449	6,7	- 0,7
Agroindústria	175	2,6	+ 53,5
Governo	652	9,8	+ 70,6
Finanças	1714	25,8	+ 28,0
Serviços e Telecom.	1551	23,3	(*)
Óleo e Gás	352	5,3	+ 13,9
Outros	421	6,3	(*)
<b>Total</b>	<b>6630</b>	<b>100,0</b>	<b>+ 23,6</b>

(\*) Não é possível analisar a variação anual devido à mudanças na taxonomia e classificação.

## Quadro 1 – Segmentação do Mercado Comprador de Software (Doméstico)

Fonte: ABES (2011).

Cabe salientar que essa análise feita pela ABES leva em consideração para o setor da Agroindústria empresas fabricantes de maquinário agrícola, adubos e fertilizantes; usinas e cooperativas; empresas de trading, exportação de carnes e processamento de alimentos, deixando de lado a utilização direta em atividades produtivas.

Jorge e Machado (2010) apresentaram uma avaliação com softwares destinados à pecuária de corte, na qual, somente 7 produtos de uma lista de 22 disponibilizaram versões demonstrativas para análise pré-compra e destes sete produtos nenhum pôde ser instalado em uma máquina com o sistema operacional Windows Vista.

## 4. QUALIDADE DE SOFTWARE

A qualidade tem se desenvolvido ao longo dos anos e especialistas como Joseph M. Juran, Kaoru Ishikawa, Armand V. Feigenbaum e Philip Crosby, Dr. Deming e Walter Shewhart somam ensinamentos que cada vez mais se incorporam às organizações, tendo cada um deles, agregado valor especial ao conceito de qualidade (WERKEMA, 1995).

Os conceitos de alguns desses especialistas pode ser encontrado em Campos (1994), definindo qualidade como:

- Juran – a adequação ao uso (luva cirúrgica para médico);

- Crosby – a conformidade com os requisitos (uma régua de trinta centímetros de ter trinta centímetros e não vinte e nove);
- Deming – o nível de satisfação dos clientes (o proprietário espera que o seu carro revisado não apresente os mesmos defeitos nos próximos doze meses);
- Ishikawa – o atendimento às expectativas dos clientes a um certo custo (um bom conserto do veículo mais barato que a oficina concorrente).

Deming (1990) afirma que a qualidade só pode ser definida por quem a avalia, ou seja, por quem é seu juiz. Na visão de um operário, qualidade consiste em produzir alguma coisa de que possa se orgulhar, enquanto na visão de um administrador, qualidade consistem em produzir a quantidade planejada atendendo às especificações.

Na literatura existem diversas definições sobre qualidade de software, diferentes entre si, mas convergentes e complementares no sentido final. Pfleeger (2004), por exemplo, adota diferentes percepções da qualidade por meio de visões:

- Visão transcendental, onde a qualidade é algo que podemos reconhecer, mas não podemos definir;
- Visão do usuário, onde a qualidade é a adequação ao propósito pretendido;
- Visão do fabricante, onde a qualidade é a conformidade com a especificação;
- Visão do produto, onde a qualidade está relacionada às características do produto;
- Visão do mercado, onde a qualidade depende do valor que os consumidores estão dispostos a pagar pelo produto.

O estudo realizado por Wilson e Hall (1998) mostra que os envolvidos na fabricação de software (desenvolvedores, gerentes e profissionais da qualidade de software) partilham de um compromisso por melhor qualidade, mas tem diferentes percepções sobre o seu significado.

A qualidade de software também pode ser entendida como um conjunto de características a serem satisfeitas em um determinado grau, de modo que o produto de software atenda às necessidades explícitas e implícitas de seus usuários (ROCHA et al., 1994).

Jorge e Machado (2010) realizaram uma experiência de uso com 7 amostras de softwares destinados à pecuária de corte e concluíram que 3 desses sistemas mostraram-se ineficientes, com pontuação entre 30 (trinta) e 45 (quarenta e cinco) de possíveis 64 (sessenta e quatro) pontos, o que corresponde a menos de 70% da pontuação final.

Um dos grandes dilemas da Engenharia de Software foi, e ainda é, como definir a qualidade destes produtos. Para auxiliar nessa questão, a International Organization for Standardization – ISO e a International Electrotechnical Commission – IEC, que são organismos normatizadores com importância de âmbito internacional no setor de software, se uniram para editar normas internacionais conjuntas (GOMES, 2005).

A qualidade de produtos de software é tratada, entre outras, na série de normas ISO/IEC 9126, na série ISO/IEC 14598 e na Norma ISO/IEC 12119. Enquanto a primeira aponta atributos da qualidade por meio de características e subcaracterísticas, a Norma ISO/IEC 12119 concentra os requisitos da qualidade de pacotes de software.

Guerra e Colombo (2009) afirmam, que pode-se definir qualidade de produto de software como a conformidade à requisitos funcionais e de desempenho declarados explicitamente, padrões de desenvolvimento claramente documentados e as características implícitas que são esperadas de todo software desenvolvido profissionalmente.

O conceito de Guerra e Colombo (2009) alinha-se ao definido pela Norma ISO 9126-1 trazendo a visão geral do software como o foco do trabalho, no qual o que é considerado explícito para o usuário o que está mais próximo dele e que de certa forma atinge de forma mais direta o objetivo ao qual o software se propõe, sendo implícitas as características gerais de desenvolvimento. Esse conceito foi adotado a partir de então como premissa para o desenvolvimento dessa pesquisa.

#### 4.1.ISO/IEC 9126 – NBR 13596

Com o intuito de criar uma padronização para a qualidade dos produtos de software, a International Standard Organization (ISO) publicou, em 1991, a norma ISO/IEC 9126. Trata-se de uma norma que lista um conjunto de características e subcaracterísticas que devem ser verificadas em um software para que seja considerado “de qualidade”.

Em 1996, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da Comissão de Estudo de Qualidade de Software traduziu e publicou a NBR 13596, uma versão traduzida da norma ISO/IEC 9126.

Segundo a comissão, optou-se pela tradução por ter um caráter geral e altamente conceitual; pela sua simplicidade, clareza e concisão; e por conta da exigência de textos normativos comuns à todos os países, diante da integração crescente da economia mundial.

Levando-se em consideração o exposto acima, optou-se nesse trabalho pela utilização da denominação 'Norma ISO/IEC 9126', tendo em vista seu caráter pioneiro e predecessor à norma NBR 13596.

Jung, Kim e Chung (2004) apontam para o caráter genérico do modelo de qualidade explicitado na norma ISO 9126, que segundo eles pode ser aplicado a qualquer produto de software e mediante adaptação para finalidades específicas.

Conforme Machado e Souza (2004), as características apontadas pela Norma ISO/IEC 9126 fazem, necessariamente, relação a uma capacidade do produto de software, quando utilizado em situações especificadas. A Norma explicita as seis características e suas respectivas subcaracterísticas, detalhadas por meio da descrição de cada uma:

- i. Funcionalidade: É tratada como a capacidade de prover funções que atendam às necessidades explícitas e implícitas, englobando as subcaracterísticas: adequação; acurácia; interoperabilidade; segurança de acesso e conformidade.
- ii. Confiabilidade: Refere-se à capacidade do software manter seu nível de desempenho quando utilizado em condições estabelecidas. Suas subcaracterísticas são: maturidade; tolerância a falhas; recuperabilidade e conformidade.
- iii. Usabilidade: É descrita como a capacidade que o software tem de ser entendido, aprendido, utilizado e ser atraente para o usuário, abrangendo as subcaracterísticas: inteligibilidade; apreensibilidade; operacionalidade; atratividade e conformidade.



- iv. Eficiência: Descreve a capacidade do software apresentar desempenho apropriado com relação à quantidade de recursos utilizados, abrangendo: comportamento em relação ao tempo; utilização de recursos e conformidade.
- v. Manutenibilidade: É descrita como a capacidade do produto de software ser modificado, seja por meio de correções, melhorias ou adaptações. Isso implica nas subcaracterísticas: analisabilidade; modificabilidade; estabilidade; testabilidade e conformidade.
- vi. Portabilidade: É vista como a capacidade que o produto tem de ser transferido de um ambiente para outro e engloba: adaptabilidade; capacidade para ser instalado; coexistência; capacidade para substituir; conformidade.

A Norma ISO 9126 apresenta também um modelo para a qualidade em uso, definida como a capacidade do produto de software de permitir a usuários específicos atingir metas especificadas com efetividade, produtividade, segurança e satisfação em um contexto de uso especificado, entretanto esse modelo não será utilizado no decorrer da pesquisa.

Diante do caráter genérico e da possibilidade de aplicação em softwares de diversos segmentos e da mesma ser a base para outras normas, optou-se por utilizar as características e respectivas subcaracterísticas internas e externas da Norma ISO 9126-1 como objetos desse estudo.

## MÉTODO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de natureza exploratória qualitativa, na qual foi elaborado um instrumento de avaliação denominado Grau de Importância (GI), baseado em Parasuraman, Zeithaml e Berry (1988), traçando um paralelo com a avaliação da qualidade de serviços medida com o instrumento ServQual.

Com isso, por meio da aplicação de um questionário junto à produtores rurais, estabeleceu-se qual o Grau de Importância das subcaracterísticas determinadas pela norma internacional de qualidade de produto de software ISO/IEC 9126-1.

Os atributos da qualidade interna e externa definidos pela norma ISO/IEC 9126 foram utilizados como base para essa avaliação tendo em vista a importância destes no âmbito da qualidade de software e sua utilização como base por outras normas internacionais existentes.

Utilizou-se como métrica para a avaliação do GI uma escala Likert de cinco pontos, com valor numérico intrínseco de 1 a 5, sendo aparente aos inqueridos na pesquisa somente a respectiva escala nominal correspondente: Desprezível, Baixa, Média, Alta ou Altíssima.

Posteriormente, a classificação ordenada dos graus de importância foi realizada tomando como base o cálculo de média ponderada entre a somatória das frequências de respostas (FR) multiplicadas pelos pesos (P) de cada ponto da escala Likert, dividida pela subtração das amostras totais (AT) e amostras inválidas (AI), conforme fórmula a seguir:

$$MP_{SC_n} = \frac{\sum_{i=1}^n (FR_i * P_i)}{AT - AI}$$

O questionário foi elaborado com dois objetivos bem definidos, sendo a primeira parte destinada a caracterizar o espaço amostral avaliado através da caracterização do produtor e do nível de utilização de softwares nas respectivas propriedades rurais. A segunda parte trata-se do objeto de estudo dessa dissertação, na qual o produtor é indagado sobre as subcaracterísticas apresentadas pela NBR ISO 9126.

As vinte e sete subcaracterísticas apresentadas pela Norma ISO/IEC 9126 foram descritas em textos explicativos mais simplificados com o intuito de amenizar os termos técnicos presentes, objetivando facilitar o entendimento dos entrevistados. A relação entre as subcaracterísticas e suas descrições no questionário está explicitada no Quadro 2.

Subcaracterísticas da Norma	Questionário
SC01 Adequação	Apresentar funções adequadas para os objetivos
SC02 Acurácia	Apresentar resultados corretos
SC03 Interoperabilidade	Interagir com outros sistemas
SC04 Segurança de acesso	As informações devem estar protegidas
SC05 Conformidade (Funcionalidade)	Estar de acordo com normas de funcionalidade
SC06 Maturidade	Evitar falhas decorrentes de defeitos no software
SC07 Tolerância a falhas	Manter o desempenho em caso de defeito
SC08 Recuperabilidade	Restabelecer o desempenho e recuperar dados, em caso de falha
SC09 Conformidade (Confiabilidade)	Estar de acordo com normas de confiabilidade
SC10 Inteligibilidade	Permitir saber se ele é apropriado e como pode ser usado
SC11 Apreensibilidade	Possibilitar ao usuário aprender sua aplicação
SC12 Operacionalidade	Possibilitar ao usuário operá-lo e controlá-lo
SC13 Atratividade	Ser atraente, utilizando cores e ambiente gráfico
SC14 Conformidade (Usabilidade)	Estar de acordo com normas de usabilidade
SC15 Comportamento em relação ao tempo	Apresentar tempo de resposta apropriado
SC16 Utilização de recursos	Utilizar os recursos de forma apropriada
SC17 Conformidade (Eficiência)	Estar de acordo com normas de eficiência
SC18 Analisabilidade	Permitir descobrir o motivo de falhas
SC19 Modificabilidade	Permitir que modificações sejam implementadas
SC20 Estabilidade	Evitar efeitos inesperados após modificações
SC21 Testabilidade	Permitir que o software seja validado (testado) após modificações
SC22 Conformidade (Manutenibilidade)	Estar de acordo com normas de manutenção
SC23 Adaptabilidade	Permitir adaptações para diferentes ambientes
SC24 Capacidade para ser instalado	Possibilitar uma fácil instalação
SC25 Coexistência	Permitir a utilização de outros softwares no mesmo ambiente
SC26 Capacidade para substituir	Permitir utilizá-lo como substituto de outro software específico
SC27 Conformidade (Portabilidade)	Estar de acordo com normas de portabilidade

Quadro 2 – Descrições das subcaracterísticas de qualidade

Fonte: Próprio autor.

A aplicação do questionário foi realizada por diversos meios: em uma feira agropecuária de Bauru/SP, em uma loja do ramo agropecuário no município de Tupã/SP e por meio de questionário eletrônico disponibilizado na Internet e divulgado em sites do setor.

## 6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa foi aplicada com uma amostra heterogênea composta por 36 produtores rurais, abrangendo agricultores, pecuaristas de corte, pecuaristas de leite, avicultor e criador de cavalos. Alguns pesquisados apontaram mais de uma atividade produtiva, como por exemplo, associando a produção de pequena quantidade de gado de corte com a atividade agrícola ou a criação de gado de leite com a de frango de corte.

Com relação à localização das propriedades, foram apontados 19 municípios das regiões sudeste e sul do país, sendo 15 no estado de São Paulo, 3 no estado do Paraná e 1 no Rio Grande do Sul. Destacase a concentração no estado de São Paulo, mais especificamente na região de Tupã, tendo em vista o local de aplicação da maior parte dos questionários.

A heterogeneidade também pode ser evidenciada pelo tamanho das propriedades, na qual nota-se a presença de pequenos produtores rurais, com propriedades em torno de 7 e 10 hectares e grandes produtores com 5200 e até mesmo 7000 hectares.

Com relação à utilização de computadores na propriedade rural, dos 36 entrevistados, obteve-se 35 respostas válidas. Destas, 22 afirmaram que utilizam e 13 responderam negativamente, correspondendo à 62,86% e 37,14% da amostra total, respectivamente.

Dentre os 22 que responderam afirmativamente, quando consultados sobre a finalidade para que utilizam os computadores - podendo assinalar mais de uma resposta -, todos disseram que os utilizam para acesso à internet, 13 disseram realizar o controle gerencial por meio de planilhas e apenas 5 afirmaram que utilizam os computadores para controle gerencial por meio de sistema de gestão.

A utilização de sistema de gestão mostra-se ainda muito baixa, representando aproximadamente, apenas 14% do espaço amostral investigado. Esse resultado reflete ainda a baixa demanda do setor agropecuário para a utilização de Sistemas de Gestão Informatizados e a falta de oferta de softwares específicos voltados para o setor, ratificando o exposto na revisão bibliográfica.

Apesar do baixo uso, dos 28 produtores que afirmaram não utilizar Sistemas de Gestão, 18 responderam que pretendem utilizar (66,7% dos válidos), 9 responderam que não usam e não pretendem utilizar (33,3% dos válidos) e um dos respondentes não disse se pretende. Portanto, a maioria absoluta dos produtores demonstra tendência ao uso dos SIG como auxílio na tomada de decisão e nas tarefas produtivas.

Considerando a escala Likert proposta na metodologia, agrupou-se os resultados obtidos de acordo com os cinco níveis correspondentes a fim de melhor analisar visualmente as maiores frequências de respostas. Considerando que o questionário na maioria das vezes foi preenchido pelo próprio pesquisado, nota-se a existência de falhas no preenchimento, como ausência ou duplicação de respostas em algumas das subcaracterísticas analisadas.

A fim de que essas falhas não influam significativamente no trabalho, optou-se por separá-las em uma coluna à parte no momento da tabulação dos dados, classificando-as como 'Inválidas'.

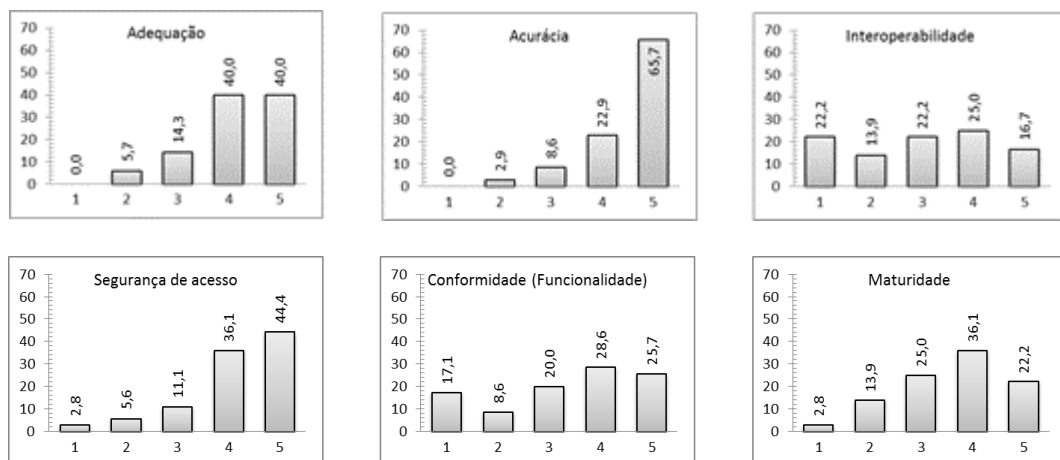
O quadro 3 demonstra visualmente as maiores incidências de resposta em cada um dos níveis da escala.

Características		Desprezível	Baixa	Média	Alta	Altíssima	Inválidas
SC01	Adequação	0	2	5	14	14	1
SC02	Acurácia	0	1	3	8	23	1
SC03	Interoperabilidade	8	5	8	9	6	0
SC04	Segurança de acesso	1	2	4	13	16	0
SC05	Conformidade (Funcionalidade)	6	3	7	10	9	1
SC06	Maturidade	1	5	9	13	8	0
SC07	Tolerância a falhas	0	2	6	16	10	2
SC08	Recuperabilidade	0	0	2	16	17	1
SC09	Conformidade (Confiabilidade)	4	2	8	14	7	1
SC10	Inteligibilidade	0	2	6	22	6	0
SC11	Aprendibilidade	0	0	7	20	9	0
SC12	Operacionalidade	0	0	4	20	12	0
SC13	Atratividade	8	3	12	8	4	1
SC14	Conformidade (Usabilidade)	4	4	8	15	5	0
SC15	Comportamento em relação ao tempo	0	0	4	21	11	0
SC16	Utilização de recursos	0	4	6	16	9	1
SC17	Conformidade (Eficiência)	3	5	10	14	4	0
SC18	Analisabilidade	1	6	8	11	10	0
SC19	Modificabilidade	1	4	11	12	8	0
SC20	Estabilidade	1	6	9	15	5	0
SC21	Testabilidade	5	3	8	13	6	1
SC22	Conformidade (Manutenibilidade)	4	5	10	9	8	0
SC23	Adaptabilidade	5	8	8	9	5	1
SC24	Capacidade para ser instalado	2	1	6	17	10	0
SC25	Coexistência	9	6	8	6	6	1
SC26	Capacidade para substituir	10	5	9	7	5	0
SC27	Conformidade (Portabilidade)	5	4	10	12	5	0

Quadro 3 – Frequência de respostas por nível da escala

Fonte: Próprio autor.

O Gráfico 3 demonstra a porcentagem obtida por cada nível de resposta em cada uma das 27 subcaracterísticas. Nota-se que em muitas das subcaracterísticas há uma tendência clara pelo lado direito (importância alta) ou esquerdo (importância baixa) dos níveis, como exemplificado nas subcaracterísticas ‘Recuperabilidade’ (SC08) e ‘Capacidade para substituir’ (SC26), respectivamente.



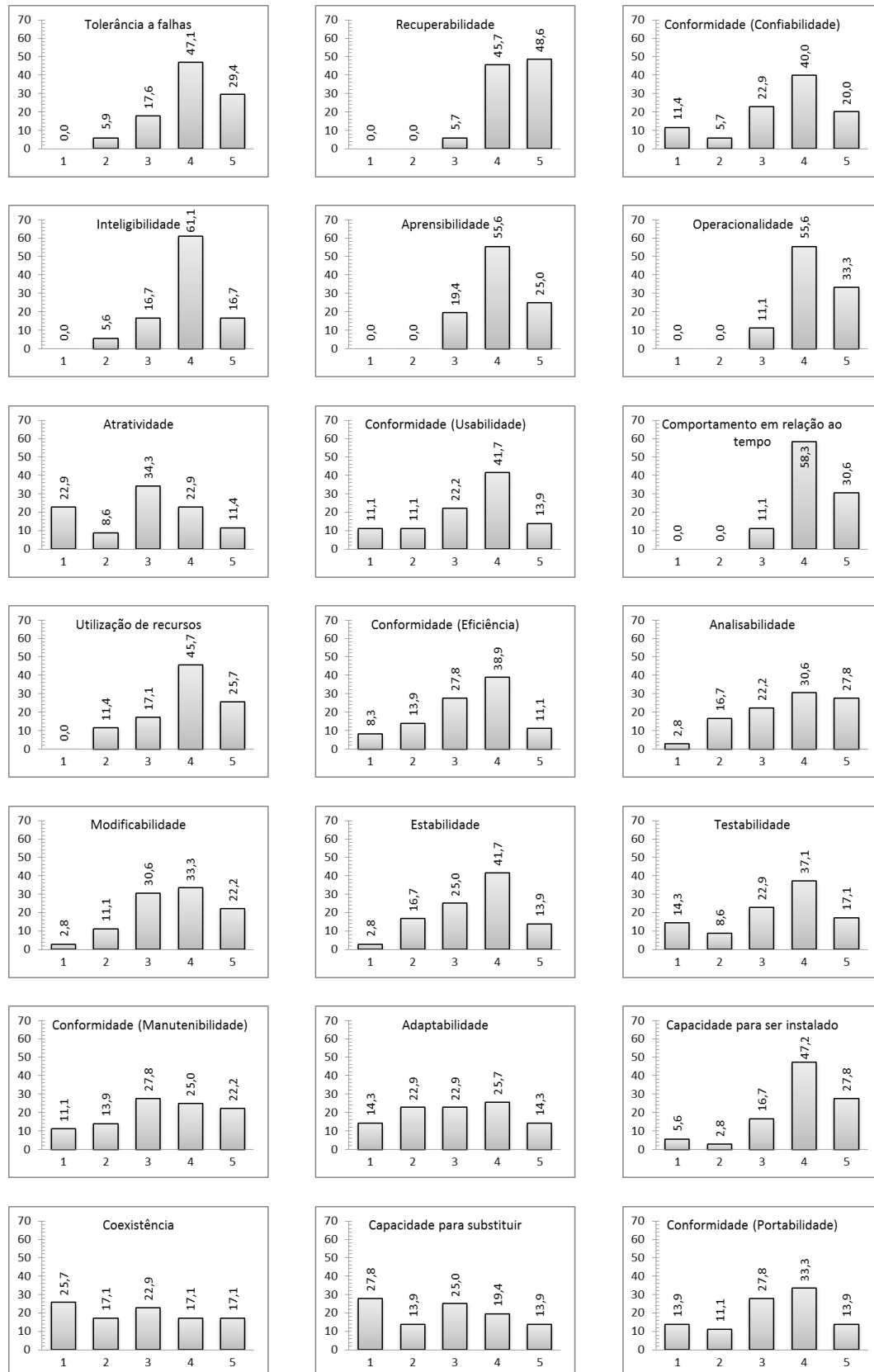


Gráfico 3 – Porcentagem da frequência de respostas por subcaracterísticas

Fonte: Próprio autor.

Nota-se que, dentre todos os níveis, a maior frequência de resposta está na classificação ‘Alta’ e ‘Altíssima’, entretanto, verifica-se nas subcaracterísticas 25 e 26, ‘Coexistência’ e ‘Capacidade para substituir’, respectivamente, uma explícita tendência de resposta ‘Desprezível’.

A fim de atender o objetivo da pesquisa, com a ordenação por meio do Grau de Importância das subcaracterísticas aplicou-se a fórmula para a obtenção do Grau de Importância baseada no cálculo de média ponderada descrita na metodologia da pesquisa.

Para exemplificar a utilização dessa fórmula, demonstra-se no Quadro 4 a aplicação da mesma na subcaracterística ‘SC01’:

SC01			
	Pontos ( <i>P</i> )	Freq. Resp. ( <i>FR</i> )	Pontuação ( <i>P*FR</i> )
Em Branco ( <i>AI</i> )	-	1	-
Desprezível	1	0	0
Baixa	2	2	4
Média	3	5	15
Alta	4	14	56
Altíssima	5	14	70
Total ( <i>AT</i> )		36	145
Amostras Válidas ( <i>AT-AI</i> )		35	
Média Ponderada ( $(\sum P*FR)/(AT-AI)$ )			<b>4,143</b>

Quadro 4 – Exemplo de aplicação do Cálculo do Grau de Importância

Fonte: Próprio autor.

O algoritmo da fórmula foi executado para cada uma das vinte e sete subcaracterísticas, obtendo assim um ordenamento das pontuações finais de cada uma delas conforme Quadro 5.

	<b>Subcaracterística</b>	<b>Med. Ponderada</b>
SC02	Acurácia	4,514
SC08	Recuperabilidade	4,429
SC12	Operacionalidade	4,222
SC15	Comportamento em relação ao tempo	4,194
SC01	Adequação	4,143
SC04	Segurança de acesso	4,139
SC11	Aprendibilidade	4,056
SC07	Tolerância a falhas	4,000
SC10	Inteligibilidade	3,889
SC24	Capacidade para ser instalado	3,889
SC16	Utilização de recursos	3,857
SC18	Analisabilidade	3,639
SC06	Maturidade	3,611
SC19	Modificabilidade	3,611
SC09	Conformidade (Confiabilidade)	3,514
SC20	Estabilidade	3,472
SC05	Conformidade (Funcionalidade)	3,371
SC14	Conformidade (Usabilidade)	3,361
SC21	Testabilidade	3,343
SC22	Conformidade (Manutenibilidade)	3,333
SC17	Conformidade (Eficiência)	3,306
SC27	Conformidade (Portabilidade)	3,222
SC23	Adaptabilidade	3,029
SC03	Interoperabilidade	3,000
SC13	Atratividade	2,914
SC25	Coexistência	2,829
SC26	Capacidade para substituir	2,778

Quadro 5 – Subcaracterísticas ordenadas pelo Grau de Importância

Fonte: Próprio autor.

Pode-se observar ainda, de acordo com o Quadro 6, que as subcaracterísticas com maior Grau de Importância estão associadas às quatro primeiras características da norma ISO 9126: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade e Eficiência.



Características	Subcaracterísticas da Norma	Med. Ponderada
Funcionalidade	SC01 Adequação	4,143
	SC02 Acurácia	4,514
	SC03 Interoperabilidade	3,000
	SC04 Segurança de acesso	4,139
	SC05 Conformidade (Funcionalidade)	3,371
Confiabilidade	SC06 Maturidade	3,611
	SC07 Tolerância a falhas	4,000
	SC08 Recuperabilidade	4,429
	SC09 Conformidade (Confiabilidade)	3,514
Usabilidade	SC10 Inteligibilidade	3,889
	SC11 Apreensibilidade	4,056
	SC12 Operacionalidade	4,222
	SC13 Atratividade	2,914
Eficiência	SC14 Conformidade (Usabilidade)	3,361
	SC15 Comportamento em relação ao tempo	4,194
	SC16 Utilização de recursos	3,857
Manutenibilidade	SC17 Conformidade (Eficiência)	3,306
	SC18 Analisabilidade	3,639
	SC19 Modificabilidade	3,611
	SC20 Estabilidade	3,472
	SC21 Testabilidade	3,343
Portabilidade	SC22 Conformidade (Manutenibilidade)	3,333
	SC23 Adaptabilidade	3,029
	SC24 Capacidade para ser instalado	3,889
	SC25 Coexistência	2,829
	SC26 Capacidade para substituir	2,778
	SC27 Conformidade (Portabilidade)	3,222

Quadro 6 – Características associadas às médias das respectivas subcaracterísticas

Fonte: Próprio autor.

Nota-se também que nenhuma subcaracterísticas de manutenibilidade e portabilidade atingiram média maior ou igual a 4,00, que corresponde a um grau de importância alto conforme escala Likert utilizada nesse trabalho.

Esse último resultado pode demonstrar as necessidades do produtor rural com relação à qualidade dos softwares de gestão. A preferência por itens mais tangíveis ao usuário final é evidente, já que as características “Manutenibilidade” e “Portabilidade” estão mais próximas do desenvolvimento do que do uso.

Ao analisarmos o quadro 6 podemos notar a importância da visão do usuário na qualidade do software. Fica evidente que o mais importante para o usuário são as características e subcaracterísticas relacionadas com o que ele percebe (tangíveis) ou com o que satisfaça o motivo pelo qual ele adquiriu o software.

## 7.CONCLUSÃO

Conclui-se com este trabalho primeiramente, que o instrumento Grau de Importância criado pela associação de uma escala likert com a metodologia ServQual pode ser adaptada com êxito para a descoberta das expectativas dos usuários de software.

Evidencia-se também que, os produtores rurais respondentes priorizam em seus níveis de importância a apresentação de resultados corretos, o restabelecimento do desempenho e recuperação de dados, a operação e controle, o tempo de resposta adequado, a presença de funções adequadas ao objetivo, a segurança das informações, aprendizagem fácil e tolerância à falhas.

Evidencia-se assim que dentre as 27 subcaracterísticas apresentadas, somente 8 obtiveram um Grau de Importância maior ou igual a 4,00 e que essas características estão principalmente ligadas à Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade e Eficiência.

Essa constatação remete à percepção de que as características mais ligadas ao setor técnico de informática ou de desenvolvimento de produtos de software, como ‘manutenibilidade’ e ‘portabilidade’ foram preteridas pelos entrevistados haja visto o seu status de usuário final e consumidor do produto, com pouco ou nenhum conhecimento técnico sobre softwares.

Dessa forma, contribui-se para delinear a real necessidade dos produtores relacionada à qualidade de software, de acordo com características comuns de qualidade definidos por uma norma internacional.

Torna-se clara a necessidade de aplicação das prioridades no momento da análise de requisitos, etapa do desenvolvimento de softwares. Fica a sugestão para que as empresas desenvolvedoras priorizem essa etapa, haja visto que a partir da descoberta da real necessidade do usuário facilita-se o desenvolvimento de um produto que atenda tanto as necessidades técnicas quanto as de utilização. Como consequência do atendimento ao requisitos, obtêm-se julgamento único em torno da denominação “Software de Qualidade”.

Pode-se caracterizar como fator limitante à pesquisa, a dificuldade em obtenção dos dados, especialmente no que tange à receptividade do público-alvo para com o entrevistador. Embora a forma escolhida para a realização da pesquisa seja um questionário com poucas perguntas, sendo a maioria delas objetiva e de curta duração, além da possibilidade de ser preenchido pelo próprio inquerido, ficou transparente a baixa colaboração. O número de questionários ficou aquém do desejado quando planejada a pesquisa, embora a heterogeneidade das amostras colhidas tenha amenizado essa possível limitação.

Contudo, essa dificuldade encontrada abre parênteses para uma discussão acerca do uso de tecnologia pelo homem do campo e uma possível resistência (ou aversão) ao considerado como 'novidade' ou para a uma possível visão do pesquisador como alguém que estará querendo ensinar aquilo que o entrevistado acredita já saber.

Por fim, destaca-se que a pesquisa em questão colabora no sentido investigativo para com a qualidade de software do setor agropecuário, tomando como base a percepção do produtor rural. Obteve-se por meio desta, uma classificação das características de qualidade apontadas por uma norma internacional, a ISO 9126.

Essa percepção pode ser utilizada tanto pelo setor de desenvolvimento de softwares como pelo meio acadêmico como base para estudos mais aprofundados ou específicos, colaborando dessa forma para com o desenvolvimento do setor agropecuário e fabricante de sistemas de gestão.

## REFERÊNCIAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. Mercado Brasileiro de Softwares: Panorama e Tendências 2011. São Paulo, 2011. Disponível

em <[http://www.abes.org.br/UserFiles/Image/PDFs/Mercado\\_BR2011.pdf](http://www.abes.org.br/UserFiles/Image/PDFs/Mercado_BR2011.pdf)>. Acesso: 12 ago. 2011.

ANTUNES, L. M.; ANGEL, A. A informática na agropecuária. Canoas: Gráfica e Editora Interclubes, 1995. 157p.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da qualidade total: do trabalho do dia-a-dia. 2ª ed. Belo Horizonte: FCO, 1994.

COLOMBO, G; NENCIONI, M. C. I bisogni e l'offerta di servizi informatizzati per l'agricoltura in Italia – i risultati dell'indagine dell'INEA. Telematica e Informatica in Agricoltura nell Regione Meridionali dela Comunità – CEE. Ministero Agricoltura Foreste.1992, Verona, 19 pg. In: ARRAES, N. A. M. Levantamento das aplicações das tecnologias da informação no meio rural com estudo de caso sobre a oferta de software agrícola no Estado de São Paulo. Campinas : Unicamp, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual de Campinas.

CEOLIN, A. C; ABICHT, A. de M; CORRÊA, A. O. de F; PEREIRA, P. R. R. X; SILVA, T. N. da. Sistemas de informação sob a perspectiva de custos na gestão da pecuária de corte gaúcha. Custos e Agronegócio on-line. v.4, edição especial, mai. 2008. ISSN 1808-2882. Disponível

em <[http://www.custoseagronegocioonline.com.br/especialv4/sistema de informacao.pdf](http://www.custoseagronegocioonline.com.br/especialv4/sistema_de_informacao.pdf)>. Acessado em 16/07/2009.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do Agronegócio, ESALQ/USP. 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>> Acesso dia 25 set. 11

- CHOO, C. W. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Editora Senac. 2003
- CÓCARO, H; BRITO, M. J; LOPES, M. A. Avaliação do uso de softwares para gerenciamento de rebanhos bovinos leiteiros: um estudo de caso no sul de Minas Gerais. Revista de Negócios, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 47 – 60, jan./mar. 2005.
- DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da Administração. Rio de Janeiro: Editora Saraiva, 1990.
- DUARTE, C; FALBO, R. A. Uma ontologia de qualidade de software. Workshop de Qualidade de Software, 2000, João Pessoa. Anais... João Pessoa, Out/2000, p. 275-285.
- FOINA, P. R. Tecnologia de Informação: planejamento e gestão. São Paulo: Atlas, 2001.
- FORTES, G. Como aproveitar melhor a informática na pecuária. Revista DBO Rural, v.23,n.288, outubro de 2004, p.98-106, 2004.
- FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M. Informação para a decisão. Porto Alegre: Ortiz, 1997.
- GIL, A. L. Sistema de Informações Contábil/Financeiros. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOMES, N. S. Qualidade de Software – Uma Necessidade. Seminário PNAFE: Programa Nacional de Apoio à Administração Fiscal para os Estados Brasileiros, 2005. Disponível em: <[http://www.fazenda.gov.br/ucp/pnafe/cst/arquivos/Qualidade\\_de\\_Soft.pdf](http://www.fazenda.gov.br/ucp/pnafe/cst/arquivos/Qualidade_de_Soft.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2009.
- GUERRA, A. C; COLOMBO, R. M. T. Qualidade de Produto de Software. 2009. Disponível em <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0203/203505.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0203/203505.pdf)>. Acesso em 10 dez. 2009
- GUILHOTO, J. J. M.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S. M; AZZONI, C. R.. A importância do agronegócio familiar no Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural. 2006, vol.44, n.3. p. 355-382
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 9126 Information Technology – Software Product Evaluation – Quality Characteristics and Guidelines for their Use, 1991.
- \_\_\_\_\_. ISO/IEC 12119 Information technology - Software packages – Quality requirements and testing, 1994.
- \_\_\_\_\_. ISO/IEC 14598-1 Information Technology - Software Product Evaluation - Part 1: General overview, 1999.
- JORGE, D. M; MACHADO, J. G. C. F. Análise de softwares de gestão da pecuária de corte. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sober, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/772.pdf> >. Acesso em: 13 mai. 2011.
- JUNG, H; KIM, S; CHUNG, C. Measuring Software Product Quality: A survey of ISO/IEC 9126.IEEE Software. Set./Out. 2004
- LAUDON, K. C; LAUDON, J. P Sistemas de informações gerenciais. 7.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MACHADO, J. G. de C. F. Adoção da identificação eletrônica de animais na gestão do empreendimento rural. São Carlos: UFSCar, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos

\_\_\_\_\_. Adoção da tecnologia da informação na pecuária de corte. São Carlos: UFSCar, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos.

\_\_\_\_\_; NANTES, J. F. D; ROCHA, C. E. Um Estudo Multicaso na Pecuária de Corte: o Processo de Informatização na Produção de Carne Bovina. In: 3o. Congresso Brasileiro da SBI-AGRO – Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e Agroindústria, 2001, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Foz do Iguaçu, 2001.

MACHADO, M. P; SOUZA, S. F. Métricas e Qualidade de Software. 2004. Disponível em: <http://fattocs.com.br/download/qualidade-sw.pdf>. Acessado em: 22 de março de 2010.

MATTIODA, R. A; FAVARETTO, F. Qualidade da informação em duas empresas que utilizam Data Warehouse na perspectiva do consumidor de informação: um estudo de caso. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 4, p. 654-666, Dez. 2009.

MENDES, J. T. G; JUNIOR, J. B. P. Agronegócio: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

O'BRIEN, J. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2004

PARASURAMAN, A; ZEITHAML, V; BERRY, L. L. SERVQUAL: A multiple item scale for measuring customer perceptions of service quality. Journal of Retailing, v. 64, n. 1, p. 12-40, 1988.

PARASURAMAN, A; COLBY, C. Techno-ready marketing: how and why your customers adopt technology. New York: The Free Press, 2001.

PEREIRA, M. J. L. de B; FONSECA, J. G. M. Faces da Decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão. São Paulo: Makron Books, 1997.

PFLIEGER, S. L. Engenharia de software: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROCHA, A. R. C. da; XEXEO, G. B; WERNER, C. M. L; TRAVASSOS, G. H; WERNECK, V. M. B. Uma Experiência na Definição do Processo de Desenvolvimento e Avaliação de Software segundo as Normas ISO, Relatório Técnico ES-302/94, COPPE/UFRJ, Junho 1994.

WERKEMA, M. C. C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WILSON, D. N; HALL, T. Perceptions of software quality: a pilot study. Software Quality Journal. v. 7, n. 1, p. 67-75, 1998.

# Capítulo 22

ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA  
AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO NA  
COMUNIDADE VALE DO SOL II, TANGARÁ DA SERRA MT

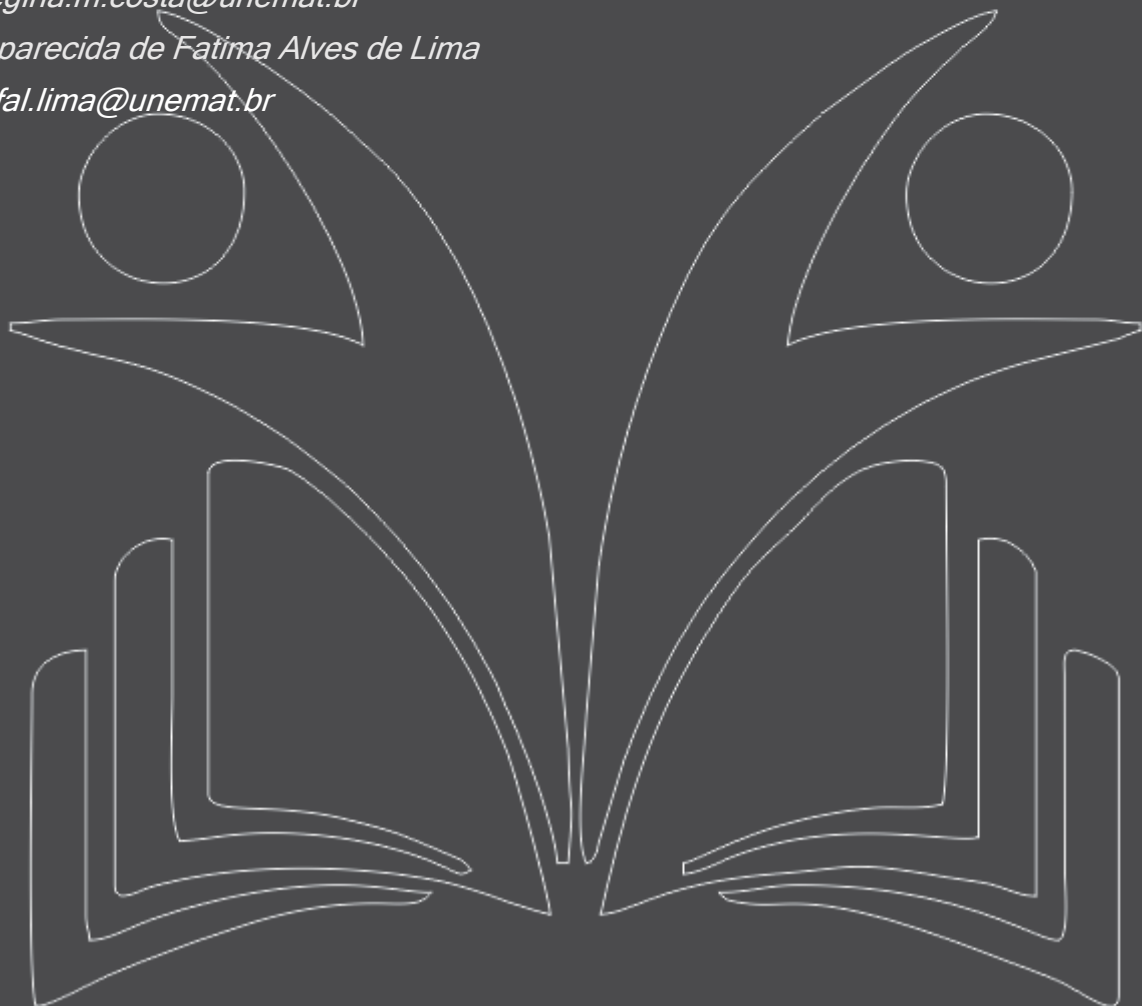
[10.37423/200200261](#)

*Regina Maria da Costa*

*regina.m.costa@unemat.br*

*Aparecida de Fatima Alves de Lima*

*afal.lima@unemat.br*



## 1. INTRODUÇÃO

Como característica da agricultura familiar, tem-se a produção de alimentos, especialmente voltada para o autoconsumo, ou seja, focalizam-se mais as funções de caráter social do que as econômicas, tendo em vista sua menor produtividade e incorporação tecnológica.

Porém, apesar da produção se destacar como subsistência, cada vez mais tem havido excedente de produtos oriundos da agricultura familiar. O escoamento tem ocorrido de diversas formas, todavia o que tem recebido destaque nos últimos anos é a sensibilização dos produtores para aderirem aos programas nacionais como o Programa Nacional de Desenvolvimento da Educação (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA).

Desde 1998, o (PNAE) é gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que é uma autarquia do Ministério da Educação (MEC) e tem como objetivo atender às necessidades nutricionais dos estudantes, durante sua permanência em sala de aula, contribuindo para o crescimento, desenvolvimento, aprendizagem e rendimento escolar.

Outra conquista foi o reconhecimento dos direitos do agricultor familiar, o Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA), em parceria com a Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB), sendo que a mesma compra parte da produção de origem familiar, sendo que este não trata de um programa com recursos garantidos.

Para a maioria dos agricultores familiares, um dos únicos caminhos para desenvolver um mínimo de autonomia na comercialização de sua produção é criar um processo de vendas em coletivo, porém nem sempre isso ocorre.

A comercialização torna-se relevante para os produtores e consumidores do município de Tangará da Serra – MT, segundo dados do IBGE (2010), o município tem uma área com cerca de 11.391 km quadrados com uma população de 83.431 de habitante, e com uma população de aproximadamente 6.958 habitantes na área rural, com 1506 estabelecimentos rurais e a agropecuária é a atividade econômica principal da região.

Mediante o contexto exposto, este estudo pretende levantar questões de como os produtores do Vale do Sol II, poderiam estar se adequando para comercializar parte de sua produção no programas PNAE e PAA, a fim de melhorar a geração de renda dos mesmos.

Este estudo possui relevância para os produtores rurais da comunidade Vale do sol II, por permitir que os mesmo recebam orientações quanto à adequação para a comercialização em alguns programas nacionais.

## 2. AGRICULTURA FAMILIAR

Segundo Denardi (2001), o conceito de agricultura familiar é relativamente recente no Brasil, antes se falava em pequena produção, pequeno agricultor, agricultura de baixa renda ou de subsistência e até mesmo o termo camponês. Dessa forma entende-se por agricultura familiar o cultivo da terra realizado por pequenos proprietários rurais, e assim tendo como a mão de obra a família, ao contrário as grandes propriedades, que tem como base a mão-de-obra terceirizada por outros trabalhadores.

Lima e Figueiredo (2006), argumentam que adotar a expressão de agricultor familiar e não de camponês “pode ter sido uma estratégia, em um momento de transição política. Independente da denotação adotada, os produtores da agricultura familiar enfrentam inúmeras dificuldades para produzir, (como por exemplo, o não acesso a crédito e assistência técnica) e mesmo em condições inadequadas o que produzem conseguem um excedente que necessita ser escoado através da comercialização.

### 2.1 CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO DOS PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR

De acordo com Coughlanet et al. (2002), canal de distribuição é um conjunto de organizações interdependente envolvidas no processo de tornar disponível um produto ou serviço para uso ou consumo.

O conceito indica que várias empresas estão envolvidas no processo, a fim de satisfazer os usuários finais no mercado, sejam eles consumidores ou compradores empresariais.

Dessa forma a comercialização é um processo no qual é simplificado como a parte final do processo produtivo, onde tem que ser notado como fator de grande importância na comercialização do produto final, onde não apenas é feito um processo, mas sim um conjunto de definições que vai da matéria-prima, até o consumidor final.

Os canais de distribuição podem ser considerados como uma forma de agregar valor ao produto até o consumidor final. Podendo ser agregado o fator qualidade e acima de tudo preços adequados para



que todos possam ter a oportunidade de consumi-los. Essa denotação envolve toda a cadeia produtiva até o escoamento até o consumidor final, pode ser direto ou mesmo, através de atravessadores.

Segundo Machado e Silva (2004), isto ocorre porque os consumidores não podem obter produtos acabados a não ser que os mesmos sejam transportados para onde eles possam ser acessados, estocados até que sejam necessários e eventualmente trocados por dinheiro ou outros produtos que permitam a posse.

Os canais de distribuição possuem papel fundamental para que se concretize a comercialização, que é a etapa onde os produtores poderão obter ganhos através das negociações, caso seja analisados cautelosamente os benefícios das parcerias

## 2.2 ESTRATÉGIAS NAS ORGANIZAÇÕES

Segundo Camargo e Dias (2003), o crescimento do porte das organizações e o incremento da sua complexidade estrutural, associados à aceleração do ritmo das mudanças ambientais, têm sido exigidos das organizações uma maior capacidade de formular e implementar estratégias que possibilitem superar os crescentes desafios de mercado e atingir os seus objetivos tanto de curto como de médio e longo prazos.

Segundo Cabral (1998), por sua abrangência, o conceito de estratégia apresenta um paradoxo, pois conceito de estratégia apresenta um paradoxo, pois exige a integração de uma série de teorias e políticas e as ações seqüenciais de uma organização, em um todo coeso.

Não existe um conceito único, definitivo de estratégia. O vocábulo teve vários significados, diferentes em sua amplitude e complexidade, no decorrer do desenvolvimento da Administração estratégica.

Conforme Zubizarreta (2008), uma das estratégias que está sendo usada na agricultura familiar é a pluriatividade. Como se sabe, a combinação de outras atividades com a agricultura é uma constante no âmbito rural.

Historicamente, todas as formas de produção agropecuária estiveram associadas a essas práticas, tanto nas situações em que os camponeses empenhavam-se em potencializar a diversificação produtiva quanto nas circunstâncias em que se viram obrigados a vender sua força de trabalho para complementar os magros ingressos econômicos que suas pequenas áreas de terra eram capazes de proporcionar.

Para Buainain (2007), a comercialização se constitui como um grande desafio para a agricultura familiar. O Governo Federal, preocupado com o tema, vem promovendo uma série de ações para dinamizar a comercialização dos produtos oriundos da agricultura familiar.

As ações da rede direcionam-se, ainda, ao fortalecimento das iniciativas estaduais/ locais que promovam o acesso dos agricultores familiares ao mercado. De acordo com Costa (2004), a comercialização dos produtos é essencial para as famílias rurais no qual o dinheiro das vendas serve para atender as necessidades das pessoas.

Costa (2004) define que a agricultura varia de acordo com as áreas estabelecidas, sendo que muitos desses agricultores diversificam as atividades, desse modo, podem comercializar os produtos para aumentar a sua rentabilidade familiar.

O fator inerente a renda deve ser considerado vital, pois se sabe que para os produtores conseguirem comercializar seus produtos em meio à sociedade, os mesmos necessitam inúmeras adequações que devido o aporte de produção, tornaria inviável o investimento, tendo em vista que nem sempre há um mercado certo.

Acredita que através dos programas nacionais, e do comprometimento por parte do produtor na fidelização da entrega dos produtos, mesmo que em condições impostas nos programas, a garantia da compra certa, exigirá que produtor se adéque em cada estágio dos programas do governo, logo, passarão apresentar produtos pré manufaturados e a sociedade apoiará a comercialização dos produtos.

## 2.5 PNAE

Segundo Fundo Nacional de desenvolvimento da Educação (FNDE), (PNAE) tem como objetivo geral contribuir para a melhoria do desempenho escolar de alunos matriculados no pré-escolar e ensino fundamental das escolas públicas e filantrópicas, através da suplementação e educação alimentar.

Diante disso, ao referir sobre o programa PNAE, a principal relevância consiste na relação da melhoria do pequeno produtor ao desenvolvimento social, ou seja, é dar importância para quem produz. Segundo Costa (2004), o PNAE tem por finalidade atender a 15% das necessidades nutricionais diárias de crianças, da rede pública e filantrópica, de seis a 14 anos.

No entanto, considerando-se dados referentes aos indicadores sociais no Brasil seu potencial é maximizado.

Merendar na escola pode representar acesso a alimentos que a família do estudante não pode ofertar por apresentar renda insuficiente para sua aquisição. Desse modo a merenda escolar na educação é um fator que deve ser conduzido com rigor para o desenvolvimento do aluno.

Enfim, o ato de comer na escola pode adquirir maior representatividade em termos alimentares para os beneficiários que os previstos pelos objetivos do programa. Geralmente a alimentação escolar é uma questão que deve ser levado muito a sério já que muitos alunos não têm se quer condição de ter uma refeição adequada, e muitas vezes não se tem o que comer em casa, inibindo o comprometimento desse aluno no desempenho escolar, ocasionando muitas vezes a desistência.

É importante que profissionais pais e professor façam um acompanhamento nesse quesito, alimentação escolar, já que se trata de um processo que incide diretamente na saúde do aluno.

Sendo assim, para que um produto seja comercializado é necessário a atuação de profissionais altamente qualificados, ou seja, com os devidos conhecimentos para a compra do produto da alimentação escolar, junto aos produtores tanto da agricultura familiar que é o foco principal desse estudo, tanto de empresas que fornecem para as escolas, ou seja, é o papel do profissional da alimentação que poderá fazer a diferença.

## 2.6 PAA

Segundo Ávila; Roversi (2010), o PAA constitui-se numa estratégia de mercado institucional de alimentos para a agricultura familiar, baseado no atendimento direto às demandas de suplementação alimentar e nutricional dos programas sociais locais.

O PAA foi criado em 2003 para combater a fome das pessoas que estão numa situação precária na alimentação, este programa garante comida em várias instituições. Os produtores rurais fornecem produtos para o PAA que distribui para as entidades locais.

Nesse sentido, o PAA vem se consolidando enquanto uma política pública de mão dupla, pois à medida que proporciona um canal interessante de comercialização dos produtos locais, possibilita a dinamicidade à economia dos municípios, garantindo a oferta de alimentos, de qualidade e em quantidade.

O programa prevê a compra governamental de produtos alimentares, diretamente, de agricultores familiares, assentados da reforma agrária, povos e comunidades tradicionais, para a formação de estoques estratégicos e distribuição à população em maior vulnerabilidade social (RIBEIRO, 2010).

Além disso, a iniciativa de alguns órgãos em parceria com o (PAA) avalia os resultados de preços, quantidades e qualidades dos produtos.

Fernandes (2009), contextualiza que o (PAA) possibilita as famílias de produtores rurais a oportunidade de vender os seus produtos com maior segurança, dessa forma, abrindo espaços no mercado. Sendo assim, muitas entidades se organizam para atender as pessoas que necessitam de alimentação.

Embora o (PAA) não conseguisse atender a maior parte da população por causa de alguns municípios que ainda não fazem parte desse programa por falta de incentivo dos próprios órgãos, conforme relato sobre o programa de incentivo a agricultura familiar, alguns produtores não conseguem muitas vezes comercializar seus produtos, por falta de informações até mesmo dos órgãos competentes do governo, o que acaba por definir a questão do não conseguir vender seus produtos.

### 3. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, teve como universo da pesquisa a Comunidade Vale do Sol II, localizada, numa área rural próxima a cidade de Tangará da Serra – MT.

A pesquisa foi realizada com 125 (cento e vinte cinco) produtores do assentamento Vale do Sol II que atualmente estão comercializando os produtos nas segmentações de fruticultura, hortaliças, doces e conservas e frango caipira, e para a concretização dessa pesquisa subsidiou das pesquisas descritivas e exploratórias.

### 4. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE VALE DO SOL II

A comunidade Vale do Sol II está localizado a 19 km do perímetro urbano, no município de Tangará da Serra, foi organizado no ano de 2006. Ao todo são 191 lotes de terras, de quatro hectares cada lote, distribuídos um para cada família, por meio do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF), que é uma iniciativa do governo federal do Brasil. Trata-se de um programa da Secretaria de Reordenamento

Agrário do Ministério do Desenvolvimento Agrário (SRA/MDA) que complementa o plano nacional de reforma agrária e se constitui em um mecanismo complementar de acesso à terra.

## 4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O excedente do que se é produzido na comunidade Vale do Sol II é direcionado para a comercialização, porém, existem dificuldades por partes dos produtores para a comercialização de seus produtos cultivados em suas propriedades. Os principais produtos cultivados são: milho, abóbora, mamão, quiabo, mandioca, tomate, abacaxi, pimentão, banana e jiló. Como alternativa agregada, surge no local a criação do frango caipira, que está tendo uma boa aceitação no mercado interno, ou seja, feiras, e outros estabelecimentos.

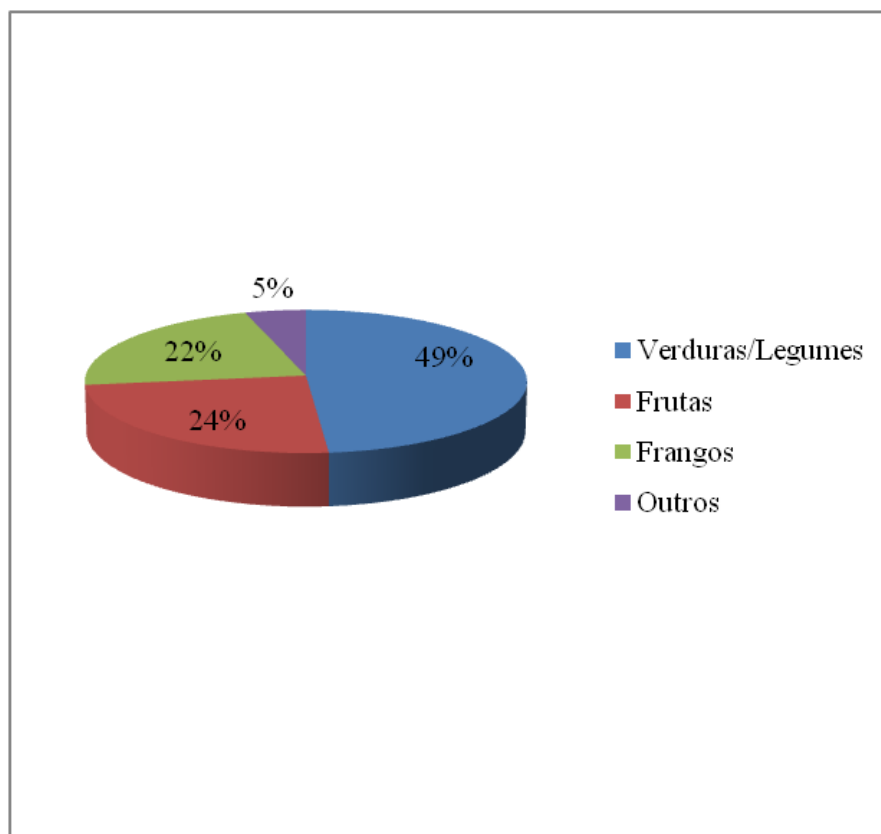


Figura 1: Percentual dos Produtos cultivados nas propriedades da comunidade Vale do Sol II, da cidade de Tangará da Serra – MT, Janeiro e Fevereiro/2012

Fonte: Pesquisa de campo

A comunidade Vale do Sol II, têm se uma grande variedade de produtos que são cultivados, criados nas propriedades, ou seja, mandioca, milho, abóbora, abacaxi, banana, feijão, maracujá, e outros segmentos como: hortas e frutas em geral.

Em relação à produção das propriedades 49% produzem verduras e legumes, sendo que 24% produzem frutas e 22% criam frango caipira ou criam outro tipo de criação para o consumo, e apenas 5% cultivam outros produtos em outras propriedades. Isso demonstra que há certa diversidade daquilo que é produzido nas propriedades.

Entre as vantagens, apontadas por Fantin (1986), em diversificar a unidade produtiva esta o fato de a diversificação da estrutura produtiva poder representar um mecanismo alternativo para que o agricultor tenha uma segunda, terceira e /ou quarta opção de fonte de renda.

Assim caso haja alguma adversidade climática ou problema no mercado, o agricultor pode permanecer no meio rural produzindo, junto com sua família.

Outro ponto importante consistiu em perceber se os produtos cultivados na propriedade são de subsistência para aquelas famílias da comunidade ou se ocorria excedente para a comercialização.

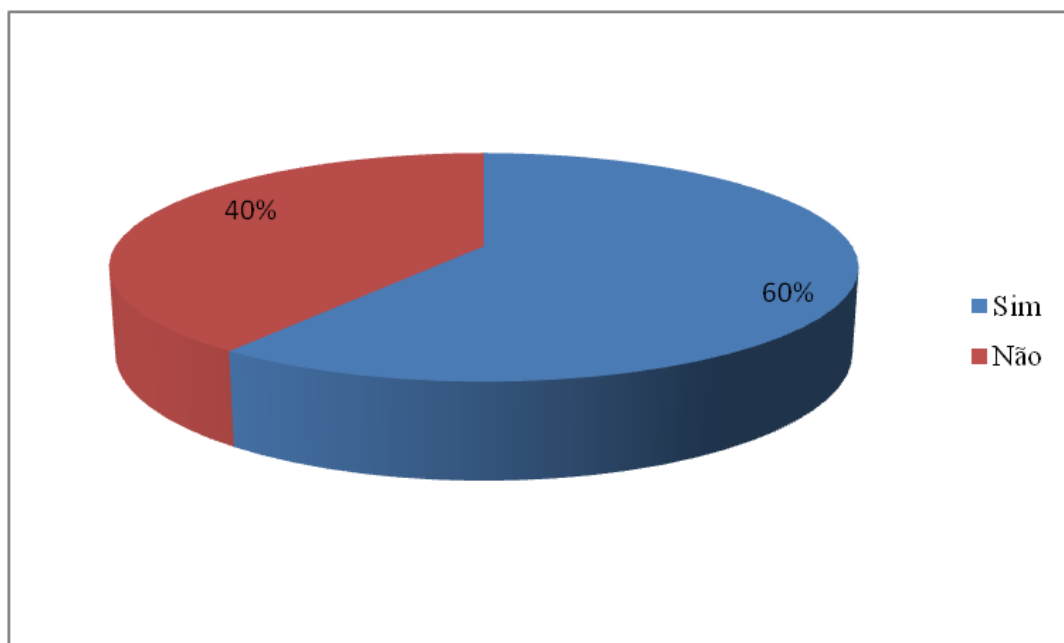


Figura 2: Excedentes para a comercialização de produtos da Comunidade Vale do Sol II, da Cidade de Tangará da Serra – MT, Janeiro e Fevereiro/2012

Fonte: Pesquisa de campo

Observe que 60% produzem com excedentes para a comercialização, e os outros 40% não tem excedentes. Essas famílias que ainda não possui excedentes para a comercialização são aquelas que trabalham fora e possuem outras fontes de renda como (alugueis, comércios) ou compraram a propriedade de terceiros e ainda estão iniciando as atividades e preparo da terra para o cultivo dos produtos. Mas mesmo os que não possuíam excedentes para comercialização, na propriedade havia algum cultivar plantado para o consumo da família.

A comercialização envolve, conforme se depreende das definições apresentadas, uma série de atividades ou funções através das quais bens e serviços são produzidos aos consumidores. Essas atividades resultam na transformação dos bens, mediante utilização de recursos produtivos – capital e trabalho – que atuam sobre a matéria-prima agrícola. A comercialização trata-se, portanto, de um processo de produção e como tal pode ser analisada valendo-se dos instrumentos proporcionados pela teoria econômica (BARROS, 2007).

Diante disso, a comercialização é um processo social que envolve interações entre agentes econômicos através de instituição. Uma importante instituição no sistema de comercialização é o mercado.

Em relação ao local onde são comercializados os produtos dos agricultores da comunidade Vale do Sol II, diagnosticou as informações conforme ilustrado:

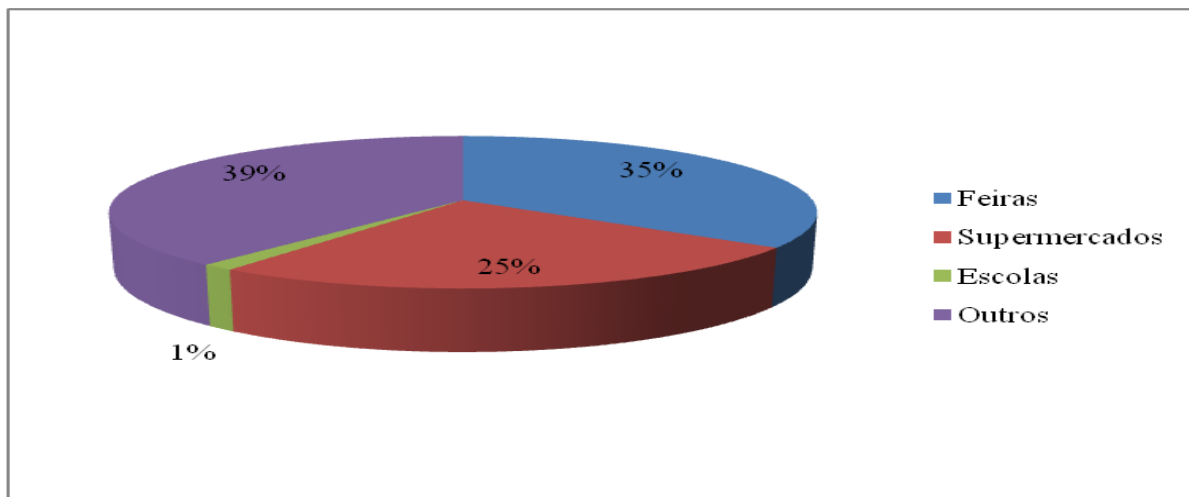


Figura 3: Identificação do local onde são comercializados os produtos cultivados na Comunidade Vale do Sol II, da Cidade de Tangará da Serra – MT, Janeiro e Fevereiro/2012

Fonte: Pesquisa de campo

Na comercialização do produto 35% dos produtores comercializam seus produtos nas feiras, 25% em supermercados, 1% em escolas e 39% comercializam de outra forma, ou seja, vendem direto na propriedade, outras cidades, fazem entrega nas casas dos clientes que fazem o pedido do produto. As formas de comercialização mencionadas pelos agricultores que realizam a venda direta ao consumidor revelam que a comercialização feita em feiras é a principal entre os entrevistados.

Segundo Aguilar (2004), muitas feiras revelam uma imagem simbólica em relação à natureza e mundo rural, que se encaixa no limiar difuso entre o rural e urbano, entre o fim da fase produtiva e início da fase de consumo. Constitui-se assim em “um espaço público que assume diferentes formas de sociabilidade para torna-se um local de espetáculo da vida urbana”

O principal canal de comercialização é a feira-livre e a periodicidade predominante é semanal. A importância das políticas públicas pode ser constatada pela relativa liberdade que os produtores têm para comercializar seus produtos nesses espaços. Uma análise preliminar indica que esta atividade tem sido importante para a grande maioria das famílias, possibilitando que parte destas tenha como principal fonte de renda os produtos vendidos diretamente ao consumidor.

O objetivo de parte dos produtores familiares é buscar menor dependência do mercado organizado e de agentes externos, não só por meio da produção para o autoconsumo, mas também buscando maior autonomia em relação aos processos de produção e na negociação e determinação dos preços de comercialização, como ocorre nos casos de comercialização direta (ao consumidor) ou ao comércio varejista (semi-direta) no âmbito local/regional (LAMARCHE, 1998).

Sendo assim, quanto à questão dos canais de comercialização adotados pela agricultura familiar, várias são as fontes de como comercializar os produtos, sejam para o vizinho, para o mercado mais próximo, feiras e outros canais de comercialização, entende-se que os produtos do pequeno produtor visam alcançar o mercado com maior facilidade, já que não necessitam de tanta burocracia para vender.

Além dos produtos citados, a mandioca é um dos principais produtos que está em alta pelos agricultores da comunidade vale do Sol II, tendo em vista a comercialização desse produto na capital, Cuiabá, onde foi registrado que há empresas buscando esse produto direto na propriedade por um preço significativo, ou seja, diminuindo os custos logísticos para o produtor.

A figura 4, teve como objetivo verificar se os produtores da comunidade Vale do Sol II conhecem os programas do governo federal de compra de produtos da Agricultura familiar o PAA e o PNAE.



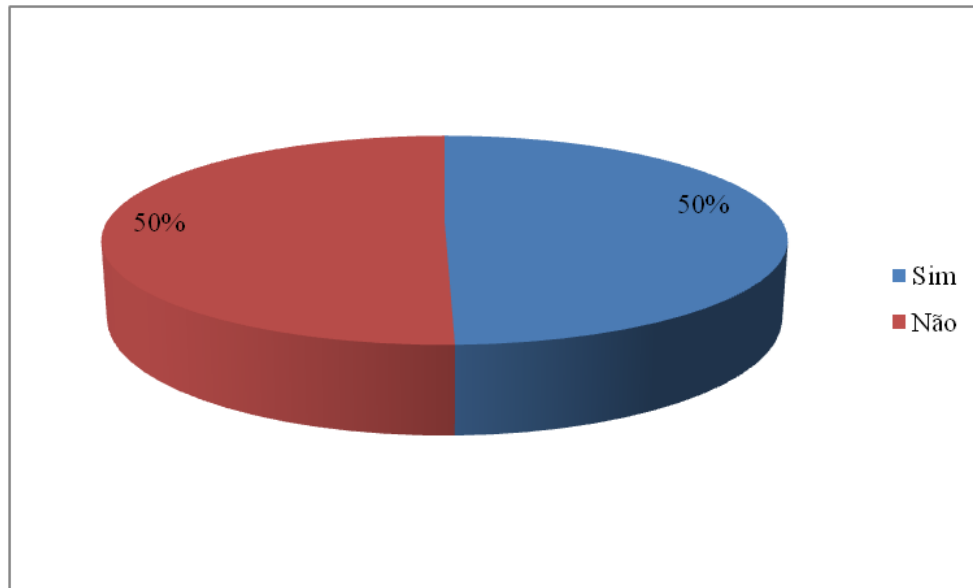


Figura 4: Conhecimento dos produtores quanto aos programas nacionais do governo federal o PNAE e o PAA, para comercialização da Agricultura familiar

Fonte: Pesquisa de campo

A partir das informações abordadas anteriormente, foi elaborado a interligação dos dados da informação levantada no decorrer deste estudo, sendo assim a questão teve interesse sem saber se os produtores conhecem os programas do governo federal, ou seja, 50% conhecem os programas e 50% simplesmente nunca tiveram informação destes programas para a comercialização, o que pode ressaltar uma questão da falta de informação dos produtores do assentamento Vale do Sol II.

A partir do ano de 2003 o Governo Federal inaugura um novo ciclo de políticas públicas de combate à fome e promotoras da segurança alimentar e nutricional, capazes de promover desenvolvimento local e regional. O Programa de Aquisição de Alimentos surge com a premissa de articular uma série de ações públicas voltadas aos agricultores familiares, com finalidade de inseri-los no processo de aquisição de alimentos coordenado e promovido pelo Estado Nacional para o abastecimento do chamado institucional de alimentos (CORDEIRO, 2000).

Desse modo, as inovações que o PAA apresenta como referências para a construção e execução de políticas públicas não se restringem, apenas, à abertura de novo mercado para os agricultores familiares ampliarem suas vendas e aumentarem sua renda.

Sendo assim o PAA é um programa criado para desenvolver a agricultura familiar, ou seja, gerar outras formas de comercialização, e assim criar o desenvolvimento a pequenos agricultores, porém as informações necessitam chegar até o campo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo consistiu em demonstrar as estratégias de comercialização utilizadas pelos produtores da agricultura familiar. As linhas de crédito direcionadas a esse grupo, o Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA). Foram considerados fatores como quantidade e variedade de produção normalmente obtida por um agricultor familiar, não podendo afirmar que o mesmo estando produzindo no individual, detenha ou domine as condições que se fazem necessárias para que consiga superar a dependência em relação ao atravessador.

Para a maioria dos agricultores familiares, um dos únicos caminhos para desenvolver um mínimo de autonomia na comercialização de sua produção é criar um processo de vendas em coletivo, porém nem sempre isso ocorre.

Atualmente os produtores do Vale do Sol II produzem hortaliças, frutas em geral, criam animais de pequeno porte (frangos, porcos) e transformam parte do que é produzido em doces e conservas através de um núcleo de produção existente no local.

A forma de comercialização dos produtos do assentamento é uma questão que deve ser estudada com detalhes de como ocorre a mesma. Os produtos são fabricados e comercializados na feira do produtor da cidade de Tangará da Serra – MT, dessa forma esses produtores não estão sendo comercializados nos programas sociais do governo federal, ou seja, a única forma de comercialização é apenas dentro da propriedade, ou feira do produtor, dificultando no planejamento de expansão da produção.

## BIBLIOGRAFIA

BITTENCOURT, G. A. As Políticas Agrícolas e a Agricultura Familiar no Sul do Brasil. Disponível em: [http://www.cebrap.org.br/v2/files/upload/biblioteca\\_virtual/as\\_politicas\\_Agri](http://www.cebrap.org.br/v2/files/upload/biblioteca_virtual/as_politicas_Agri)

colas\_e\_a\_agricultura\_familiar.pdf. Acesso em 22 de Março de 2012.

BUAINAIN, A. M. Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate. Brasília, DF: IICA, 2007. 136 p. (Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 5). Participação de Hildo Meirelles de Sousa Filho.

BARROS, GERALDO SANT' ANA CAMARGO. Economia da Comercialização Agrícola. Disponível em: [http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/l\\_economia\\_comercializacao\\_](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/l_economia_comercializacao_)

agricola.pdf. Acesso em 29 de Março de 2012.

CABRAL, A. C. A. .A. Evolução da estratégia: em busca de um enfoque realista. In: XXII ENANPAD, 22º, Anais..., Foz do Iguaçu: ANPAD, set. 1998. 14 p.

CORDEIRO, A. Resultados do programa de aquisição de alimentos – PAA: a perspectiva dos beneficiários. Brasília: CONAB, 2000.

COUGHLAN, A. T. et al. Canais de marketing e distribuição. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

COSTA, E. Q.; RIBEIRO, V. M. B.; RIBEIRO, E. C. O. Programa de Alimentação Escolar: espaço de aprendizagem e produção de conhecimento. Revista de Nutrição. Campinas, v. 14, ano 2004. sup. 3, p. 225-229, 2011.

DENARDI, RENI. Agricultura Familiar e Políticas Públicas: Alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável\*. Webartigos.com, 2001. Disponível

em: [http://www.emater.tche.br/docs/Agroeco/revista/ano2\\_n3/revista\\_agroecologia\\_ano2\\_num3\\_parte12\\_artigo.pdf](http://www.emater.tche.br/docs/Agroeco/revista/ano2_n3/revista_agroecologia_ano2_num3_parte12_artigo.pdf). Acesso em 06 de Setembro de 2011.

LAMARCHE, HUGUES. A agricultura familiar: comparação internacional. Tradução: Ângela Maria Naoko Tijiwa. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em:

[isSertacoes/091.pdf](http://www.ibge.gov.br/censo2010/091.pdf). Acesso em 13 de Outubro de 2011.

STERN, L.W.; EL-Ansary, I.A. Canais de comercialização. 4. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992.

LIMA, JORGE ROBERTO TAVARES DE; FIGUEIREDO, MARCOS ANTÔNIO BEZERRA. Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável. In: LIMA, Jorge Roberto Tavares de; Figueiredo, Marcos Antônio Bezerra (org.). Extensão rural, desafios de novos tempos: agroecologia e sustentabilidade. Recife: Bagaço, 2006. p.57-8.

SACCO, DOS ANJOS, F.; GODOY, W.I.; CALDAS, VELLEDA, N. As Feiras livres de Pelotas sob o Império da Globalização: Perspectivas e Tendências. 1º. Ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, v. 1. 197 pg. 2005.

SILVA, E. R. A. DA. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf: Uma Avaliação das Ações Realizadas no Período 1995/1998. Ipea, 2007.

RIBEIRO, E. M., CASTRO, B. S.; SILVESTRE, L. H., CALIXTO, J. S.; ARAÚJO, D. P.; GALIZONI, F. M.; AYRES, E. B. Programa de Apoio às Feiras e à Agricultura Familiar no Jequitinhonha Mineiro. Agricultura – v. 2 – n. 2 – Março de 2012.

MACHADO, MELISE DANTAS E SILVA, ANDRÉIA LAGO DA. Comercialização de Produtos da Agricultura Familiar: Uma Análise Exploratória no Varejo. Disponível

em:<http://www.ufms.br/dea/oficial/HTM/artigos/administra%E7%E3o/Gest%E3o%20de%20Agroneg%F3cios/agricultura%20familiar.pdf>. Acesso em 13 de Setembro de 2011.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). Resolução nº 32 de 10 de agosto de 2006. Estabelece normas para a execução do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, [Brasília], 2006. 32p.

FERNANDES, Ângela Esther Borges. O perfil da Agricultura Familiar no Brasil. Disponível em <http://www.webartigos.com/articles/16496/1/O-perfil-da-agriculturafamiliar-brasileira/pagina1.html>. Webartigos.com, 2009. Acesso em 06 de Setembro de 2011.

ZUBIZARRETA, MIREN ETXEZARRETA. AGRICULTURA FAMILIAR, PLURIATIVIDADE. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/estrategias-para-desenvolvimento-local-na-agricultura-familiar-na-regiao-de-guaraniacu-pr/60764/>. Acesso em 20 de Abril de 2012.

# Capítulo 23

## REAPROVEITAMENTO DE PAPEL DE EMBALAGENS DE CIMENTO NA PRODUÇÃO DE MANTA ASFÁLTICA IMPERMEABILIZANTE

[10.37423/200200262](#)

*Henrique Jardim Raad*  
*henriquejraad@gmail.com.br*

**RESUMO:** Dentre os diversos rejeitos de materiais descartados pela Construção Civil, o papel de embalagens de cimento é insumo sem aproveitamento ou reciclagem, gerando impactos consideráveis ao meio-ambiente. A utilização dosada e controlada de tais rejeitos na substituição de fibras poliméricas em mantas asfálticas constituídas por aglomerantes betuminosos utilizadas para impermeabilização surge como alternativa sustentável e eficaz no reaproveitamento destes, resultando em um novo e importante material que agrega qualidade e responsabilidade ambiental. Foram estudadas as relações de dosagem dos materiais emulsão asfáltica e fibras de papel de sacos de cimento e efetuados testes físicos em protótipos, constatando-se resultados extremamente satisfatórios nos comportamentos mecânicos característicos da aplicação e do uso dos mesmos. O material apresentou resultados positivos nos testes de estanqueidade e curvatura mínima, confirmando o mesmo como potencial alternativa de execução de processos de impermeabilização na Construção Civil reaproveitando rejeito agressivo ao meio-ambiente.

**Palavras-chave:** Embalagem de cimento, emulsão asfáltica, manta asfáltica.

## INTRODUÇÃO

Os processos utilizados pela Construção Civil destinados à impermeabilização de construções são sem dúvida etapas de extrema importância em uma construção voltada ao uso humano, uma vez que propiciam conforto aos usuários finais da construção e garantem a proteção dos materiais aplicados, aumentando a vida útil destes e tornando as edificações mais eficientes (1).

Tal importância, aliada à preocupação com a degradação excessiva gerada pelos processos extrativos e de uso de matéria para a indústria da Construção Civil no Brasil, principalmente nos últimos anos, seguindo a corrente mundial de desenvolvimento sustentável, e também à necessidade de se gerar novos materiais cada vez mais eficientes, quer no desempenho, quer na economia, e menos agressivos ao meio ambiente, motivou o desenvolvimento de material impermeabilizante constituído de fibras moídas de papel de embalagens de saco de cimento e emulsão asfáltica de petróleo, em uma conjunção útil e ao mesmo tempo sustentável para a Indústria da Construção Civil.

## CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

O papel é um material polimérico derivado da madeira, constituído principalmente por celulose, um polissacarídeo linear de alto peso molecular, não solúvel em água, baseado no monômero glicose, com constituição definida pela presença de oxigênio (O), carbono (C) e hidrogênio (H), extraído da matéria natural por processo de redução de componentes específicos, como a substância aromática lignina. O papel de embalagens de cimento é feito de papel kraft, fundamentalmente produzido por celulose não branqueada (2). Este, devido ao contato com o cimento, torna-se inadequado a processos de consumos secundários e ainda desqualificado aos processos convencionais de reciclagem, sendo descartado em “lixões”, aterros sanitários ou nos chamados “bota-foras” de materiais de construção (3).

Hoje existem 50 tipos de resíduos sólidos provenientes da Construção Civil com destinação classificada, sendo o papel contaminado com cimento e argamassa o único sem destino de reaproveitamento ou reciclagem (4).

Dados retratados no Projeto Construa Limpo (3), indicam que Belo Horizonte produz cerca de 4.000 toneladas de lixo por dia, e em torno de 12.000 toneladas de sacaria de cimento e argamassa por ano. Segundo o mesmo estudo, um prédio de 20 andares pode gerar 55 mil embalagens de cimento e

argamassa durante um ano de obra. É fato ainda a tendência crescente do setor no ano de 2010 e perspectivas positivas para os anos seguintes, o que implicará em aumento real nestes índices.

E, para o reaproveitamento deste rejeito, o desafio é encontrar estratégias de junção dos componentes presentes no mesmo em um material que não possua outros sub-componentes reativos, a fim de evitar comportamentos danosos ao próprio ou a outros materiais de contato direto com esse durante o uso.

Analisando os materiais quanto à sua microestrutura (5), o rejeito poderá ser classificado como um compósito de natureza polimérico-cerâmica, com incidência cerâmica não vinculada cristalinamente à cadeia polimérica. Este fato pode mostrar que para o trabalho de reaproveitamento normal do papel bastaria realizar a separação dos dois componentes primários tratados, cimento e papel, por processo de lavagem ou separação química. Contudo, tais processos ou são inviáveis economicamente e inviabilizariam a utilização dos insumos separados ou trariam modificações físico-químicas danosas aos mesmos. Deste ponto emerge o encontro não reativo destes materiais com materiais de natureza betuminosa, em especial, com betumes artificiais derivados do petróleo, possibilitando a união dos mesmos em produto de reuso para o mesmo setor de origem do rejeito.

A emulsão asfáltica de petróleo (EAP) é uma mistura polimérica (5) baseada na dispersão de betume derivado de petróleo em solução aquosa com o auxílio de aditivos dispersantes tensoativos, que, quando aplicados, formam filme hidrofugante e pouco poroso após a vaporização da água de mistura e reaproximação das gotículas de betume dispersas na mistura inicial (2). É produzida, normalmente, através de processo mecânico em equipamentos de alta capacidade de cisalhamento denominados moinhos coloidais, apresentando coloração marrom ou preta e consistência variável (2), sendo estável quando utilizada em serviços de impermeabilização e pavimentação à temperatura ambiente, não podendo trabalhar a mais de 70°C. Classificam-se quanto à estabilidade e ao tempo de ruptura nos ensaios característicos em ruptura rápida (RR), ruptura média (RM) ou ruptura lenta (RL), sendo esta a forma indicada para definições iniciais de aplicação.

A EAP, por suas características físico-químicas, poderá ser utilizada para a aplicação conjunta com papel impregnado com pós de cimento Portland em qualidade de ruptura rápida com base tanto em emulsificantes catiônicos quanto aniônicos, não comprovada a ação danosa de nenhum dos dois tipos no presente estudo, com preferência, entretanto, por emulsificantes de química a base de sais de amina, por razões de escolha experimental neste trabalho.

Mantas asfálticas de petróleo (MAP) são produtos classificados como asfaltos modificados por polímeros (AMP) que trabalham pelo princípio de amplificação de características físico-mecânicas pela junção de dois insumos principais: a fibra polimérica (geralmente algodão ou poliéster) e o adesivo betuminoso. Geralmente são formadas por asfalto catalítico (obtido por passagem de corrente de ar através de uma massa de cimento asfáltico de petróleo em temperatura adequada, com presença de catalisadores adequados ao uso da impermeabilização) ou por emulsão com elastômeros. Para que mantenham a forma, são moldadas sobre uma base geralmente plástica que serve como armação e reforço (2). São ainda definidas como materiais de impermeabilização de baixa resistência à degradação mecânica de espessura mínima de 0,8 mm compostos por feltro de fibra de algodão e celulose aderido por emulsão asfáltica de petróleo diluído juntamente com aditivo fixador. Atingem em serviço idades superiores a 25 anos, em função do controle na fabricação e na aplicação (6). Os elastômeros são polímeros que à temperatura ambiente podem ser alongados em duas ou mais vezes o seu comprimento normal em repouso, retornando ao comprimento original após alívio da pressão (7).

A MAP é utilizada na Construção Civil como material impermeabilizante de grande eficiência, impedindo a passagem de águas, fluidos e vapores, podendo ser adaptada à superfície de instalação obtendo forma conveniente às funções de contenção ou escoamento destes fluidos (8). É aplicada com aquecimento para fusão de juntas de trespasse após regularização da superfície e aplicação de primer para preparo do substrato, sendo seguida de lançamento de revestimento em argamassa cimentícia para proteção mecânica (6).

## METODOLOGIA

Utilizando-se como insumos o rejeito de papel de embalagens de produtos cimentícios, emulsão asfáltica e água (diluição), foi construída manta asfáltica, utilizando a fibra do papel moído aglomerado pela emulsão asfáltica de petróleo, denominada por este estudo como Manta asfáltica de Petróleo e Papel – MAPP.

Em primeira impressão, o uso do papel em material com aplicação voltada ao trabalho com fluidos, principalmente água, teve tom desafiador, já que, o papel, derivado do polímero natural madeira, guarda consigo as características higroscópicas de sua matéria prima, sendo material de baixa resposta mecânica quando úmido. Entretanto, a função final deste mesmo papel é a da substituição das fibras



de estabilização mecânica convencionais, e estas, por estarem imersas em material hidrofugante, praticamente não entram em contato com a umidade.

O preparo da matéria prima foi feito por moagem de embalagem de cimento com água, em processo de socagem sem desagregação intensa das fibras, gerando material em torrões de aproximadamente 1 cm de diâmetro. O produto moído foi exposto a secagem durante 7 dias em estufa com temperatura controlada de 70°C para evaporação do excesso de água. Os torrões semi-secos foram então desagregados com nova moagem por bastão.

O preparo da manta caracterizou-se pela aplicação de camadas sucessivas de EAP e papel desagregado em recipiente com forma regular para padronizar o acabamento superficial da mesma. O recipiente foi coberto por película metálica de alumínio e sobre esta foi aplicada imprimação da superfície com EAP não diluído. Após a secagem da imprimação, lançaram-se três camadas de papel seco e moído de forma homogênea e nivelada com posterior aspersão de camada de EAP diluída até cobertura total das fibras, totalizando espessura média e nominal de 4 mm. O material foi armazenado em local arejado sem incidência de luz solar para cura.

Na confecção do material foram utilizadas ferramentas manuais simples, confirmando a possibilidade de preparação da mesma no próprio canteiro de obras, reduzindo os custos de execução.

Após a secagem da manta por 7 dias, foram iniciados ensaios de verificação do comportamento da mesma frente às ações básicas de trabalho. Inicialmente foi exposta amostragem do material a ensaios de permeabilidade, onde foi instalada manta sob coluna d'água de 1 metro em tubo estanque de diâmetro de 100 mm e coberto por papel filme para evitar a evaporação pela superfície sem gerar pressão negativa na coluna d'água. Durante 24 horas foram observados em leituras de nível d'água feitas a cada 1 hora durante as primeiras 4 horas e mais duas leituras, uma após 12 horas do início do ensaio e outra após 24 horas, não sendo observada variação do nível de água no equipamento. O ensaio foi repetido em cinco amostras, sem variações consideráveis. Este ensaio foi realizado por método divergente ao especificado pela norma NBR 9952/98 (7) com o intuito de análise inicial das características do material desenvolvido. O ensaio final para caracterização do mesmo, ainda não realizado nesta pesquisa, será concluído em trabalhos futuros de classificação do produto.

Em segunda análise, foi verificado o comportamento do material frente à curvatura, sendo verificado raio mínimo de dobra inferior a 1 cm em 10 amostras, sendo que em nenhuma amostra houve para o

raio especificado trincamento ou sinais de ruptura nas fibras tracionadas, o que indica bom comportamento na aplicação da manta em cantos e quinas, possibilitando curva satisfatória.

A metodologia de aplicação da manta estudada foi alterada da utilizada nos materiais convencionais, já que não é feita por aquecimento e fusão nas juntas, mas por aplicação de EAP nos encontros entre mantas. O teste de estanqueidade de juntas não foi realizado neste estudo. Para a aplicação, recomenda-se nas juntas o trespasse mínimo de 10 cm.

A quantidade de material gasto para construir 1 m<sup>2</sup> da manta de EAP e papel de embalagem de cimento moído foi de 4 embalagens de cimento, 1,3 litros de água e 3,9 kg de emulsão asfáltica. É importante ressaltar que o levantamento de materiais foi definido na produção de pequenas amostras, o que pode gerar acúmulo de erros de leitura, reduzindo a precisão da avaliação de quantidades. Estudos futuros em aplicação em áreas superiores a 100 m<sup>2</sup> definirão valores reais e precisos de quantidade de material por m<sup>2</sup> de manta produzida e de manta aplicada. A variação da quantidade de materiais para manta produzida diferirá da quantidade para manta aplicada em função da existência de juntas de trespasse e de perdas.

Foi observado ainda o comportamento das amostras quanto à fluência à temperatura de trabalho normal, em faixa de temperatura entre 20°C e 60°C, por exposição ao sol, para verificação de escorrimento. A metodologia empregada neste estudo foi diferente da recomendada pela NBR 9952/98 (7) por entendimento dos autores sobre as condições reais de aplicação adotadas no estudo variarem apenas na faixa especificada, sendo o ensaio convencional previsto pela ABNT projetado para fase posterior desta pesquisa, para a caracterização final do material.

A observação do comportamento quanto ao envelhecimento precoce foi feita por análise visual realizada em todas das amostras estudadas.

Não foram verificados testes quanto à resistência à tração neste primeiro estudo. Como estudos futuros para aperfeiçoamento constam os testes de resistência à tração e compressão bem como a estanqueidade nas juntas soldadas.

## RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Os ensaios de permeabilidade realizados nas amostras não apontaram infiltração pelo processo utilizado, o que indica a eficiência na retenção de líquidos nos pontos do material onde não haviam

juntas de amarração entre mantas. Quanto à flexibilidade à dobra, foram feitas curvaturas de raio inferior a 1 cm, não sendo observadas fissuras ou deformações prejudiciais ao desempenho da manta em serviço. A quantidade de materiais utilizada foi definida em 4 embalagens de cimento, 1,3 litros de água e 3,9 kg de emulsão asfáltica para a confecção de 1 m<sup>2</sup> de manta. Na fluência à temperatura de trabalho normal, em faixa de temperatura entre 20°C e 60°C, por exposição ao sol, não foi detectada resposta negativa, e o envelhecimento precoce não foi detectado em nenhuma das amostras estudadas. As mantas desenvolvidas não foram neste estudo classificadas quanto ao tipo entre I e IV, conforme NBR 9952/98 (7), sendo tais definições, bem como a outros tipos de avaliações alocados a trabalhos futuros.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento do novo material composto por fibras poliméricas de papel de embalagens de cimento e emulsão asfáltica de petróleo se mostrou satisfatório nos testes de estanqueidade e curvatura mínima, confirmando o mesmo como potencial alternativa de execução de processos de impermeabilização na Construção Civil reaproveitando rejeito agressivo ao meio-ambiente.

A espessura mínima prevista na NBR 9952/98 (7) foi atendida e não foi detectado escorrimento em condições normais de trabalho. O envelhecimento precoce não foi detectado em nenhuma das amostras, indicando boa resistência da emulsão asfáltica de petróleo utilizada e boa inter-relação entre os componentes papel kraft impregnado com cimento e EAP.

A eficácia no desempenho do mesmo frente aos testes iniciais em conjunto com a importância ecológica do reaproveitamento de rejeitos comprovaram o valor extremamente sustentável do material, projetando avanço futuro real para o setor da Construção Civil.

## REFERÊNCIAS

- MELLO, LUCIANO SOARES LUCAS DE. Impermeabilização – Materiais, Procedimentos e Desempenho. Tese (Doutorado) – Universidade Anhembi Murumbi, São Paulo, 2005.
- BAUER, L. A. FALCÃO. Materiais de Construção. Volume II. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- SCHMAL, A. K.; AVILA, M.. Projeto Construa Limpo. Artigo Técnico Científico, 2008.
- JUNIOR, N. B. C. Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil. 2005.

CALLISTER JR., WILLIAM D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002.

RIPPER, ERNESTO. Manual prático de materiais de construção – Recebimento, transporte interno, estocagem, manuseio e aplicação. 1. ed. São Paulo: PINI, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9952: Manta Asfáltica com Armadura para Impermeabilização – Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

PICCHI, F. A. Impermeabilização de coberturas. São Paulo: Editora Pini & IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), 1986.

# Capítulo 24

## RASTREABILIDADE E IDENTIFICAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS

[10.37423/200200264](#)

*Flávio Avanci de Souza (UTFPR) fsouza@utfpr.edu.br*

*Marcelo Capre Dias (UTFPR) capre@utfpr.edu.br*

*Yslene Rocha kachba (UTFPR) yslener@utfpr.edu.br*

**RESUMO:** O presente trabalho efetua uma análise de rastreabilidade e identificação da matéria-prima, evidenciando a substituição do sistema de gerenciamento do setor de armazenagem em uma fiação, indústria do segmento têxtil. Para a realização da pesquisa foi utilizado o método de pesquisa ação envolvendo operários, média e alta gerência da empresa. A implantação do novo sistema de gerenciamento de matéria-prima proporcionou aos fardos o registro de informações de sua origem e os resultados das classificações, visual e de características, possibilitando a rastreabilidade e identificação de todas as propriedades do estoque armazenado. O novo sistema possibilitou uma melhoria nos conceitos da organização, obtendo-se respeito frente aos fornecedores e a outras empresas similares. O sistema implantado foi considerado um modelo de confiabilidade, rastreabilidade e identificação, inclusive para usinas beneficiadoras de algodão em pluma da região centro oeste.

**Palavras Chave:** Gerenciamento de Matéria-prima, Rastreabilidade, Identificação, Indústria Têxtil.

## 1. INTRODUÇÃO

A competitividade no segmento têxtil provoca a necessidade de melhorias nos sistemas de gestão industrial das organizações, determinando a capacidade produtiva e até a sobrevivência da própria organização (SEN, 2008; PERREIRA et al., 2010). Atualmente os meios de comunicação evidenciam as mobilizações do segmento têxtil frente ao governo federal, com o intuito de alterar valores de barreiras tarifárias ou salvaguardas para a limitação de produtos têxteis importados, principalmente, provenientes de países asiáticos. Estes produtos muitas vezes são comercializados a preços menores que os custos de produção das empresas nacionais, prejudicando a rentabilidade e a sobrevivência destas organizações. Para Costa e Rocha (2009) a indústria nacional está preocupada com a desativação de unidades industriais têxteis provocadas pela invasão dos produtos asiáticos. O levantamento da Comissão de defesa da Indústria Brasileira (CDIB) aponta que na última década várias indústrias fecharam as portas após avanço das importações de produtos têxteis.

A entrada crescente de tecidos e confecções originados da China, Índia e Indonésia e o valor monetário do dólar baixo em relação à moeda brasileira, provoca a baixa rentabilidade das exportações de produtos têxteis para outros países. Assim, a gestão da produção assume um papel importante frente à competitiva do mundo globalizado que atualmente se tornou um grande desafio para as empresas da cadeia produtiva têxtil. As unidades agroindústrias especificamente produziam altos volumes de algodão em pluma. Contudo, começaram a beneficiar esta matéria-prima por meio do processo produtivo da fiação objetivando agregar valor a este produto e tornar-se competitiva no mercado. Assim, parte do algodão em pluma produzido pelas organizações brasileiras agroindustriais passou a ser consumido pela própria organização agregando ao produto o processo de fiação.

O Brasil de acordo com IEMI (2011) tem 432 empresas de fiação das quais aproximadamente 50% tem em sua matéria-prima principal o algodão e estão concentradas nas regiões sul, sudeste e nordeste do país. No ano de 2010 esta indústria consumiu 1.205.570 toneladas de algodão e empregou 77.607 pessoas. Com estas características um dos desafios das empresas da cadeia-produtiva têxtil, incluso a indústria de fiação é produzir um produto têxtil em menor custo e tempo (SEN, 2008). Todavia, a problemática que se apresenta neste caso é que com o passar dos anos a produção de algodão no sul e sudoeste do Brasil vem decaindo e migrando para regiões do centro-oeste. Essas regiões não apresentam fornecedores necessários para o cultivo de um algodão de qualidade. Assim, estes

produtores se associam as cooperativas de outros estados brasileiros para poder ter acesso a estes fornecedores.

Este fato implica em alterações no método de gestão da produção das fiações organizadas em cooperativas, pois, a necessidade da aquisição de matéria-prima e a pressão por redução de custo obrigaram a organização a reduzir o volume de estoque. Outra estratégia que o processo de produção de fios teve que realizar pela nova conjuntura do mercado foi melhorias no processo de misturas de fardo de algodão para a produção. A mistura se faz necessário para a homogeneização de características de fibras evitando a necessidade de alterações bruscas a estas, pois, este fato causa prejuízos à qualidade do produto final. Processo este diretamente voltado para as atividades realizadas pelo produtor do algodão. Pois, este se transforma de acordo do local onde o algodão é produzido, a semente que é utilizada e o tipo de armazenamento que o algodão é colocado (SOUZA, 2009).

Assim, rastrear o fornecedor de algodão que utiliza determinado processo de colheita e adequada semente, de forma a não misturar o algodão deste fornecedor com um de menor qualidade é um desafio produtivo das empresas de fiação. Construir uma parceria com este fornecedor para realizar um sistema de armazenamento que não venha comprometer a qualidade do produto final pode ser uma das alternativas para otimizar o processo produtivo das fiações. Todavia, a rede de suprimentos das fiações brasileiras pode ou não se consolidar diretamente do agricultor de algodão, muitas vezes este vende o algodão para uma cooperativa local e este repassa para outra cooperativa ou empresa que tenha o processo de fiação, Tornando mais difícil identificar e rastrear a qualidade deste algodão. Neste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de efetuar uma análise de rastreabilidade e identificação da matéria-prima (algodão), evidenciando a substituição do sistema de gerenciamento no setor de armazenagem em uma fiação.

## 2.REFERENCIAL TEÓRICO

A fibra de algodão é a mais utilizada pelas empresas de fiação brasileira e este predicado se consolida porque o tecido de algodão apresenta característica de conforto e absorção de calor próprio para países de clima tropical. Para Rodgers et al. (2012) a fibra de algodão para ser determinada como uma matéria-prima de qualidade deve apresentar características como:

- a) Pureza: a fibra de algodão em pluma pode apresentar uma quantidade elevada de impurezas (folhas, terra, pedras) que são removidas por processos de limpeza, todavia, podem comprometer a coloração do fio;
- b) Maturidade: indica a espessura da parede celular em relação ao diâmetro da fibra, quando a fibra de algodão apresentar maior espessura da parede celular maior será seu nível de amadurecimento;
- c) Comprimento: quanto maior o comprimento da fibra de algodão, este terá, a necessidade de um menor número de torções no processo produtivo e apresentará maior resistência;
- d) Umidade: constitui na capacidade que a fibra de algodão tem de reter água;
- e) Resistência: a capacidade que o fio de algodão tem de resistir aos esforços aos quais venham a sofrer nos processos posteriores para sua transformação em tecidos;
- f) Finura:
- g) Uniformidade.

O gerenciamento eficiente da compra e estocagem do algodão em pluma reduz consideravelmente as variações e ocorrências de irregularidades no processo produtivo da fiação. Se este apresentar as características apontadas por Rodgers et al. (2012) esta atividade pode gerar benefícios no que tange a satisfação e confiabilidade dos clientes e conquistar sua fidelidade e, conseqüentemente, promover a rentabilidade e a sobrevivência da organização.

Todavia, devido ao volume de variáveis nas características de fibras, há uma necessidade constante de monitoramento de suas variáveis, pois as oscilações podem causar irregularidades no processo de industrialização. Conforme menciona Mizoguchi et. al. (2004), raramente uma fiação irá usar matéria-prima livre de problemas, porque, eles são muito expansíveis. Mas, ferramentas podem antecipar as dificuldades, pois o conhecimento profundo do material a ser processado pode auxiliar no comportamento durante o processo de fiação e estágios subsequentes como a fabricação de tecido e roupas.



O processo de produção de fios envolve diferentes procedimentos por meio dos quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito (LOPES; ROMANO, 2012). O processo de fiação é ilustrado na Figura 1.



Figura 1 – Processo produtivo de fiação

Fonte: Lopes e Romano (2012)

No processo de fiação é comum a mistura de matéria-prima ser realizada no processo de utilização de fardos na linha produtiva da fiação. Nas salas de abertura das indústrias são utilizados fardos de diversos lotes, previamente separados no armazém por fornecedores e características das fibras. Durante a separação no armazém, é comum distribuir o consumo dos fardos conforme o percentual de cada lote de características de fibras no estoque. Esta forma de consumo é recomendada para que não ocorram alterações bruscas nas características médias das fibras nas misturas, pois assim, a substituição é realizada de forma escalonada ou gradativa, garantindo a qualidade do fio a ser produzido. Registra-se que as características de fibras de algodão em pluma apresentam um alto grau de correlação com as características de qualidades dos fios, pois a formação destes está diretamente relacionada às características das fibras (SOUZA, 2009).

Uma das soluções para aperfeiçoar o processo de fiação para não haver misturas de algodão de qualidades diferentes é a implantação de sistema de tecnologia de informação. A tecnologia de informação contribui para os gerenciamentos dos processos produtivos e, especificamente para a logística interna e externa da organização (BANDEIRA; MAÇADA, 2008). Uma das atividades importantes do sistema de tecnologia de informação na logística é a rastreabilidade.

Para Leonelli (2005) a arquitetura de um sistema de rastreabilidade e identificação estão diretamente relacionadas com a estrutura de produção e armazenamento. Pois, é necessário maior nível de controle e monitoramento das informações durante as diferentes etapas da cadeia produtiva. A finalidade da rastreabilidade é identificar, clara e explicitamente, os produtos que se parecem, a ponto de serem confundidos entre si, permitindo o retorno de um produto com base precisa. O algodão em pluma pode perfeitamente ser enquadrado nesta situação, pois caso, não haja um meio de identificação dos fardos, não é possível diferenciar as características de um para o outro, e desta forma não é possível o gerenciamento da matéria-prima (SOUZA, 2009).

Desta forma, Leonelli (2005) menciona que a informação é o fator mais valioso em um programa de rastreabilidade, pois é agregada aos produtos, seja no lote, no indivíduo, ou em outra unidade física específica. A implantação de alterações no processo de gerenciamento de matéria-prima não é fácil, pois envolve grandes mudanças na estrutura. Segundo Santoro (2004), sempre que se tenta iniciar uma mudança, pode-se esperar resistência, isto porque as pessoas geralmente apresentam tendência de resistir àquilo que percebem como ameaça a maneira costumeira de fazer as coisas. Quanto mais intensa é a mudança, mais intensa tende a ser a resistência resultante. Todavia, com a competitividade atual a constante mudança torna-se um fator comum.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se quanto ao método indutivo que se baseia na generalização de propriedades comuns a certo número de casos, até agora observados e a todas as ocorrências de fatos similares que poderão se verificar no futuro. A natureza da pesquisa é aplicada porque gera meios de efetuar uma análise de rastreabilidade e identificação da matéria-prima (algodão), evidenciando a substituição do sistema de gerenciamento no setor de armazenagem em uma fiação. Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é exploratória com o intuito de proporcionar maior familiaridade e torná-los mais explícitos. A pesquisa exploratória tem como objetivo principal o aprimoramento de

ideias (MARCONI; LAKATOS, 2009). Todavia, implementar um sistema de identificação e rastreamento de matéria-prima, significa aprimorar uma ideia de otimização de um processo produtivo.

A abordagem da pesquisa é qualitativa nas observações e evidências a serem realizadas na implementação do novo sistema. Os procedimentos técnicos são realizados por meio de uma pesquisa ação esta é definida por Thiollent (2007) como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo. Está ocorrendo em uma fiação de algodão, sendo esta uma unidade de negócio de uma cooperativa agroindustrial localizada no noroeste do estado do Paraná. A mesma possui aproximadamente 400 funcionários e produz aproximadamente setecentas toneladas de fio mensais. Atualmente, a empresa tem aproximadamente dez principais fornecedores de matéria-prima estes são cooperativas comerciantes e produtores de algodão localizados no centro-oeste do Brasil.

Para Miguel et al. (2012) a estrutura de uma pesquisa ação consiste em seis passos (planejamento, coleta de dados, análise de dados e planejamento das ações, implementações das ações, monitoramento, avaliação de resultados e geração de relatório). Neste intuito segue os passos que foram realizados na pesquisa:

1. Passo: o planejamento da pesquisa ocorreu em seis meses partindo de uma necessidade apontada pelo gerente de produção da fiação;
2. Passo: a coleta de dados aconteceu em três meses, por meio de observação participante do pesquisador e análise de relatórios de produtividade e qualidade de fios da organização;
3. Passo: a análise de dados e planejamento das ações ocorreu na interpretação dos relatórios e das observações. Por meio de um planejamento em conjunto com a gerência da empresa observou-se a necessidade da compra de duas tecnologias, um aparelho que mede a qualidade das características das fibras de algodão e um sistema de tecnologia de informação que identifica e rastreia as características de cada fardo de algodão;

4. Passo: o monitoramento da aplicação destas tecnologias foi realizado por meio de reuniões com os colaboradores envolvidos direta e indiretamente com o setor de armazenagem, observações diretas e informações opinativas de colaboradores;
5. Passo: a avaliação dos resultados foi diagnosticada pelos relatórios contábeis e produtivos da empresa antes e depois da implementação do sistema e o tempo de execução deste processo;
6. Passo: geração de relatório final: elaborou-se um relatório final para a gerência e publicações de artigo sobre esta pesquisa.

Assim, a pesquisa foi realizada por meio participativo da alta gerência, gerências, supervisores e operadores com o intuito de resolver o problema de identificação e rastreabilidade para a mistura dos fardos de algodão em pluma no processo de fiação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O volume de algodão em pluma que era destinado à fiação pesquisada era suficiente para seu funcionamento durante todo o ano, sem a necessidade de alterações de matéria-prima, devido às fibras apresentar-se com características de fibras similares. No entanto, após duas décadas de atividades, ocorreu uma mudança de suma importância na organização, pois com a quase erradicação da cultura de algodão no estado do Paraná, a indústria pesquisada obrigou-se a adquirir matéria-prima em outras regiões ou outros países. O problema era identificar as características e fornecedores dos fardos de algodão no armazenamento. A cadeia produtiva da fiação apresenta dez principais fornecedores de primeiro e segundo grau. O produtor de algodão podendo vender diretamente para a empresa de fiação ou vender para uma cooperativa local e esta vender para a fiação e a própria empresa de fiação vender algodão de menor qualidade para outra cooperativa. As relações de fornecimento de algodão da empresa são ilustradas na Figura 2.

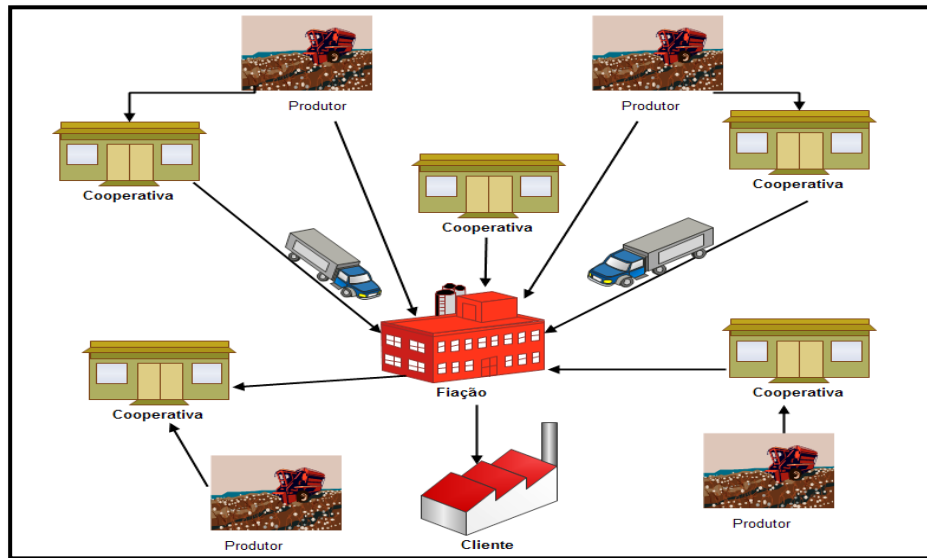


Figura 2 – Processo produtivo de fiação

Fonte: autores

Dois fatores acentuavam mais a problemática desta pesquisa, o equipamento disponível para análise da fibra de algodão avaliava somente três características o que tornava o processo de mistura de fibras com características diferentes comum na produção do fio. Outro fator que dificultava a rastreabilidade e aumentava o tempo de transporte era que o armazém de algodão em fardo não se localizava na mesma planta da empresa de fiação. Neste contexto, esta pesquisa apresenta controles no gerenciamento de fardos, descrevendo o sistema anterior de controle de Algodão e o sistema atual controle de fardos de algodão.

#### 4.1. SISTEMA CONTROLE DE ALGODÃO (SCAL)

O Sistema de Controle de Algodão foi desenvolvido com o objetivo de atender as necessidades relacionadas à produção própria de algodão em pluma, sendo posteriormente adaptado para o gerenciamento de fardos adquiridos de terceiros. O volume de variáveis das características de algodão em pluma proporcionava um grande número de pilhas, formando os lotes de fardos com características similares. As diferentes pilhas continham fardos de características diferenciadas, o qual seria utilizado para a composição futura da mistura a ser consumida na indústria. Para o armazenamento da matéria-prima com base na formação de pilhas utilizava-se um espaço de aproximadamente vinte cinco mil metros quadrados para o gerenciamento da matéria-prima.

Este espaço se localizava aproximadamente a quinze quilômetros da empresa de fiação aonde o fardo de algodão chegava do fornecedor. Deste fardo era retirada uma amostra e analisada quatro

características das oito apontadas por Rodgers et al. (2012). Assim, todos os fardos que estavam em estoque geravam um relatório com trinta páginas onde era analisado pelo supervisor de produção para realizar o processo de mistura e depois produzir um lote de fio. Com esta problemática o gerente de produção observou a necessidade da compra de um equipamento que avaliasse todas as características da fibra de algodão. Todavia, este novo equipamento também precisaria de um novo sistema de gerenciamento de estoque que convertesse os dados do equipamento em informação para o processo de mistura de fardos a ser colocado no sistema de gerenciamento geral da empresa.

Para a compra e implementação das novas tecnologias, primeiramente foi envolvida a alta gerência demonstrando a importância da compra de um novo aparelho para mensurar as características das fibras e um novo sistema que rastreasse e identificasse a fibra por meio das informações cedidas pelo fornecedor. Após, esta ação envolveu a gerência e a supervisão de produção, financeiro, compras e informática e uma empresa terceirizada para construir o programa de acordo com as características necessárias. Por fim, o processo de implementação envolveu os operários do armazenamento e qualidade da empresa.

## 4.2 SISTEMA PARA O CONTROLE DE FARDOS DE ALGODÃO (SCFA)

Para auxiliar no processo de aquisição de matéria-prima, a organização tinha um aparelho para classificação de fibras do algodão em pluma denominado de High Volume Instrument (HVI). Este equipamento possibilita a análise das seguintes características das fibras: comprimento, uniformidade, finura e resistência. Através de uma fórmula de regressão linear de algumas dessas características obtém-se o valor do SCI (índice de fiabilidade). O sistema foi desenvolvido e formatado conforme informações das características de fibras geradas pelo aparelho de classificação de algodão em pluma, utilizado para a classificação naquele período. Assim, na primeira reunião com os representantes da gerência e alta gerência ficou determinado a compra de um novo aparelho ilustrado na Figura 3.



Figura 3 – HVI Spectrun

Fonte: em [www.uster.com](http://www.uster.com)

A aquisição de um novo aparelho de classificação HVI Spectrun com um volume maior de características de fibras comprimento, finura (micronaire), resistência, maturidade, alongamento, índice de fibras curtas, umidade, impurezas e coloração causou a necessidade de adaptar o sistema para o gerenciamento de apenas quatro características. Devido à importância das informações e a não adaptação total do sistema aumentou a tendência de desenvolvimento de um novo sistema.

Com reestruturações operacionais naquela unidade de armazenamento surgiram falhas nas baixas de algodão em pluma do estoque, gerando grandes diferenças entre o saldo do sistema de gerenciamento físico e o saldo contábil. As falhas identificadas indicaram que os operadores do sistema não efetivavam as baixas corretas dos romaneios de transferência para a indústria, emitindo apenas a nota fiscal, e conseqüentemente a baixa apenas no estoque contábil, fator este que gerou grandes transtornos administrativos.

Outro fator foi a disponibilidade de relatórios incompletos quanto as informações obtidas com o novo aparelho de classificação, já que parte das informações do HVI não eram importados para o sistema devido incompatibilidade entre o aparelho e o SCAL. A necessidade de melhoria no gerenciamento de matéria-prima, com ênfase em rastreabilidade e identificações e as irregularidade e deficiências do SCAL proporcionaram o desenvolvimento de um novo sistema.

O SCFA foi configurado de forma a atender todas as necessidades em evidência na organização. Além disso, foi incluído o conceito de rastreabilidade e identificação de produtos desde a origem até o consumo, ou seja, desde o recebimento no armazém de matéria-prima até a sala de abertura na indústria. Simultâneo ao desenvolvimento do SCFA houve a mudança do espaço destinado ao armazenamento de matéria-prima, tendo como impulso propulsor a localização da unidade em relação à indústria. Pois, o mesmo estava localizado a quinze quilometro da unidade fabril e foi transferido para dois quilometro de distância da mesma. Devido a esta transferência houve redução do espaço de armazenamento, de vinte e cinco mil metros para oito mil metros quadrados, fato que abordou aspectos como a diminuir variáveis e racionalizar informações das características de fibras.

O novo sistema foi integrado ao sistema contábil, onde possibilitou a compatibilização de informações das entradas e informações de saídas de matéria-prima. A entrada ou saída de matéria-prima efetuado no novo sistema transfere automaticamente o algodão de uma unidade para outra no sistema

contábil. A inclusão de uma nota de entrada ou de um faturamento de saída só se concretiza caso tenha no SCFA um romaneio da movimentação.

A atividade de recepção de algodão em pluma possibilita a conferência de informações dos fardos relacionados no romaneio, verificando se estes estão fisicamente no caminhão. Na movimentação de entrada obrigatoriamente é digitado todas as informações de notas fiscais do fornecedor, tais como: procedência; fornecedor; produtor; volumes de fardos; tamanho dos fardos; números dos fardos; e, pesos originais contidos no romaneio da carga. Posteriormente, efetua-se a pesagem de cada fardo e identifica-o com etiqueta de código de barras. Após a pesagem dos fardos são retiradas amostras de cada fardo para a classificação visual, efetuado por um classificador, determinando a quantidade de impureza impregnada na pluma e aparência quanto à cor e aspecto de brilho. Uma amostra é enviada para a realização da classificação de características de fibras, efetuada no aparelho HVI.

As informações coletadas em ambas as classificações, visual e de características, são adicionadas ao sistema. Por meio de etiqueta de código de barras que acompanham as amostras, é realizada a identificação do armazenamento dessas informações via leitor, eliminando falhas operacionais. As informações integram a base de dados no sistema, formando a identificação de todos os fardos, promovendo a possibilidade de rastreá-los em todo o processo. Posterior à classificação, os fardos são separados por afinidade de acordo com características similares previamente definidas, levando-se em consideração a safra, a procedência, o padrão (tipo e cor), o tamanho dos fardos e o estado de conservação, promovendo o empilhamento na pilha indicada pelo sistema.

Quando da seleção para consumo, retira-se o fardo da pilha montando a carga a ser transferida para a indústria, realizando novamente a pesagem de cada fardo, obtendo-se assim, a quantificação de sobras ou faltas, baseando-se na entrada e saída de determinado fardo do estoque. O ajuste desta sobra ou falta é automaticamente informado ao sistema contábil que se ajusta ao novo saldo. A movimentação de saída para consumo foi integrada ao sistema de produção da indústria, pois ao concluir o faturamento da nota fiscal, ocorre a transferência contábil e fiscal do volume de uma unidade para a outra excluindo a possibilidade de falhas humanas.

Todavia, encontrou-se uma determinada barreira para a implementação deste sistema em relação aos operadores do armazém. Estes alegavam que do jeito que estava sendo feito antes estava bom. Depois de muita conscientização a supervisão da empresa conseguiu que os operadores do armazém aderissem à implementação do SCFA e esta ocorreu durante um período de seis meses.



## 4.3 BENEFÍCIOS

Após a implantação do SCFA, diversas vantagens foram constatadas, entre elas destacam-se:

- a) Confiabilidade proporcionada, a organização do estoque de pluma, as metodologias de operacionalização;
- b) Administração de irregularidades (fardos molhados, sujos, estourados, etc.);
- c) Agilidade de embarque para indústria e principalmente a conciliação de saldo contábil e físico, promovendo a eliminação de diferenças entre ambos.

O desenvolvimento deste sistema rompeu com outras barreiras organizacionais, promovendo várias mudanças benéficas para o setor de gerenciamento de matéria-prima e possibilitando uma melhor integração entre os departamentos de matéria-prima, comercialização, padronização e indústria, possibilitando assim, melhores aquisições e administração em nível de gestão industrial.

A montagem de mistura utilizando fibras de características similares e apropriados são critérios básicos para que se obtenha uma boa produtividade e qualidade no processo de transformação da pluma em fio. Este é um aspecto observado na organização, pois há décadas se realizava determinado procedimento, e com a implantação da rastreabilidade haverá mudanças consideráveis nos processos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SCAL era utilizado anteriormente sem a necessidade de mudanças, pois a abundância de matéria-prima, de espaço físico para armazenamento e a situação econômica do país possibilitavam o armazenamento de elevados saldos de matéria-prima com características similares. A implantação do novo sistema de gerenciamento de matéria-prima proporcionou aos fardos o registro de informações de sua origem e os resultados das classificações, visual e de características intrínsecas, possibilitando a rastreabilidade e identificação de todas as propriedades do estoque armazenado.

A partir da implantação do sistema tornou-se possível mensurar também as informações de fardos já consumidos, incluindo datas de pesagem e transferências para a unidade produtiva. Ao implantar o novo sistema surgiram evidências claras de vantagens obtidas com a reestruturação do gerenciamento de matéria-prima, desde aquisição, análise, armazenagem e consumo. A situação da organização que assume o papel de consumidor ou comprador de algodão em pluma de outras regiões, passou a trabalhar com estoques mínimos de segurança, fator possível devido à confiabilidade do sistema.

A rastreabilidade e identificação apresentam-se de forma consistente e bem estruturada cumprindo um dos princípios básicos da qualidade, pois a inspeção e validação de pré-requisitos na recepção de matéria-prima ou insumos é um item fundamental para a busca de produtividade e qualidade dos produtos.

O SCFA possibilitou uma melhoria nos conceitos da organização, obtendo-se admiração frente aos fornecedores e a outras empresas similares. O sistema implantado foi considerado um modelo de confiabilidade, rastreabilidade e identificação, inclusive para usinas beneficiadoras de algodão em pluma de outras regiões.

## REFERÊNCIAS

ANTONELLI, G. C. Aplicação de Redes Neurais Artificiais na Indústria de Fios de Algodão. 2007. 118 f. Tese (Doutorado) - Programa de Doutorado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

BANDEIRA, R. A. & MAÇADA, A. C. Tecnologia da informação na cadeia de suprimentos: o caso da indústria de gases. Revista Produção. Vol. 18, n.2, p. 287-301, 2008.

CASSARRO, A.C. Sistemas de Informações para Tomada de Decisões. 3° Edição. São Paulo: Editora Thomson, 2001.

COSTA, A. C. R. & ROCHA, E. R. P. Panorama da cadeia produtiva têxtil e confecções e a questão da inovação. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.29, p. 159-202, 2009.

EMI. Relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2011. São Paulo, v. 11, 2011. 160p.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2001.

LEONELLI, F. C. V. Gestão da Rastreabilidade na Produção Agroindustrial: Tendências e Desafios. Anais XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2005.

LOPES, L. A. & ROMANO, L. P. Novidades no processo de formação de fios. Revista Textila, Vol. 83, n. 2, p. 22-29, 2012.

MIGUEL, P. A. C. (orgs). Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2 ed. Rio de Janeiro. Elsevier: ABEPRO, 2012, 260f.

MIZOGUCHI, E. T.; SOUZA, F. A. & ANTONELLI, G. C. Estudos das características da Fibra de Algodão e das Qualidades do Fio Durante o Processo de Mistura Programada de Matéria-prima. Anais do XXI Congresso Nacional de Técnicos Têxteis. Natal, 2004.

PEREIRA, G.M.; BIASON, I.M.; SELLITTO, M. A. & BORCHARDT, M. Comparando flexibilidade no produto, custos e velocidade na indústria de moda chinesa e brasileira. Revista Produção, v. 21, n. 1,p.27-38, 2010.

RODGERS, J.; DELHOM, C.; FORTIER, C. & THIBODEAUX, D. Rapid measurement of cotton fiber maturity and fineness by image analysis microscopy using the Cottonscope®. *Textile Research Journal*, Vol. 82, n.3, p. 259-271, 2012.

SANTORO, M. J. G. A Influência da Cultura Organizacional na Implantação de Sistemas Informatizados nas Empresas Privadas. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SEN, A. The US fashion industry: a supply chain review. *International Journal Production Economics*. v. 11, n.4, p. 571-593, 2008.

SOUZA, F. A. Gestão de estoque em indústrias de fios têxteis. 2009. 96 f. Dissertação (mestrado). Programa de pós graduação em engenharia de produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Ponta Grossa, 2009.

USTER THINK QUALITY. Instruments. Disponível em: [http:// http://www.uster.com/](http://www.uster.com/). Acesso em: 13 abril. 2012.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 15ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

# Capítulo 25

## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO SERVIÇO DA SAÚDE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO CLÍNICO DA AFURN - ASSOCIAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

[10.37423/200200267](#)

*Ilane Mayara Palhares de Oliveira (UFRN)*

*mayara.palhares@yahoo.com*

*SUANNY DANTAS BRANDAO SOARES (UFRN)*

*suanny1234@hotmail.com*

*Ciliana Regina Colombo (ufrn)*

*cilianacolombo@gmail.com*

*Cristina de Souza Bispo (ufrn)*

*cristinasouzabispo@yahoo.com.br*

*Ana Clara Cachina Saraiva (ufrn)*

*anaclaracachina@hotmail.com*

**RESUMO:** Um dos grandes desafios da sociedade atual seja ela poder público, sociedade ou empresas de pequeno, médio ou grande porte é a gestão adequada dos resíduos produzidos diariamente. A falta de compromisso por parte desses atores acaba por proovocar danos ao meio ambiente, como a contaminação de mananciais, e à saúde pública, devido à proliferação de patógenos que elevam a incidência de doenças. Dentre os mais variados tipos de resíduos existentes, um dos que se destacam e merecem atenção integral dos tomadores de decisões do nosso país é o Resíduo de Serviço de Saúde - RSS, principalmente devido aos potenciais riscos à saúde humana caso não seja gerenciado de maneira adequada conforme exigido pela legislação vigente. Diante desse contexto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

resolveram tornar uniforme o gerenciamento desse tipo de resíduo, estabelecendo então uma série de resoluções voltadas à segregação, acondicionamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde gerados no Brasil. O presente estudo de caso tem como objetivos realizar uma análise da situação atual do gerenciamento dos Resíduos do Serviço de Saúde do Centro Clínico da AFURN, que funciona na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em Natal/RN, assim como contribuir para a elaboração de um futuro Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde - PGRSS. A metodologia do estudo é do tipo quali-quantitativa, com realização de visitas in loco para a coleta de dados e observação do processo de gerenciamento dos resíduos gerado no referido centro clínico. As fundamentações teóricas foram feitas com o auxílio de artigos, livros, guias e legislação acerca do assunto de interesse. Com base na metodologia utilizada foi possível constatar que os resíduos gerados no Centro Clínico da AFURN são separação de destinados de forma parcialmente correta, no entanto, existem algumas inadequações; e que a implantação de um PGRSS é necessária, no entanto, deve-se aliar educação e treinamento dos profissionais de saúde, além do esclarecimento dos geradores, resultando em preservação do meio ambiente e garantindo, assim, a qualidade de vida.

**Palavras-chaves:** Gerenciamento, Resíduos, Saúde.

## 1. INTRODUÇÃO

Embora a geração de resíduos oriundos das atividades humanas faça parte da própria história do homem, é a partir da segunda metade do século XX, com os novos padrões de consumo da sociedade industrial, que essa geração cresce em ritmo superior à capacidade de absorção pela natureza. Aliado a isso, apesar do avanço tecnológico das últimas décadas ter possibilitado conquistas surpreendentes no campo das ciências, também contribuiu para o aumento da diversidade de produtos formados por componentes de difícil degradação e maior toxicidade (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Em virtude desse contexto, a gestão dos resíduos constituiu-se um desafio à sustentabilidade e houve a necessidade de criar especificações que lidassem com cada tipo, destacando-se, devido às suas peculiaridades, os Resíduos de Serviço de Saúde – RSS. Com relação esse tipo de resíduo, é importante salientar que do total de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente apenas uma fração inferior de cerca de 3% (BRASIL, 2006) é composta por RSS. Portanto, a implantação de processos de segregação dos diferentes tipos de resíduos em sua fonte e no momento de sua geração conduz certamente à minimização de resíduos, em especial àqueles que requerem um tratamento prévio à disposição final.

Diante dessa necessidade, o presente trabalho visa descrever o gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS realizada em um Centro Clínico da AFURN – Associação dos Funcionários da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizado em Natal/RN, isto é, as ações relativas ao manejo dos resíduos gerados, observadas suas características, levando em conta os aspectos referentes à Geração, Segregação, Acondicionamento, Coleta, Armazenamento, Transporte, Tratamento, Destinação Final e, principalmente, proteção à saúde pública do município.

Através disso, o trabalho se justifica pelo fato de que até o presente momento, muitas empresas do ramo hospitalar não tem ideia de onde dispor seus resíduos gerados, mesmo já havendo legislação que define onde e como destinar tais rejeitos. Assim, avaliou-se a situação atual do gerenciamento de resíduos no Centro Clínico supracitado para então propor a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde para o local.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: PANORAMA NACIONAL, LEGISLAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Os resíduos de serviços de saúde são parte importante do total de resíduos sólidos produzidos nos centros urbanos brasileiros, não necessariamente pela quantidade gerada, cerca de 1% a 3% do total

(BRASIL; SANTOS, 2004), mas pelo potencial de risco que representam à saúde e ao meio ambiente, os quais serão descritos posteriormente nesse artigo. Assim, o gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde torna-se imprescindível, ou seja, como forma de, de acordo com a RDC N°306/2004 ANVISA, “minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente”.

Conforme a Resolução CONAMA N° 358/05, os RSS são definidos como aqueles originados de,

Serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares. (BRASIL, 2005, p.01)

A legislação federal atribui aos geradores a responsabilidade pelo tratamento e destinação final dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS, no entanto, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2010) afirma que “a coleta realizada pela maior parte dos municípios brasileiros é parcial”, contribuindo de maneira significativa para a não obtenção da situação real acerca da quantidade de resíduos gerados, assim como da destinação final dos RSS no Brasil, questão esta que deve ser tratada com a máxima seriedade pelos tomadores de decisão do país, pois esse tipo de resíduo configura-se como um aspecto da saúde pública, haja vista apresentar um grande potencial de contaminação ao meio ambiente, referente ao potencial de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas (pelo lançamento de RSS em lixões ou aterros controlados) e aos seres humanos, estes vinculados aos acidentes que ocorrem devido às falhas no acondicionamento e segregação dos materiais perfuro- cortantes sem utilização de proteção mecânica, além da ingestão de alimentos contaminados, ou aspiração de material particulado contaminado em suspensão (BRASIL, 2006).

No tocante à coleta dos RSS produzidos no país, ao se realizar um comparativo entre os anos de 2009 e 2010, com base nos dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da ABRELPE (2010), a quantidade de RSS coletada no país teve um ínfimo aumento (3%) passando de 221.270 t/ano para 228.067 t/ano, destacando-se no ano de 2010 as regiões sudeste (157.113 t/ano) e nordeste (33.455 t/ano), responsáveis pela coleta de 190.568 t/ano, ou seja, mais de 80% desse tipo de resíduo.

Quanto ao tratamento e à destinação final dos Resíduos de Serviços de Saúde, os municípios brasileiros que promovem a coleta desse material realizam o seu tratamento e a sua disposição de diversas formas (Figura 1), são elas: incineração; aterro; autoclave; vala séptica; microondas; e, apesar da existência de legislação federal que estabelece os tipos adequados de tratamento/destinação de acordo com as classes de resíduos da saúde, esses ainda são despejados em lixões à céu aberto, sendo esta a maneira totalmente inadequada para disposição desse e de qualquer outro tipo de resíduo, devido aos riscos à população e ao ambiente já citados em tópicos anteriores desse artigo.

Além disso, o Brasil possui capacidade instalada de tratamento de apenas 92% (210.459 t/ano) embora sejam coletados 228.067 t/ano. No Nordeste essa capacidade de tratamento comporta apenas 65,8% do total de resíduos coletados, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte que possui competência para tratar 2.839 t/ano, ficando atrás dos estados de Pernambuco e Piauí, que são capazes de tratar 5304 t/ano e 2.964 t/ano, respectivamente (ABRELPE, 2010).

Atualmente no Brasil existe legislação específica relacionada aos Resíduos de Serviço de Saúde, composta pelas Normas Regulamentadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, representadas pelas NBR 12.807/93, 12.808/93, 12.809/93 e 12.810/93, que versam acerca de aspectos que vão desde a terminologia própria utilizada na área da saúde até aos procedimentos de coleta desse tipo tão peculiar de resíduo. Além dessas, outras normas são a resolução N° 358/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, referente ao tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde; e a resolução N° 306/04 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a qual trata do regulamento técnico para o gerenciamento dos RSS.

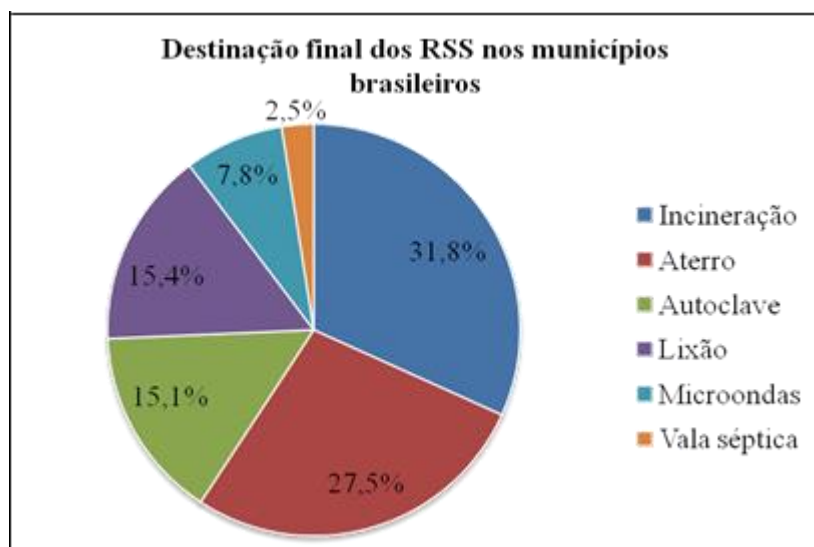




Figura 1 – Formas de destinação final dos Resíduos de Serviços de Saúde nos municípios brasileiros.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2010)

A classificação dos RSS vem sofrendo um processo de evolução contínuo, na medida em que são introduzidos novos tipos de resíduos nas unidades de saúde e como resultado do conhecimento do comportamento destes perante o meio ambiente e a saúde, como forma de estabelecer uma gestão segura com base nos princípios da avaliação e gerenciamento dos riscos envolvidos na sua manipulação. Entretanto, atualmente no Brasil, para fins de classificação dos RSS adotam-se as supracitadas resoluções do CONAMA e da ANVISA, sendo os resíduos em questão classificados em cinco grupos distintos, são eles:

**GRUPO A:** Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência (patogênese) ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, entre outras.

**GRUPO B:** Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos, reagentes de laboratório e resíduos contendo metais pesados, como chumbo e mercúrio.

**GRUPO C:** Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Exemplos: serviço de medicina nuclear e radioterapia.

**GRUPO D:** Resíduos que não apresentam lixo biológico, químico ou radiológico à nossa saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

**GRUPO E:** Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

## 2.2 Aspectos técnico-operacionais de manejo, tratamento e disposição

Outro aspecto fundamental do gerenciamento de resíduos e que será abordado nesse estudo de caso é a destinação final, sendo necessárias as seguintes etapas anteriores: acondicionamento e tratamento, em conformidade com a classificação descrita na seção anterior. De acordo com a RDC N°306/2004 ANVISA e com o Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, as etapas da gestão de resíduos são:

- Acondicionamento: ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamento e resistam às ações de punctura e ruptura, observando a capacidade dos recipientes e preenchendo-os até 2/3 de seu volume;
- Existem dois tipos de armazenamento:
- Armazenamento temporário: guarda temporária dos recipientes (sacos ou caixas com identificação adequada) contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração. Esse armazenamento pode ser dispensado caso o local gerador seja próximo do armazenamento externo. O armazenamento não poderá ser realizado com a disposição direta dos sacos sobre o piso, sendo obrigatória a conservação dos sacos em recipientes de acondicionamento. Não é permitida a retirada de sacos de resíduos de dentro dos recipientes coletores ali estacionado;
- Armazenamento externo: acondicionar os resíduos em recipientes coletores adequados (tambores ou bobonas), em ambiente exclusivo com acesso facilitado para os veículos coletores. Deve haver um ambiente exclusivo construído em alvenaria, piso e paredes revestidos com material liso, lavável, impermeável, resistente ao tráfego e impacto, fechado, com abertura apenas para ventilação e com telas de proteção contra roedores e vetores e separado para os diferentes grupos. Porta com, largura adequada à passagem dos carros coletores. Símbolo de identificação de fácil visualização e área de higienização dos recipientes coletores.
- Disposição ou destinação final: locais de disposição definitiva, normalmente, preparados para acomodá-los. Existem 4 locais para a disposição dos RSS:
  - Aterros sanitários: disposição de resíduos sólidos no solo de forma segura e controlada, garantindo a preservação ambiental e a saúde pública;

- o Lixões ou Vazadores: simples descarga de resíduos sobre o solo, sem quaisquer medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde (método inadequado de disposição);
- o Aterros controlados: resíduos são descarregados no solo, com recobrimento de camada de material inerte, diariamente, sendo carente de sistemas de drenagem, tratamento de líquidos, gases e impermeabilização (menos poluentes que os anteriores);
- o Valas sépticas: preenchimento das valas escavadas impermeabilizadas, com largura e profundidade proporcionais à quantidade de lixo aterrada.

Todas essas características estão presentes no Manual de Gerenciamento de RSS e são utilizadas em todo o território nacional, uma vez que, a cada dia observa-se aumento considerável desse tipo de resíduo no país.

### 3. METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos traçados no presente estudo utilizou-se os procedimentos metodológicos apresentados sucintamente a seguir: um levantamento bibliográfico/documental para a obtenção do referencial teórico junto à literatura realacionada ao tema; análise da legislação nacional referente à temática dos resíduos de saúde; visitas in loco, entrevistas, tabulação e análise dos dados obtidos; e por fim as conclusões.

O presente artigo caracteriza-se, segundo o procedimento técnico, como um estudo de caso que apresenta uma abordagem qualitativa (MIGUEL, 2010). Quanto aos fins, a pesquisa em questão é do tipo descritiva/exploratória (VERGARA, 2006; GIL, 1991), e observacional já que não haverá interferência na coleta de informações por parte dos pesquisadores. No que diz respeito aos meios de investigação (VERGARA, 2006) utilizados para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram eles: levantamentos bibliográficos, pois em toda a fundamentação teórica foram analisados livros, revistas especializadas, bases de dados, entre outras, buscando sistematizar os conceitos e teorias relacionados com o tema; além de visitas periódicas in loco.

A área de estudo escolhida foi o Centro Clínico da AFURN – Associação dos Funcionários da Universidade Federal do Rio Grande do Norte com o objetivo de descrever como funciona o gerenciamento (identificação, quantificação, coleta e disposição final) dos resíduos de serviço de saúde produzidos no local e propor a implantação de um PGRSS e para tal foram realizadas inúmeras visitas,

durante um período de 3 (três) meses do ano de 2011, haja vista as observações serem importantes para a comprovação dos dados coletados, sendo possível o registro com fotos; para a coleta de dados foram utilizadas técnicas de entrevistas e questionários (MARCONI E LAKATOS, 2010) com auxílio de gravadores; além de relatos dos geradores (funcionários, colaboradores e pacientes).

Em seguida, os supracitados dados foram analisados mediante a construção de quadros e gráficos; sendo feitas posteriormente inferências e proposições de melhorias em relação aos resultados apresentados.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL: IDENTIFICAÇÃO, SEGREGAÇÃO E ACONDICIONAMENTO

Após a realização de diversas visitas no Centro Clínico AFURN para observação in loco e aplicação de questionários e entrevistas, foi possível entender o gerenciamento de resíduos do local. Com base na resolução CONAMA N° 358/05, identificou-se os grupos de RSS gerados, os quais pertencem aos Grupos A, B, C e D, excetuando-se o Grupo E (materiais perfurocortantes ou escarificantes). Quanto ao armazenamento temporário/externo, o centro clínico foi separado por grupos de classificação, analisando-se também o tipo de revestimento das paredes e pisos onde os resíduos ficam acondicionados, verificando-se que a maior parte dos resíduos fica armazenada em locais com pisos de cerâmica, e os outros em locais com piso de concreto e portas com identificação, além da existência de ponto de água, ventilação e iluminação adequadas.

No que diz respeito à coleta interna da associação, esta é feita diariamente por um funcionário totalmente equipado com luvas, botas e máscaras. Os resíduos são armazenados em sacos plásticos de 10 e 20 litros, e em caixas de papelão. Após esta coleta, os resíduos são armazenados em tambores e bombonas, as quais posteriormente são levadas para a área externa da associação. Em relação ao tratamento interno, classificaram-se os resíduos por grupos, considerando-se sua descrição, quantidade e gerenciamento (Figura 2), verificando-se que para quaisquer grupos não existe tratamento interno que fica a cargo da prefeitura ou de empresa privada.

TRATAMENTO INTERNO			
Grupos	Resíduos		Gerenciamento/ Tratamento
	Descrição	Quantidade	
A	Seringas, agulhas, fios de sutura ortodontico, sangue, escova de Robson.	Seringas, agulhas, fios de sutura ortodontico - 120 unidades. Escova de Robson - 30 a 40 unidades.	Material fica armazenado em locais separados dos demais resíduos com simbologia.
B	Algodão infectado, Gaze, Luvas, Toalha de cama, Espátula, Massa de modelar, Tinta guache, Giz de cera, Detergente enzimático, Frascos de colírio, Revelador e fixador para raio-X, Lampadas e Pilhas.	Massa de modelar, Tinta guache, Giz de cera - 1 caixa. Gaze, Algodão, Luva, fixador de raio-X - 120 unidades. Frascos de colírio - 2 unidades. Toalhas de cama - 60 unidades.	Material após utilizado é reservado em lixos de saco branco de 10 L, quando necessário os sacos são repostos e o material fica reservado aguardando a coleta.
C	Mercurio	500G a cada dois meses	Armazenamento até o decaimento
D	Papel, Gorro, Papel toalha, Lenço descartável, Copo descartável, Máscara, Guardanapo, Elástico, Gesso, Sabonete Líquido.	Copos - 500 unidades. Gorro, máscara - 5 unidades. Lenços - 30 unidades. Sabonete Líquido - 1,5 Litros. Elástico, Gesso 120 unidades. Papel - 0,025m <sup>3</sup>	Material após utilizado é reservado em lixos de saco branco de 10 L, quando necessário os sacos são repostos e o material fica reservado aguardando a coleta.

Figura 2 – Tratamento interno dos RSS, conforme a classificação por grupos. Fonte: Elaboração própria

Quanto à destinação final dos RSS, observou-se no Centro Clínico AFURN, conforme a classificação por grupos os tipos de resíduos, recipientes utilizados, frequência de coleta de lixo, e os responsáveis pela coleta (Figura 3). Em Natal, assim como em outros Municípios, como Recife, optou-se pela incineração, método de eliminação estabelecido na Lei Orgânica de Limpeza Pública e Código do Meio Ambiente do Município.

A partir dos dados coletados pode-se afirmar que as formas de armazenamento dos RSS do centro clínico realizam-se a contento, atendendo as especificações de segurança e saúde e, portanto, não promove impacto negativo ao meio ambiente. No tocante à coleta, observou-se que esta é realizada repetidas vezes ao dia, para que não se acumulem na fonte geradora e que o transporte dos resíduos não representa risco aos funcionários que os manipulam (fazendo o uso adequado de equipamentos de segurança como botas e luvas, e sacos plásticos diferenciados por cores de acordo com o resíduo, em conformidade com a legislação vigente), estando dentro das normas de segurança exigidas, as quais impedem o contato direto com os resíduos.

Além disso, verificou-se a possibilidade de ser realizada a geração de materiais potencialmente recicláveis, sendo possível a sua segregação por meio do sistema de coleta seletiva, sendo essa uma atividade interna da empresa, já que a mesma não realiza tratamento interno de resíduos, podendo assim auxiliar nesse processo.

DESTINAÇÃO FINAL							
Grupos	Lixo	Tipo de Resíduos	Recipientes	EPI's	Frequência	Empresa	Roteiro da coleta
D	Lixo Comum	Papel toalha, Copos plásticos, etc.	Tambores de 20L	Luvas e botas	3 vezes por semana	Prefeitura	A empresa recolhe os tambores em caminhões e os leva para o aterro sanitário para deposição.
A, B, C	Lixo Hospitalar	Agulhas, seringas, algodão, gaze, Amalgama, etc.	Bombonas de 20L	Luvas, botas e Máscaras	1 vez por semana	Privada	A empresa recolhe as bobonas e as encaminha para sua filial mais próxima (Natal) para a incineração ou autoclave.

Figura 3 – Destinação final dos RSS, conforme a classificação por grupos. Fonte: Elaboração própria

Uma avaliação preliminar dos riscos foi realizada no centro clínico, permitindo identificar os tipos de riscos de cada setor do local e quais desses setores necessitam de atividades especiais na separação dos seus resíduos, tanto no quesito segurança dos funcionários, quanto das pessoas que entram em contato com os resíduos fora da AFURN; o que facilitou e a elaboração de estratégias de controle desses riscos. Os riscos foram divididos em três classes (Figura 4): biológicos, químicos, e acidentes; sendo descritos os seguintes aspectos: tipos de riscos e atividades que o geram (O QUÊ?), indivíduos expostos a esses riscos (QUEM?), forma de exposição aos riscos (COMO?), e descrição da forma de controle de riscos (AÇÃO?).

Mapeamento de riscos				
Onde?	O quê?	Quem?	Como?	Ação?
Banheiros	Riscos químico e de acidentes: pastilhas sanitárias e produtos químicos utilizados sem controle adequado	Funcionários da limpeza e pacientes	Pacientes sofrerem quedas	Maior controle sobre a quantidade de produtos químicos utilizados e secagem correta do local após limpeza
Sala de esterilização	Riscos biológicos, químicos e de acidentes: sangue e materiais perfurocortantes - contaminação	Funcionários da limpeza	Lesão por furo - causado por resíduo perfurocortante	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo

<b>Sala de esterilização</b>	Riscos biológicos, químicos e de acidentes: sangue e materiais perfurocortantes - contaminação	Funcionários da limpeza	Lesão por furo - causado por resíduo perfurocortante	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo
<b>Laboratório/ Clínica Geral/ Nutrição/ Fonoaudiologia</b>	Riscos biológicos, químicos e de acidentes: sangue e materiais perfurocortantes - contaminação	Colaboradores, funcionários da limpeza e pacientes	Lesão por furo - causado por resíduo perfurocortante	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo
<b>Oftalmologia</b>	Risco químico: reação química entre líquidos e outros elementos	Colaboradores, funcionários da limpeza e pacientes	Sem registro	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo
<b>Ginecologia</b>	Riscos biológicos, químicos e de acidentes: Sangue e materiais perfurocortantes - contaminação	Colaboradores, funcionários da limpeza e pacientes	Sem registro	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo
<b>Psicologia</b>	Risco químico: reação química entre líquidos e outros elementos	Colaboradores, funcionários da limpeza e pacientes	Sem registro	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo
<b>Odontologia</b>	Riscos biológicos, químicos e de acidentes: sangue e materiais perfurocortantes - contaminação	Colaboradores, funcionários da limpeza e pacientes	Lesão por furo - causado por resíduo perfurocortante	Segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo

Figura 4 – Mapeamento de riscos dos ambientes do centro clínico. Fonte: Elaboração própria

A partir da análise realizada foi possível perceber que em quase todos os casos que contem riscos biológicos, químicos e de acidentes são sugeridas ações de segregação correta e acondicionamento em recipientes específicos para cada tipo de resíduo, pois assim não há colocam a segurança ou saúde dos funcionários em ameaça.



## 5. PROPOSIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PGRSS - PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE

### 5.1 PLANO DE AÇÃO

Uma vez descrito e analisado o panorama da situação atual do local em estudo, através do preenchimento de formulários com informações acerca da segregação, acondicionamento e destinação final de todos os resíduos de serviços de saúde gerados, foi possível montar um plano de ação para corrigir inadequações encontradas, bem como possibilitar a implantação de possíveis melhorias.

Nesta etapa foram elaboradas recomendações (Figura 5) com vistas a auxiliar na elaboração de um futuro Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde, ou seja, ações/atividades a serem realizadas (O QUÊ?), os riscos a serem eliminados com a execução das ações (POR QUÊ?), o local onde serão aplicadas as ações (ONDE?), os responsáveis pelas garantias de execução (QUEM?), a forma de procedimento da ação (COMO?) e o custo envolvido para a realização das ações (QUANTO?).

Ações recomendadas				
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Como?
Reutilização de papéis	Redução do volume do resíduo	AFURN	Funcionários e colaboradores	Usar papéis como bloco de notas
Compostagem para os resíduos orgânicos	Contaminação por fezes humanas e a junção de pequenos insetos	Parte traseira da AFURN	Funcionários da limpeza	Cama de areia na parte inferior, utilização de tábuas e sarrafos com um dos lados aberto para adicionar tábuas a medida que a pilha crescer. (uma caixa de 1,0 x 1,0 x 1,0 metros sem fundo, direto no solo)
Coleta seletiva	Redução do volume do resíduo	Recepção/RH	Funcionários da limpeza	Compra de cestos de seleção - papel e plástico (conforme resolução CONAMA N° 271/01)
Redução de copos plásticos	Redução do volume do resíduo	AFURN	Funcionários da clínica	Para funcionário um copo
Tratamento e separação da amálgama	Eliminação de risco radioativo	Setor odontológico	Funcionários especializado - terceirizado	Separar os metais presentes na liga (mercúrio e prata)
Reutilização de copos plásticos	Redução do volume do resíduo	Recepção	Recepcionista	Sensibilização do funcionários

Neutralização do fixador utilizado na radiografia	Risco Químico	Setor odontológico	Funcionários da esterilização	Dissolução - para 1 litro de revelador: 10 l de água e 100 ml de vinagre
Conscientização dos funcionários e colaboradores	Redução do volume do resíduo, melhor manuseio, segregação e acondicionamento	AFURN	Responsável pelo RH	Palestra, cartilhas, avisos pela clínica e identificação nos locais de acondicionamento - Ciclo PDCA.
Desinfecção dos tambores e lixeiras de pedal	Eliminação de riscos biológicos e químicos	AFURN	Funcionários da limpeza	Solução de Hipoclorito de sódio a 2%

Figura 5 – Plano de ação. Fonte: Elaboração própria

## 5.2 AÇÕES DE SUPORTE AOS 3 RS (REUTILIZAR, RECICLAR, REDUZIR)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, propõe que o governo assuma um compromisso de tomar consciência sobre o papel ambiental, político, econômico e social que cada cidadão desempenha na comunidade em que vive, exigindo a integração e conscientização de todos com relação aos resíduos gerados procurando usar formas sustentáveis de produção e consumo, adotando o conceito dos 3 Rs (reduzir, reciclar e reutilizar).

Na maioria dos casos esse conceito pode ser usado sem acarretar nenhum custo para a empresa e/ou residências. Assim, foram elaboradas as seguintes ações de suporte, levando em consideração os resíduos que podem fazer parte:

- Reduzir: Informatizar os processos de documentação relacionados aos pacientes, nos setores de recursos humanos e recepção, para reduzir a o número de impressões e, por conseguinte, a quantidade de papéis utilizados;
- Reutilizar: Utilizar os papéis como forma de rascunho ou bloco de notas, principalmente nos setores de recursos humanos e recepção;
- Reciclar: Separar adequadamente cada tipo de resíduo, principalmente os classificados como do grupo D (Resolução CONAMA N° 358/05 e ANVISA N° 306/04), em todos os consultórios, nos recursos humanos e recepção.

## 5.3 ACOMPANHAMENTO: INDICADORES, METAS E AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS

Após a realização de todas as análises anteriormente descritas, foi possível desenvolver um instrumento de avaliação e controle, através da elaboração de indicadores e formulação de metas e ações, autoexplicativos, de forma que permitam acompanhar todos os processos geradores de RSS (Figura 6) e, conseqüentemente, eficácia do PGRSS.

<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Ação/Atividade</b>
<b>Taxa de acidentes com resíduos perfurocortantes</b>	Não ocorram acidentes	Manuseio e acondicionamento adequado
<b>Variação da proporção de resíduos do Grupo A</b>	-	-
<b>Variação da proporção de resíduos do Grupo B</b>	Eliminar a perda de remédios ou reagentes químicos por prazo de validade	Controle através do gerenciamento adequado dos estoques de medicamentos – PEPS – Primeiro que Entra, Primeiro que Sai.
<b>Variação da proporção de resíduos do Grupo C</b>	Uso de resina em pelo menos 50 % dos casos possíveis	-
<b>Variação da proporção de resíduos do Grupo D</b>	Reduzir em 50 % o uso dos materiais passíveis de reciclagem no escritório	Segregação adequada através de avisos aos pacientes e a conscientização dos funcionários e colaboradores
<b>Variação da proporção de resíduos do Grupo E</b>	-	Manuseio e acondicionamento adequado
<b>Variação do percentual de Reciclagem</b>	Reciclar pelo menos dois resíduos (Copos, Papel do escritório).	Segregação adequada através de avisos aos pacientes e a conscientização dos funcionários e colaboradores

Figura 6 – Indicadores e metas. Fonte: Elaboração própria

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por volta da década de 90 deu-se início a elaboração de legislação voltada para a gestão dos resíduos de serviços de saúde, sendo a partir de então possível observar no Brasil a crescente preocupação por parte do poder público em relação à destinação correta dos resíduos originários das unidades de saúde dos mais variados tipos; preocupação essa, bastante contundente devido aos potenciais riscos (biológicos, químicos e radioativos) de contaminações do ambiente e dos seres humanos, acarretados pela disposição inadequada (em lixões ou vazadouros) dos mesmos.

Diante desse contexto, a realização do presente estudo de caso configurou-se bastante importante, como forma de verificar de maneira pontual (no Centro clínico da AFURN – Associação dos Funcionários da Universidade Federal do Rio Grande do Norte) como funciona o gerenciamento dos RSS no município de Natal/RN. No referido estudo foi possível, com base na legislação vigente, identificar os tipos de RSS gerados no local; analisar e avaliar os potenciais riscos;

verificar a adequação da destinação final; assim como propor melhorias para o gerenciamento dos RSS tentando conciliar as ações fornecidas com o sistema 3R's (reciclar, reutilizar e reduzir), com vistas à futura implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS. A análise do Centro clínico da AFURN permitiu, ainda, verificar que a administração do local segue as legislações vigentes da ANVISA e CONAMA, podendo ser melhorado em alguns aspectos de maneira a padronizar os procedimentos internos e externos, ou seja, desde a fonte geradora até a disposição final de todos os resíduos gerados.

Foram sugeridas, ainda, ações de melhoria com o intuito de reduzir a geração de resíduos, como a reutilização de papéis, redução de copos descartáveis e a criação de um sistema de compostagem com o objetivo de degradar de forma natural os resíduos orgânicos gerados, com vistas à promoção da sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE, 2010. Disponível

em:<[http://www.abrelpe.org.br/download\\_panorama\\_2010.php](http://www.abrelpe.org.br/download_panorama_2010.php)>. Acesso em: 25 abr. 2012.

BRASIL, A. M.; SANTOS, F. Equilíbrio ambiental e resíduos na sociedade moderna. São Paulo: FAARTE, 2004.

BRASIL. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 358/2005. Brasília: MMA, 2005. Disponível

em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 12.305/2010. Disponível

em:<<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

BRASIL. Resolução Nº 306/2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: ANVISA, 2004. Disponível em:<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/10d6dd00474597439fb6df3fbc4c6735/RDC+N%C2%BA+306%2C+DE+7+DE+DEZEMBRO+DE+2004.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 27.abr. 2012.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIGUEL, P.A.C. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.

Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. Resíduos sólidos: problema ou oportunidade? Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

VERGARA, S.C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

# Capítulo 26

## PRÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS: UM ESTUDO DE CASO

[10.37423/200200269](#)

*Thiago Favarini Beltrame*

*t\_thiago@hotmail.com*

*Andressa Rocha Lhamby*

*andressalhamby@hotmail.com*

*Victor Paulo Kloeckner Pires*

*victorpires@sgnet.com.br*

**RESUMO:** A dimensão ambiental está cada vez mais adquirindo importância nas ações das organizações e da sociedade. Tal atitude tem sido vista como reflexo da consciência ambiental, que busca a qualidade de vida e o bem comum. Objetivando uma sustentabilidade ambiental, as organizações tomam uma série de ações que devem contribuir com a melhora da qualidade de seus produtos e serviços. O presente trabalho tem como objetivo estudar o sistema de gestão sócio ambiental, adotado por um hospital público, geral e universitário, de nível terciário que tem por finalidade desenvolver o ensino, pesquisa e extensão por meio da assistência à comunidade na área da saúde. Este estudo foi desenvolvido com base no Manual de Avaliação utilizado pelo Programa Gaúcho de Qualidade e Produtividade (PGQP). Percebeu-se que existem algumas iniciativas que contemplam a questão sócio ambiental e proporcionam a disseminação dos temas propostos aos colaboradores. Em relação à comunicação dos impactos sociais que a instituição gera, notou-se que se faria necessário uma atuação mais elaborada, a qual está sendo desenvolvida através de profissionais da área de comunicação.

**Palavras-chaves:** Responsabilidade, qualidade, sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

As organizações hospitalares têm na sua origem a prestação de serviços diretamente à comunidade, portanto, traz o caráter humanístico, que permanece até hoje. Alguns hospitais evoluíram na sua maneira de prestar serviços e no seu sistema de gestão, porém, outros ainda se apoiam em sistemas gerenciais fundados no paradigma tradicional. Emerge assim, o desafio aos gestores em formular e implementar um modelo de gestão, que seja eficiente do ponto de vista econômico e preserve os princípios e práticas organizacionais ligados a responsabilidade sócio ambiental (Vergara e Branco, 2001).

As ações advindas das organizações em geral e da sociedade em defesa das questões ambientais estão sendo percebidas no mundo todo, como uma nova postura social. Tal atitude tem sido vista como reflexo da consciência na sociedade, que busca melhores condições sociais e ambientais. O presente trabalho tem como objetivo estudar o sistema de gestão sócio ambiental, adotado por um hospital público, geral e universitário, de nível terciário que tem por finalidade desenvolver o ensino, pesquisa e extensão por meio da assistência à comunidade na área da saúde, localizado no Rio Grande do Sul.

### 1.1 ORGANIZAÇÃO

A visão a respeito dos hospitais foi sendo modificada ao longo da história. No passado os mesmos não passavam de lugares destinados ao abrigo, mas hoje são locais de transmissão de saber e formação. Atualmente, gestões que objetivem melhorias contínuas nessas instituições são utilizadas para a busca da qualidade. De acordo com Vagheti et al. (2011) meios de gestão também têm sido implantados plena ou parcialmente nos hospitais brasileiros, como Tecnologias de Planejamento Estratégico, Planejamento Estratégico Situacional e Planejamento Orientado por Objetivos, por exemplo. O hospital em questão está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul – RS, é referência de média e alta complexidade para a região, abrangendo 43 municípios e uma população superior a 1 milhão e 150 mil habitantes, prestando serviços assistenciais e servindo como campo de estágio para alunos de graduação e pós-graduação, dos cursos da área da saúde e de outras áreas do conhecimento. Utiliza o planejamento estratégico como ferramenta de gestão, na busca de melhoria da qualidade através da análise, organização e padronização dos processos de trabalho, com a elaboração e implantação de manuais de gerenciamento de rotina em todos os serviços, elaboração dos protocolos de ocorrências e definição de indicadores de gestão.



## 1.2 PROGRAMA GAÚCHO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE (PGQP)

As ferramentas que visam à busca pela qualidade e desenvolvimento sustentável estão cada vez mais presentes dentro das organizações privadas, públicas e do terceiro setor. A qualidade tornou-se um item imprescindível para as empresas permanecerem no mercado, assim, tem-se os programas de qualidade que objetivam estimular a absorção dos conceitos relacionados à competitividade e inovação. No Rio Grande do Sul o Programa Gaúcho de Qualidade e Produtividade foi criado em 1992 e veio com a missão de promover a competitividade no estado, para proporcionar melhorias na qualidade de vida das pessoas através da busca da excelência em gestão com foco na sustentabilidade (Adaptado PGQP, 2020). Um dos principais produtos do PGQP é o Sistema de Avaliação, o qual consiste em uma ferramenta de gestão que permite diagnosticar o estágio de desenvolvimento gerencial e planejar ações visando à melhoria contínua. Este instrumento de avaliação possibilita a qualquer tipo de organização, dos mais variados portes, setores e estágio de gestão, avaliar o seu sistema gerencial e o seu desempenho em relação às melhores práticas adotadas por organizações de alto desempenho (PGQP, 2020). Os critérios de avaliação caracterizam-se por não serem prescritivos, ou seja, não sugerem abordagens ou metodologias específicas, sendo os mesmos: Liderança, Estratégias e Planos, Clientes, Sociedade, Informações e conhecimento, Pessoas, Processos e Resultados (PGQP, 2012). O critério quatro do Caderno de Avaliações é Sociedade, este critério examina o cumprimento da responsabilidade socioambiental pela organização, destacando ações voltadas para o desenvolvimento sustentável.

## 1.3 MODELO DE EXCELÊNCIA DA GESTÃO (MEG) – FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE (FNQ)

O Modelo de Excelência da Gestão® (MEG) é baseado em 11 fundamentos e oito critérios. Com os fundamentos pode-se definir os pilares, a base teórica de uma boa gestão. Esses fundamentos são colocados em prática por meio dos oito critérios, sendo eles: pensamento sistêmico; aprendizado organizacional; cultura de inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de futuro; geração de valor; valorização de pessoas; conhecimento sobre o cliente e o mercado; desenvolvimento de parcerias e responsabilidade social. Critérios: liderança; estratégias e planos; clientes; sociedade; informações e conhecimento; pessoas; processos e resultados. (FNQ, 2020) Segundo a Fundação Nacional da Qualidade (2012) “organizações que adotam o Modelo de Excelência da Gestão® (MEG) como referência para sua gestão, conseguem mapear com clareza seu negócio. O primeiro passo é fazer uma avaliação da sua gestão e traçar um plano de melhoria do

desempenho, o que significa, quase sempre, assegurar a qualidade dos seus produtos e a satisfação dos clientes, esta avaliação pode ser feita com base nos critérios do Compromisso com a Excelência”.

## 1.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A gestão ambiental tem se destacado nas discussões de diversos setores do mercado, o desenvolvimento sustentável tornou-se um tema indispensável quando se fala de políticas de desenvolvimento econômico que consideram fatores ambientais e sociais em suas ações. Diante dessa problemática, e sabendo da importância do desenvolvimento sustentável como regulador das questões administrativas e operacionais, algumas organizações estão utilizando essa exigência do mercado como uma estratégia de crescimento e sobrevivência e estão investindo em tecnologia, adotando processos eficientes e estabelecendo políticas que permitam a melhor eficiência técnica, econômica, ambiental e social. Conforme Savitz e Weber (2007), algumas empresas notáveis sempre procuraram comportar-se de maneira responsável em relação a seus recursos e impactos. Mas as áreas que hoje caracterizam o movimento da sustentabilidade – meio ambiente, relações com a comunidade, práticas trabalhistas, responsabilidade social e outras – sempre foram encaradas de maneira isolada, com as empresas tratando de questões específicas com base em suas circunstâncias especiais ou necessidades de negócios ou em consequência da personalidade de seus líderes. Assim, ao tentarmos levantar a história das empresas sustentáveis, encontramos casos esparsos e desconectados, que descrevem os esforços pioneiros de poucas organizações em áreas restritas. Em retrospectiva, essas iniciativas são as primeiras manifestações do atual desenvolvimento da sustentabilidade, tendência muito mais forte, difusa e integrada, que hoje está transformando as empresas. À medida que as empresas e seus colaboradores se comprometem com a adoção de práticas da sustentabilidade, a compreensão de como esse conceito se aplica ao trabalho de cada gestor torna-se cada vez mais importante para os aspirantes a líderes empresariais. Se a sua empresa ainda não incorporou a sustentabilidade em sua descrição de cargos, trata-se apenas de uma questão de tempo. Nos próximos anos, os líderes conscientes quanto à importância da sustentabilidade e comprometidos com a gestão da sustentabilidade desfrutarão de vantagem diferenciadora em relação a seus colegas menos esclarecidos na corrida para o topo da pirâmide organizacional (Savitz e Weber, 2007). De acordo com Costa e Henkes (2019) para que se alcance os objetivos do desenvolvimento sustentável, “pilares econômicos, ambientais e sociais, é necessário que o Brasil mude sua trajetória tecnológica. Isso significa mudar o padrão e começar pensar em inovações amigáveis ao meio ambiente e que necessitam de menos recursos naturais para a sua produção”. O movimento do

desenvolvimento sustentável baseia-se na percepção de que a capacidade de carga da Terra não poderá ser ultrapassada sem que ocorram grandes catástrofes sociais e ambientais, pois já tem-se sinais evidentes de que em muitos casos os limites aceitáveis foram ultrapassados, como atestam diversos problemas ambientais, a citar o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio estratosférico, a poluição dos rios e oceanos, a extinção acelerada de espécies vivas, bem como os sérios problemas sociais, como a pobreza que afeta bilhões de humanos, os assentamentos urbanos desprovidos de infraestrutura mínima para uma vida digna, a violência urbana, o tráfico de drogas e as epidemias globalizadas. As organizações possuem um papel crucial nesses processos, pois muitos problemas sócio ambientais foram produzidos ou estimulados por suas atividades (Barbieri, 2009). Ainda, conforme Barbieri (2009), para controlar esse problema magno, deve-se seguir o seguinte lema: pensar globalmente e agir localmente. Isso significa que não se deve por condições ideais nos planos internacionais e nacionais para só então começar e agir. É devido a esse pensamento que se destacam organizações como o hospital universitário em questão, que por iniciativa própria, buscou melhorar e adaptar seu sistema de gestão, buscando respeitar as questões sociais e ambientais e aperfeiçoar os seus serviços.

## 2. METODOLOGIA

Em relação aos seus objetivos gerais a pesquisa utilizada neste trabalho é classificada como sendo exploratória. Na visão de Gil (2010) este tipo de pesquisa possui como propósito proporcionar uma familiaridade com o problema e há uma tendência de seu planejamento ser muito flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. O trabalho caracteriza-se como um estudo de caso. Para Gil (2010) “a utilização do estudo de caso proporciona o pesquisador explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; formular hipóteses ou desenvolver teorias; e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos”. O levantamento dos dados realizou-se através de um questionário, aplicado junto aos gestores, onde foram realizadas sete perguntas formuladas com base no critério quatro (Sociedade) do caderno de avaliação do PGQP, item 4.1- Responsabilidade Socioambiental. O questionário contemplou os seguintes itens: identificação dos aspectos sociais e ambientais negativos originados nos serviços, processos e instalações; tratabilidade dos impactos sociais e ambientais gerados em suas atividades; métodos de prevenção de acidentes e respostas a eventuais situações de

acidentes; comunicação para com a sociedade dos impactos sociais e ambientais relativos à responsabilidade socioambiental; identificação e tratamento dos aspectos relativos a requisitos legais e contratuais; acessibilidade aos seus serviços e instalações e, por fim, a promoção de forma voluntária de ações que visem o desenvolvimento sustentável.

### 3. RESULTADOS

Através do levantamento realizado foi possível verificar que o hospital previne os acidentes e responde a eventuais situações de emergência através dos procedimentos operacionais padrão (POP'S), onde consta o item biossegurança que indica como proceder para evitar acidentes e também em caso de emergência. Em caso de acidentes, o colaborador deve procurar o chefe de setor para fazer uma ocorrência. A instituição comunica a sociedade de seus impactos sociais e ambientais, assim como as políticas, ações e os resultados relativos à responsabilidade socioambiental por meio da missão e visão que ficam expostas nas dependências do hospital ou através da web site. A acessibilidade aos serviços e instalações do hospital é propiciada por meio da Resolução RDC 50, a qual define como deve ser a área física. O hospital possui uma comissão de Gestão Ambiental, que identifica os aspectos e impactos ambientais positivos e negativos originados por seus serviços, processos e instalações. Os aspectos e impactos sócios ambientais são preocupações frequente dos gestores do hospital, inclusive é citada no planejamento estratégico.

É notória a necessidade de identificar e tratar os impactos sociais e ambientais negativos gerados nas atividades da instituição. Esses impactos são tratados por meio de diversas ações, dentre elas: programa de conscientização a respeito da reciclagem de materiais; diminuição do consumo de energia elétrica por meio de parceria com alunos de escola técnica; monitoramento da quantidade de água utilizada pelo hospital - através da instalação de medidores de consumo - e promoção do evento denominado "Semana da Responsabilidade Ambiental". Os aspectos relativos a requisitos legais e contratuais são identificados e tratados por meio da atualização dos arquivos de legislação. Esta atualização é conseguida por meio das consultas aos ministérios, por exemplo, Ministério da Saúde, Criança e Adolescente, resoluções sobre tratamento dos resíduos, segurança do trabalhador, além da atualização constante dos alvarás sanitários.

### 4. CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa realizada foi possível um levantamento inicial dos aspectos socioambientais no hospital analisado. Através das questões elaboradas, com base no Caderno de Avaliação do Programa

Gaúcho da Qualidade e Produtividade, pôde-se traçar um panorama das práticas, métodos, ferramentas, entre outros itens, que a instituição está aplicando voltado ao desenvolvimento socioambiental. Percebeu-se que a Comissão de Gestão Ambiental norteia algumas das atividades desenvolvidas que estão voltadas as questões ambientais, programas como a semana ambiental, proporcionam a disseminação dos temas propostos aos colaboradores. Em relação à comunicação dos impactos sociais que a instituição gera, notou-se que se faria necessário uma atuação mais elaborada, a qual está sendo desenvolvida através de profissionais da área de comunicação. Visando a segurança e integridade das pessoas que trabalham na instituição, faz-se uso de POP's, que proporcionam a prevenção e tratamento de possíveis acidentes que possam vir a ocorrer. Portanto, ao fim do trabalho, é possível averiguar que a instituição está procurando agir ativamente em relação as suas responsabilidades socioambientais. Há o interesse do Hospital em praticar um sistema de gestão que está voltado, também, ao desenvolvimento sócio ambiental. Isto pode ser verificado através das ações que o mesmo promove, porém, as mesmas são ações isoladas que não estão alinhadas ao planejamento estratégico.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Avitz, Andrew W. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Andrew W. Savitz, com Karl Weber; tradução de Celso da Cunha Serra. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Barbieri, José Carlos. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática/ José Carlos Barbieri, Jorge Emanuel Reis Cajazeira. São Paulo: Saraiva, 2009.

Costa, Emanuel G. Henkes Jairo A. Tecnologias ambientais: estado e setor privado na busca pelo desenvolvimento sustentável. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 489-505, 2019.

Danilo Lunardi; Lunardi, Valéria Lerch; Silva da Costa, Cesar Francisco. Significados das hierarquias no trabalho em hospitais públicos brasileiros a partir de estudos empíricos, 2011.

Fundação Nacional da Qualidade. <http://www.fnq.org.br>, 2020.

Gil, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, 5ª edição, 2010. Editora Atlas.

Programa gaúcho da qualidade e produtividade, Manual de Avaliação PGQP, 2010. Programa gaúcho da qualidade e produtividade. <http://www.mbc.org.br/mbc/pgqp/> (2012).

Savitz, Andrew W. Weber, Karl. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Rio de Janeiro: Campus; 2007.

Vaghetti, Helena Heidtmann; Padilha, Maria Itayra Coelho de Souza; Filho, Wilson Vergara, Sylvia Constant; Branco, Paulo Durval. Empresa humanizada: a organização necessária e possível. RAE – Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 41, n. 2, 2001.

Alberto Souza Schmidt (UFSM) albertoschmidt56@gmail.com Andressa Rocha Lhamby (UFSM) andressalhamby@hotmail.com Thiago Favarini Beltrame (UFSM) t\_thiago@hotmail.com Marlene Kreutz Rodrigues (UFSM) marlenekr@gmail.com

# Capítulo 27

## OEE COMO FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CABOS ÓPTICOS

[10.37423/200200270](#)

*CARLOS ALBERTO YOSHIDA KODA (UFSCar)*

*carloskoda@gmail.com*

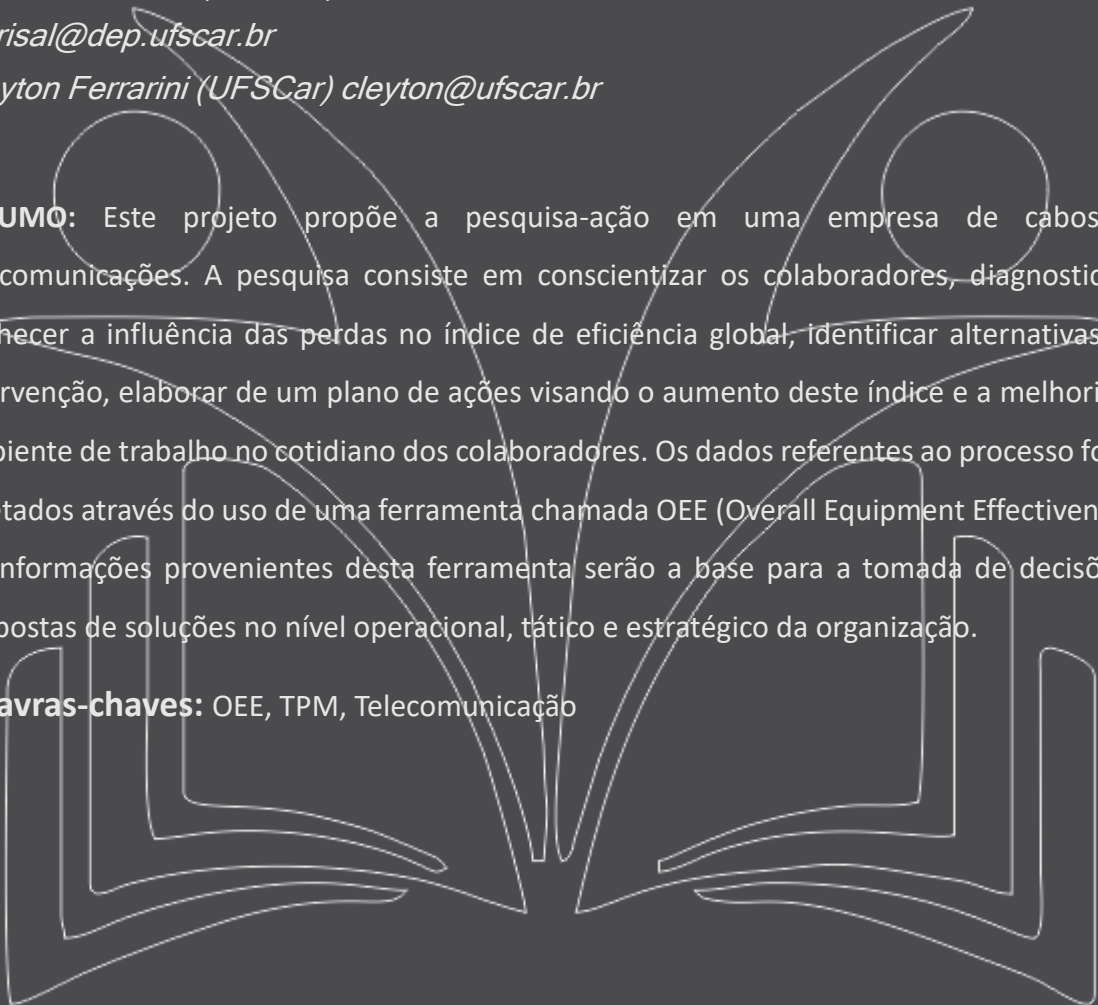
*Patricia Saltorato (UFSCar)*

*patrisal@dep.ufscar.br*

*Cleyton Ferrarini (UFSCar) cleyton@ufscar.br*

**RESUMO:** Este projeto propõe a pesquisa-ação em uma empresa de cabos de telecomunicações. A pesquisa consiste em conscientizar os colaboradores, diagnosticar e conhecer a influência das perdas no índice de eficiência global, identificar alternativas de intervenção, elaborar de um plano de ações visando o aumento deste índice e a melhoria do ambiente de trabalho no cotidiano dos colaboradores. Os dados referentes ao processo foram coletados através do uso de uma ferramenta chamada OEE (Overall Equipment Effectiveness). As informações provenientes desta ferramenta serão a base para a tomada de decisões e propostas de soluções no nível operacional, tático e estratégico da organização.

**Palavras-chaves:** OEE, TPM, Telecomunicação



## 1. INTRODUÇÃO

Percebendo que o mercado tem se tornado cada vez mais competitivo, buscando fornecedores que ofereçam qualidade e preços acessíveis, atendendo um alto padrão de exigências nos produtos e serviços ofertados; observa-se a necessidade de conhecer melhor os processos da empresa na busca por uma maior eficiência e redução dos custos.

Segundo Slack (2002), os objetivos estratégicos da organização, só serão cumpridos se o processo de produção for um processo enxuto. Portanto, torna-se necessário que as empresas busquem constantemente melhorar a eficiência dos equipamentos, de forma a identificar e posteriormente eliminar a ocorrência de perdas no processo produtivo, o que trará uma redução nos custos da fábrica. A identificação das perdas é fundamental para a melhoria do processo, porém há dificuldade na interpretação de como se caracterizam e se apresentam, nas quais podem levar as empresas a tomarem ações não direcionadas às principais perdas, e assim não obter os resultados planejados.

O trabalho busca conhecer a influência das perdas no índice de eficiência global, conhecido como OEE (Overall equipment effectiveness) no processo de fabricação de cabos ópticos. O projeto foi desenvolvido em uma empresa do setor de telecomunicações, localizada no estado de São Paulo, onde foram realizados levantamentos de dados necessários para visualizar as perdas e quanto elas podem afetar a produtividade e eficiência global neste setor, ou seja, foram identificados quais incidentes não adicionam valor ao produto que precisam ser solucionados.

### 1.1. OBJETIVO

O projeto de pesquisa tem como objetivo aumentar a eficiência e a produtividade na linha de produção de tubos para cabos ópticos através de levantamentos de soluções e propostas de ações. A pesquisa é necessária para mostrar os conceitos envolvidos e as informações coletadas a todos os membros da equipe e indivíduos participantes de maneira clara, de modo que haja uma aprendizagem coletiva. Além disso, para tomar as ações é necessária observação, investigação e participação de técnicos especializados para solucionar os problemas levantados pelo grupo.

## 2. TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

A TPM (Total Productive Maintenance), ou Manutenção Produtiva Total é um método para gerir indústrias e que foi divulgado para todo o mundo por Siichi Nakajima. É uma ferramenta que tem como foco principal melhorar a eficácia e o tempo de vida útil dos equipamentos, eliminando



desperdícios no processo de produção. Ele foi o primeiro a descrever a ferramenta OEE como uma componente central do TPM. (Arno Koch, 2007)

“TPM representa uma forma de revolução, pois conclama a integração total do homem x máquina x empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos” (Nakajima, 1989; Pereira, 2009).

### 3. OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

O OEE - Overall Equipment Effectiveness, é umas das ferramentas utilizadas na TPM, a qual fornece uma medida para o acompanhamento da produtividade da fábrica, considerando os critérios de disponibilidade; desempenho; e qualidade da produção final.

O critério disponibilidade considera o tempo o qual o equipamento está agregando valor ao produto com relação ao tempo disponível do mesmo.

O critério desempenho considera o volume de produtos fabricados com relação à quantidade de produtos que deveriam ser fabricados no intervalo de tempo que o equipamento agregou valor.

O critério qualidade considera o volume de produtos fabricados dentro do especificado com relação à quantidade total de produtos fabricados.

Este indicador é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas dos equipamentos, descritas dentro da filosofia TPM. Conforme tabela 1.

Tabela 1 - Estratégia TPM - As seis grandes perdas

<b>TIPOS DE PERDAS</b>	<b>AS SEIS GRANDES PERDAS</b>
Tempo real de produção (Disponibilidade)	Quebras de máquinas
	Tempos de espera
Perda de desempenho (Desempenho)	Pequenas paradas
	Redução de velocidade no processo
Perda de qualidade (Qualidade)	Produtos fora de especificação
	Retrabalho

O OEE é calculado de seguinte maneira:

$$\text{OEE (\%)} = \text{DISPONIBILIDADE} \times \text{DESEMPENHO} \times \text{QUALIDADE}$$

A taxa de disponibilidade é calculada pela razão entre o tempo real de produção e o tempo disponível para produção; a taxa de desempenho é calculada pela razão entre a velocidade de produção do equipamento e a velocidade nominal na ficha de processo. As perdas por desempenho deve-se também a diferença entre o desempenho teórico e real relacionados às pequenas paradas e à queda de desempenho da máquina (queda da velocidade para qual a máquina foi projetada). Se o desempenho for superior a 100%, então o equipamento produziu com velocidade média acima da velocidade nominal; e por fim, a taxa de qualidade que é calculada pela proporção de produtos não conforme ou retrabalhados em relação ao volume total produzido. (Zattar et al., 2010)

## 4. TELECOMUNICAÇÕES

De acordo com Dutra (2000), o setor de telecomunicações no mundo caracteriza-se, desde o seu início, por forte influência dos governos, seja envolvendo a propriedade de companhias telefônicas seja regulamentando as atividades do setor. Porém, nos últimos anos, observa-se uma tendência de desregulamentação e de abertura dos monopólios existentes, surgindo novos desafios, oportunidades e incertezas para as empresas do setor, já que essas medidas possibilitam o desenvolvimento de novos concorrentes e abertura de novos mercados.

Outro fator que impulsiona o setor é o crescimento da demanda, destacando os países em desenvolvimento, pois o número de consumidores não atendidos é grande. No Brasil, observa-se um desafio para o setor, pois existe a pressão da demanda pela expansão dos serviços já existentes, devido ao próprio crescimento demográfico; e a demanda por novos tipos de serviços provenientes da rápida inovação técnica do setor. (Johnson et al. 1996, p. 98 Apud. Dutra et al., 2000)

## 5. MÉTODO E PLANO DE TRABALHO

Para a realização desta pesquisa utilizou-se a metodologia de pesquisa ação. Michel Thiollent (2002) define a pesquisa ação como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os indivíduos que fazem parte da situação ou problema estão envolvidos de forma a cooperar ou participar.

A proposta do plano de trabalho é descrever e utilizar o indicador de eficiência global de equipamentos (OEE – Overall Equipment Effectiveness) como ferramenta para identificação e solução de perdas no processo produtivo. O projeto segue parcialmente as seguintes etapas, seguindo a metodologia de

pesquisa ação, onde se inicia pela etapa 1 e finaliza-se na etapa 10. Destaca-se que as etapas intermediárias não têm uma sequência temporal determinada, pela dinamicidade e preocupações na organização.

**Etapa 1: Planejamento** – Procura-se definir: o contexto analisando a importância do projeto no campo científico e técnico; a equipe participante; e critérios para avaliar o sucesso das ações.

**Etapa 2: Pesquisa bibliográfica** – Mapeia-se a literatura através de trabalhos clássicos e recentes; formula-se e subsidia-se hipóteses; busca-se pontos fortes e deficiências no tema escolhido; contextualiza-se e fundamenta-se problemas identificados. Por fim, verifica-se o estado da arte.

**Etapa 3: Treinamento e conscientização da equipe** – Treina-se a equipe, procurando informá-la sobre: o que é o OEE; como ele funciona no geral; como está configurado para determinado equipamento e porque utilizá-lo.

**Etapa 4: Definição dos dados a serem coletados** – A partir da observação no ambiente de pesquisa, análise de documentos, e sugestões da equipe, define-se quais dados serão coletados e como eles serão interpretados.

**Etapa 5: Implementação ferramenta OEE** – Ferramenta utilizada na coleta de dados primários do processo investigado na pesquisa. A partir da identificação de todos os recursos necessários, implementa-se a ferramenta no processo. Procura-se também coletar dados secundários através da observação, discussão e conversas semiestruturadas. O pesquisador tem envolvimento ativo diário nesta etapa, intervindo no cenário investigado. Elaboram-se relatórios e gráficos para análise.

**Etapa 6: Análise de dados a partir dos seminários centrais e reuniões.** Análise colaborativa feita em equipe e envolvendo todos os membros. Verifica-se a coerência dos dados e verificam-se quais são os problemas observados e o quanto eles interferem no índice de eficiência global do processo.

**Etapa 7: Elaboração e planejamento do plano de ações** – A partir dos problemas observados, a equipe elabora um plano de ação definindo os responsáveis, prazos e os recursos necessários. As prioridades dos problemas a serem selecionados são definidas por critérios de simplicidade, necessidade, resultados esperados e os recursos necessários para tomar ação.

**Etapa 8: Implementação das ações** – Toma-se ação para solucionar a problemática elaborada na pesquisa.

Etapa 9: Avaliação de resultados - Avalia-se os resultados com o objetivo da pesquisa utilizando a ferramenta OEE. Reflete-se sobre os resultados obtidos, proporcionando o aprendizado coletivo para equipe. Elabora-se um relatório em forma de narrativa com os dados apresentáveis.

Etapa 10: Divulgação dos resultados – Busca-se tornar os resultados conhecidos, pois se espera a geração reações, a contribuição para a conscientização e futura sugestão de mais um ciclo de pesquisa e investigação. Disponibilizam-se canais de comunicação para que os membros envolvidos manifestem suas sugestões e críticas.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. FASES DE FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO DO PRODUTO

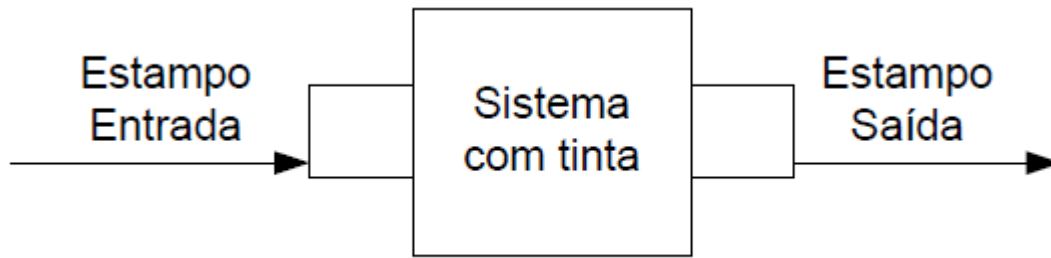
A produção de cabos ópticos é feita em diversos estágios de fabricação. As fibras ópticas são pintadas individualmente e depois agrupadas dentro de tubos. Em seguida, os tubos são reunidos formando o núcleo, o qual é envolvido por camadas de material para protegê-lo, formando o cabo óptico. Cada processo de fabricação é detalhado a seguir.

#### 6.1.1. RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM DA FIBRA ÓPTICA

O estoque de fibras é monitorado por comprimento, cor e tipo para suprir a demanda. São estocados 3 tipos de fibras: fibras novas; fibras parciais coloridas; fibras parciais naturais. As fibras parciais são sobras de ordens de produção que voltaram ao estoque. Elas podem ter voltados por problema ou sobra no processo de tubo loose. Elas voltam e aguardam para ser utilizadas em uma nova ordem de produção.

#### 6.1.2. PINTURA FIBRA ÓPTICA

O processo de pintura é feito em equipamentos que funcionam em alta velocidade. As fibras passam por um estampo de entrada, onde em seguida recebem a tinta que está dentro de um recipiente. Por fim, a fibra passa pelo estampo de saída, conforme figura 1. A fibra óptica também passa por um sistema de fornos ultravioleta para curar a tinta.



Fonte: Própria

Figura 1 – Sistema de pintura de fibra óptica

A coloração da fibra óptica segue um padrão de 12 cores. A tabela 1 mostra este padrão.

Tabela 1 - Padrão industrial de coloração de fibra óptica

1 Verde	7 Rosa
2 Amarelo	8 Marrom
3 Branco	9 Cinza
4 Azul	10 Preto
5 Violeta	11 Laranja
6 Vermelho	12 Água

## 6.1.2. TUBO LOOSE

O processo de Tubo Loose fabrica os tubos que protegem os grupos de fibras. O grupo de fibra pode ser composto de 1 até 12 fibras ópticas. O número de fibra no tubo é especificado pelo cliente e pelo tipo de cabos que será produzido.

As fibras passam pela cabeça de extrusão, onde o polímero é derretido e aplicado à fibra óptica em forma de tubo. Em seguida, este tubo com as fibras passa por uma calha de água com temperatura controlada para sua cristalização, o tornando flexível e com dureza adequada.

Durante a pesquisa, observou-se que este processo era o gargalo da fábrica. Ou seja, a fábrica pode ter maior produtividade se as variáveis que interferem na eficiência fossem foco de melhorias, através de um plano de ação.

## 6.1.3. TESTE EM PROCESSO

Neste processo, todas as fibras dentro do tubo são testadas para assegurar que nenhuma fibra está quebrada dentro do tubo e que as fibras possuem o nível de atenuação especificado.

## 6.1.4. TESTE DE EXCESSO DE METRAGEM DA FIBRA ÓPTICA

A fabricação do tubo requer que a fibra óptica passe pelo processo em temperatura alta de extrusão e em seguida sofre um choque térmico para cristalização do tubo. Devido à variação de temperatura, pode haver variação do comprimento da fibra óptica. Este teste é realizado para verificar se esta variação está dentro da tolerância especificada.

## 6.1.5. REUNIÃO

Depois que todos os tubos foram testados (teste de excesso e atenuação), eles são agrupados no processo de reunião para formar o núcleo. A formação do núcleo depende do tipo de cabo que está sendo fabricado. O núcleo pode ser composto de 1 a 24 tubos individuais.

Os tubos são entrelaçados em volta do elemento central em dois sentidos, horário e anti-horário (passo S e passo Z). Durante processo de reunião, os tubos são revestidos por uma geleia ou por uma fita para proteger as fibras de entrada de umidade. Por fim o núcleo é acomodado em bobinas, que segue para o próximo processo.

## 6.1.6. CAPAS

Nesta última etapa, materiais adicionados exteriormente ao núcleo protegem o cabo de estresses mecânicos e do ambiente atmosférico.

Dependendo do tipo de cabo, este processo envolve o núcleo com fios de aramida ou fibra de vidro para proteger o produto de umidade externa e para melhorar as características mecânicas.

Em volta do núcleo e dos outros materiais agregados, adiciona-se uma ou mais camadas de polietileno, depende da especificação do cabo.

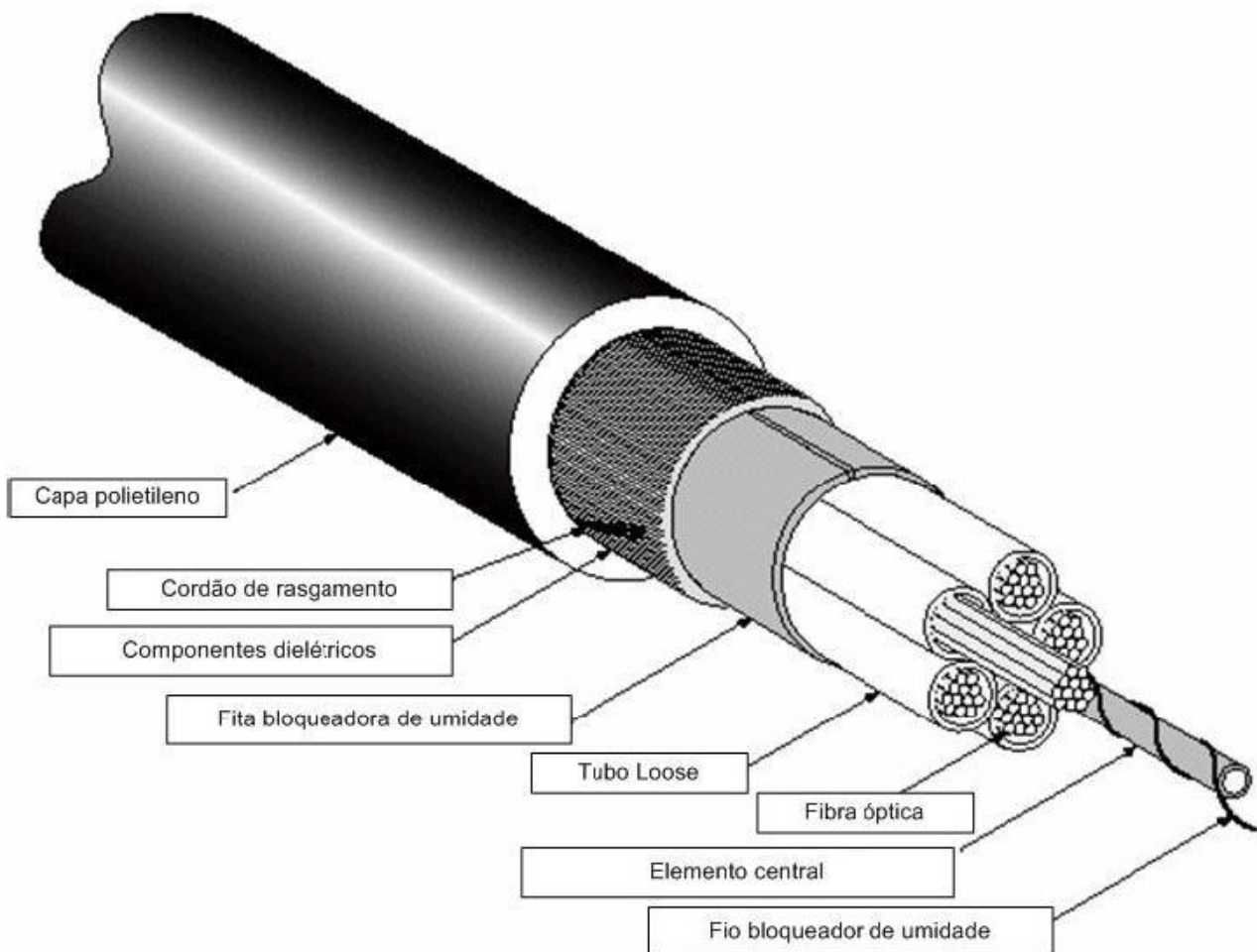
Por fim, o cabo é acondicionado em uma bobina, a qual é direcionada para o controle de qualidade ou volta ao processo de capas para adicionar outra camada de polietileno.

## 6.1.7. TESTE FINAL

O cabo fabricado é testado para verificar se todos os parâmetros estão dentro das especificações. Os produtos aprovados pelo controle de qualidade são levados à expedição para embalagem e transporte ao cliente.

## 6.1.8. ILUSTRAÇÃO CABO ÓPTICO

A figura 2 mostra uma visão angular de um cabo óptico e todos seus componentes.



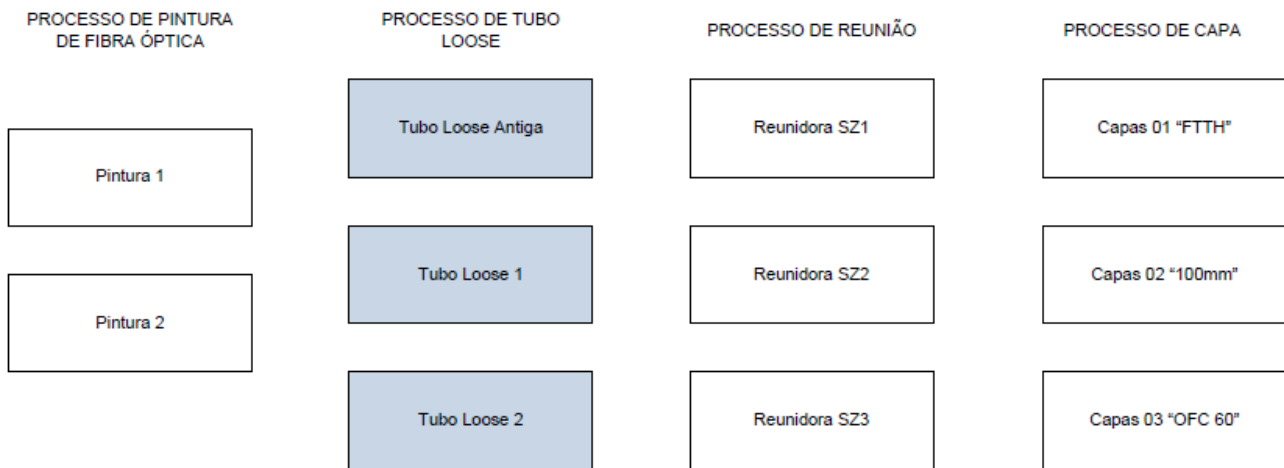
Fonte: Adaptado de Miller (2003)

Figura 2 - Cabo óptico

## 6.2. CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA E RECORTE DO TRABALHO

A figura 3 mostra a fábrica de cabos ópticos analisada. O processo de tubo loose, em destaque, foi interferido no decorrer da pesquisa. A fábrica é formada pelos seguintes equipamentos:

- 2 equipamentos para pintar e tarjar as fibras;
- 3 equipamentos para entubar as fibras, produzindo os tubos;
- 3 equipamentos para reunir os tubos, produzindo os núcleos;
- 3 equipamentos para colocar capa no núcleo, produzindo o cabo.



Fonte: Própria

Figura 3 - Fábrica óptica investigada

### 6.3. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

A fábrica de cabos ópticos investigada precisou aumentar sua capacidade líquida e bruta, pois a demanda dos clientes era maior. Durante análise de dados e observação, percebeu-se que o processo de tubo loose estava fazendo com que outros processos se tornassem ocioso. Por este processo foi o foco da pesquisa. Portanto a pesquisa responde as seguintes questões:

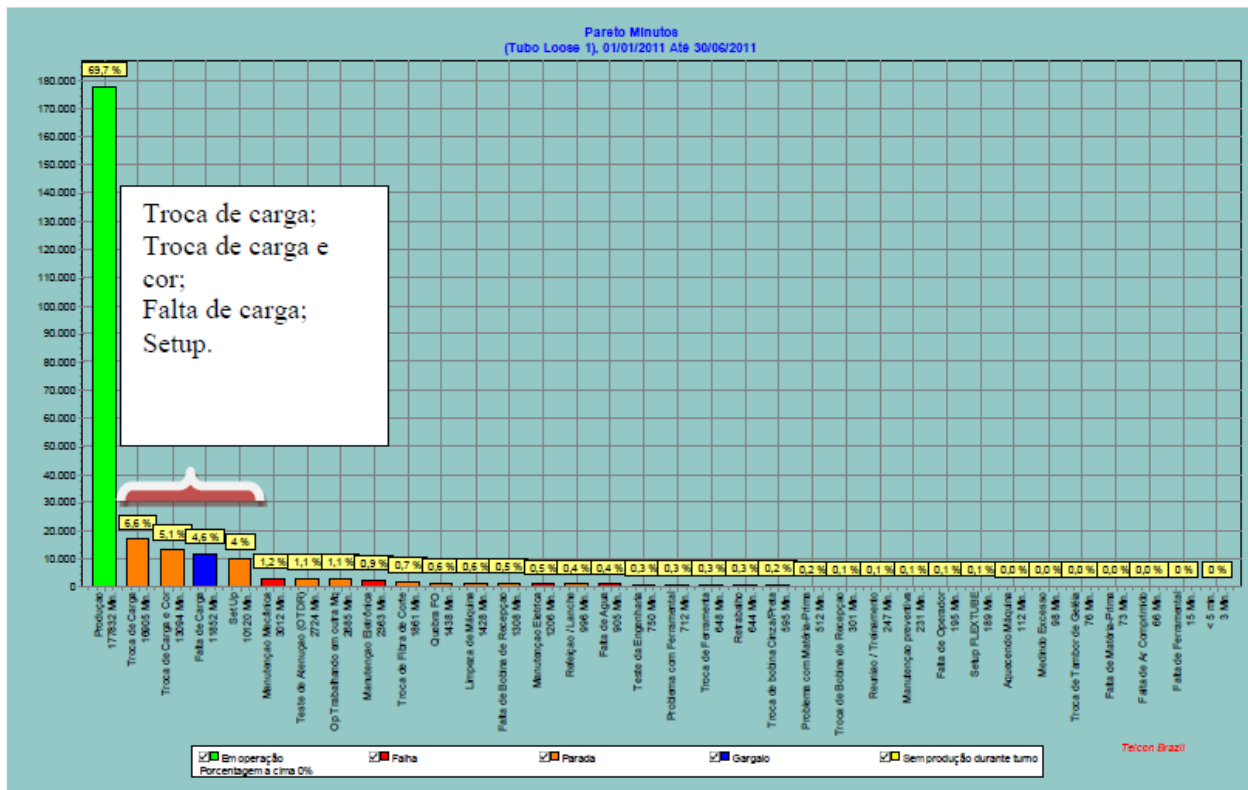
1. Como coletar e sistematizar os dados referentes ao processo de forma padronizada, confiável e transparente?
2. Quais variáveis interferem na queda de eficiência do processo?
3. Como aumentar a eficiência do processo?

### 6.4. VARIÁVEIS INTERFERIDAS NO PROCESSO TUBO LOOSE

A figura 4 mostra o gráfico de Pareto com as perdas de disponibilidade do equipamento "Tubo Loose 1" e a figura 5 do equipamento "Tubo Loose 2". Em destaque, estão as variáveis interferidas na pesquisa. Destaca-se que os operadores dos equipamentos determinaram os nomes das variáveis

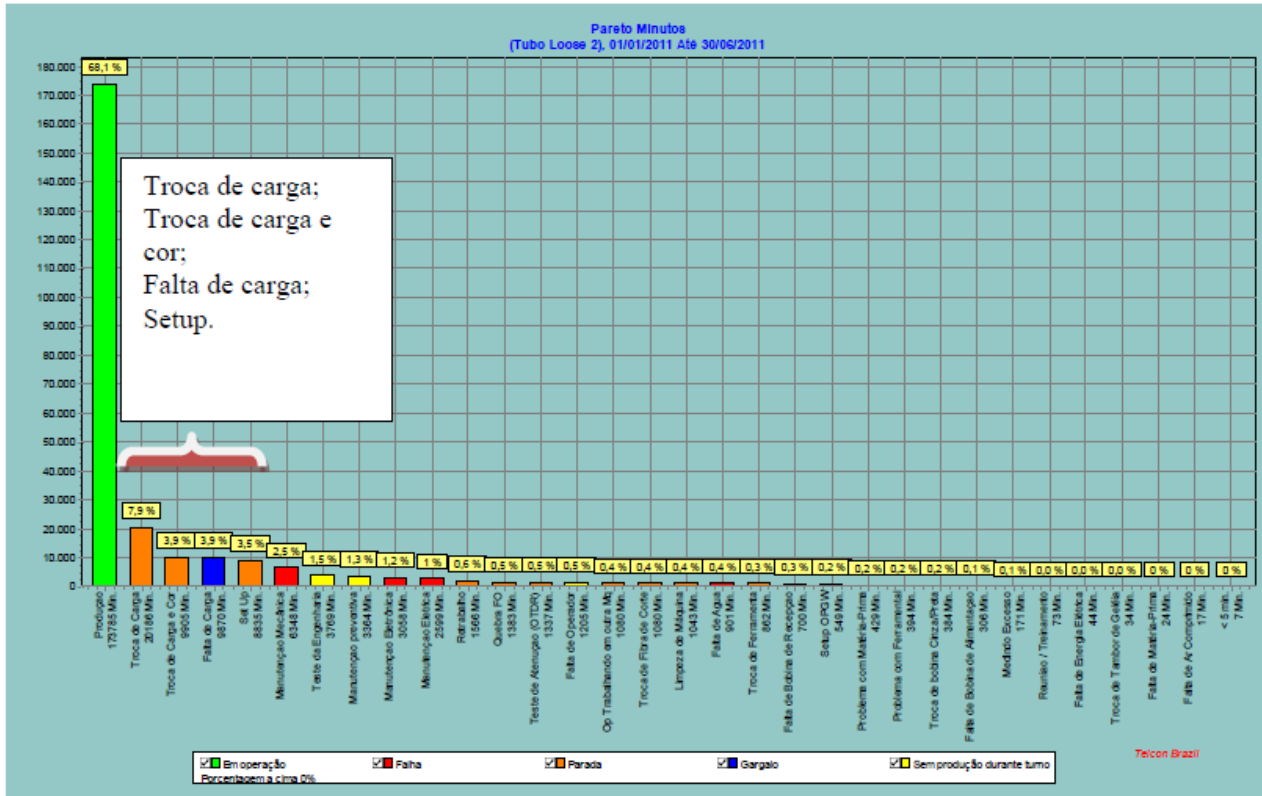


conforme a linguagem do chão de fábrica. Destaca-se que a atividade “Troca de carga” e “troca de carga e cor” tem grande frequência no processo, cerca de 500 vezes por mês em cada equipamento.



Fonte: Dados do OEE – Empresa X

Figura 4 - Retrato Tubo Loose 1 - 1º Semestre 2011



Fonte: Dados do OEE – Empresa X

Figura 5 - Retrato Tubo Loose 2 - 1º Semestre 2011

A tabela 2 mostra as variáveis mensuradas na pesquisa e suas definições.

Variáveis Independentes - Tubo Loose	Definição Atividades
Troca de carga	Retira-se carretel de fibra que não será mais utilizado do payoff.
	Coloca-se carretel com fibra a ser utilizado no payoff.
Troca de carga e cor	Retira-se carretel de fibra que não será mais utilizado do payoff.
	Coloca-se carretel com fibra a ser utilizado no payoff.
	Troca-se a cor do tubo.
Troca de fibra de corte (utilizado para garantir a metragem do tubo)	Retira 1 carretel de fibra que não será mais utilizado do payoff.
	Coloca carretel com fibra a ser utilizado no payoff.
Troca de ferramenta	Retira-se porca dianteira da cabeça de extrusão.
	Retira-se o macho e a fêmea da cabeça de extrusão.
	Coloca-se macho e fêmea de novas dimensões na extrusora.
Troca de bobina Cinza/Preta	Retira-se o parafuso da contra ponta.
	Substitui-se a contra ponta.
	Coloca-se a bobina de recepção com dimensões diferentes.
Setup	Troca de carga.
	Troca de ferramenta.
	Troca de bobina Cinza/Preta.
	Passamento do tubo.
Limpeza de máquina	Limpa-se as polias do payoff.
Teste atenuação (OTDR)	Máquina parada pelo fato de o operador estar testando o tubo.
Quebra fibra óptica	Quebra de fibra óptica durante o processo.

	Problema com matéria prima	Problema com umidade, sujeira e composição com grânulos do PBT.
	Retrabalho	Repassa-se o tubo por problema de atenuação e para conferir problemas de coloração.
	Problema com ferramental	Problema para retirar ferramenta da cabeça de extrusão.
SEM PRODUÇÃO	Falta de carga (gargalo)	Falta fibra ou programa para alimentar o processo de tubo loose.
	Falta de bobina de recepção	Máquina parada por falta de bobina de recepção.
	Teste de engenharia	Máquina parada para testes de protótipos.
	Falta de Operador	Máquina parada por falta de operador.
	Reunião/Treinamento	Máquina parada pelo fato do operador estar em reunião ou treinamento.
	Medindo excesso	Máquina parada pelo fato do operador estar preparando a máquina para o teste de excesso.
	Manutenção preventiva	Máquina parada para manutenção preventiva programada.
	CORRETIVA	Manutenção Eletrônica
Manutenção Mecânica		Máquina parada por falha mecânica.
Falta de água		Máquina parada por falta de água.
Falta de ar comprimido		Máquina parada por falta de ar.

Fonte: Própria

Tabela 2 - Descrição variáveis analisadas

## 6.5. PLANO DE AÇÃO

A tabela 3 mostra o plano de ação resumido realizado durante a pesquisa. Em destaque as ações que mais auxiliaram na melhora do ambiente de trabalho.

Em paralelo, a equipe de processos aumentou a velocidade de produção de alguns tubos, o que também contribuiu para o aumento da capacidade neste processo.

VARIÁVEL	ESTAÇÃO / AMOSTRA	PROBLEMA	CAUSA RAIZ	AÇÃO / SOLUÇÃO	DATA INÍCIO	SITUAÇÃO
SETUP	EXTRUSORA	FALTA DE FERRAMENTA PARA OPERADOR	OPERADOR SEM FERRAMENTA	COMPRAR KIT COM MALETA E FERRAMENTAS	20/03/2011	CONCLUÍDO
SETUP	PROCESSO TUBO LOOSE	FREQUENCIA ELEVADA DE SETUPS COMPLETOS REALIZADOS	DIVERSIDADE DE TUBOS	UTILIZAR CONCEITO DE MINI-FÁBRICA. UTILIZA TUBO LOOSE "ANTIGA" PARA FAZER UM PERFIL DE CABO E A "TUBO LOOSE 1 E 2" PARA FAZER OUTRO PERFIL.	05/07/2011	CONCLUÍDO
TROCA DE CARGA	BOBINADOR	PORTA FORA DO TRILHO, OPERADOR GASTANDO TEMPO PARA FECHÁ-LA	FIXAÇÃO PORTA	MELHORAR FIXAÇÃO E REGULAR DE ACORDO COM O TRILHO.	18/03/2011	CONCLUÍDO
TROCA DE CARGA	VOLANTE DE PUXADA	TUBO SAI DO VOLANTE DE PUXADA EM BAIXA VELOCIDADE	FALTA DE TENSÃO DO TUBO NO VOLANTE	INSTALAR DISPOSITIVO PARA TENSIONAR TUBO ANTES DE ENTRAR NO VOLANTE.	18/04/2011	CONCLUÍDO

TROCA DE CARGA	TUBO LOOSE	OPERADOR NÃO REALIZA SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTO NA TROCA DE CARGA. FAZ OUTRAS ATIVIDADES ENQUANTO A MÁQUINA ESTÁ PARADA.	FATORES EXTERNOS (MUDANÇA PROGRAMAÇÃO; OUTRA MÁQUINA; OTDR; LIMPEZA CANETA)	CONSCIENTIZAR E CRIAR PROCEDIMENTO.	18/06/2011	CONCLUÍDO
TROCA DE CARGA	EXTRUSORA	GASTO DE TEMPO E MATERIAL PARA MUDAR DE COR	FALTA DE INSTRUÇÃO PARA OS OPERADORES	TROCAR COR COM METRAGEM ANTECIPADA.	18/04/2011	CONCLUÍDO
TROCA DE CARGA	DESENROLADOR FIBRA ÓPTICA	OPERADOR LEVA BOBINA DE REALOCAÇÃO NO MOMENTO QUE ESTÁ TROCANDO DE CARGA.	FALTA DE PROCEDIMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO	CRIAR PROCEDIMENTO, TREINAR E CONSCIENTIZAR OPERADORES.	13/06/2011	CONCLUÍDO
FALTA DE CARGA	PROGRAMAÇÃO	PROGRAMAÇÃO REALIZADA MANUALMENTE. DURANTE ALGUNS MOMENTOS, PRINCIPALMENTE FINAIS DE SEMANA, FALTAVA ORDEM DE PRODUÇÃO NA FÁBRICA.	PROGRAMAÇÃO FEITA DE MODO MANUAL.	FAZER ORDEM DE PRODUÇÃO VIA SOFTWARE.	05/07/2011	CONCLUÍDO
FALTA DE CARGA	RECEBIMENTO/ ESTOQUE	AS FIBRAS ÓPTICAS RECEBIDAS DO FORNECEDOR DEMORAM MUITO TEMPO PARA SER MONTADA E COLOCADA EM FÁBRICA.	FALTA DE PLANEJAMENTO INTEGRADO	UTILIZAR SOFTWARE PARA INFORMAR O FORNECEDOR SOBRE OS "KITS" DE CARRETÊIS DE FIBRA ÓPTICA A SER RECEBIDO.	05/10/2011	CONCLUÍDO

Fonte: Própria

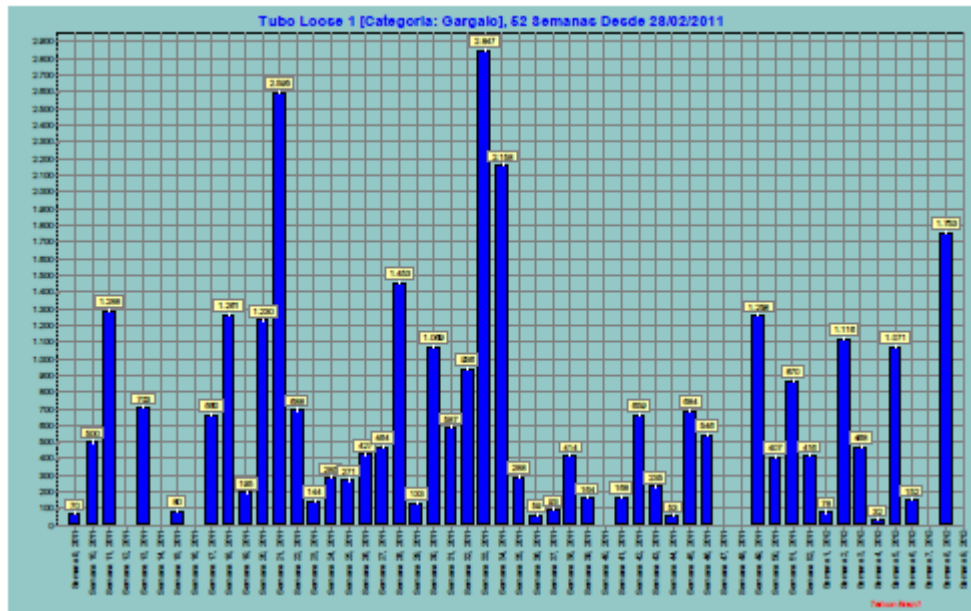
Tabela 3 – Plano de ação – Tubo Loose

## 6.5. RESULTADOS OBTIDOS

As figuras 6 e 7 mostram redução frequência e do tempo de setup no decorrer da pesquisa, para os equipamentos “Tubo Loose 01” e “Tubo Loose 02” respectivamente.

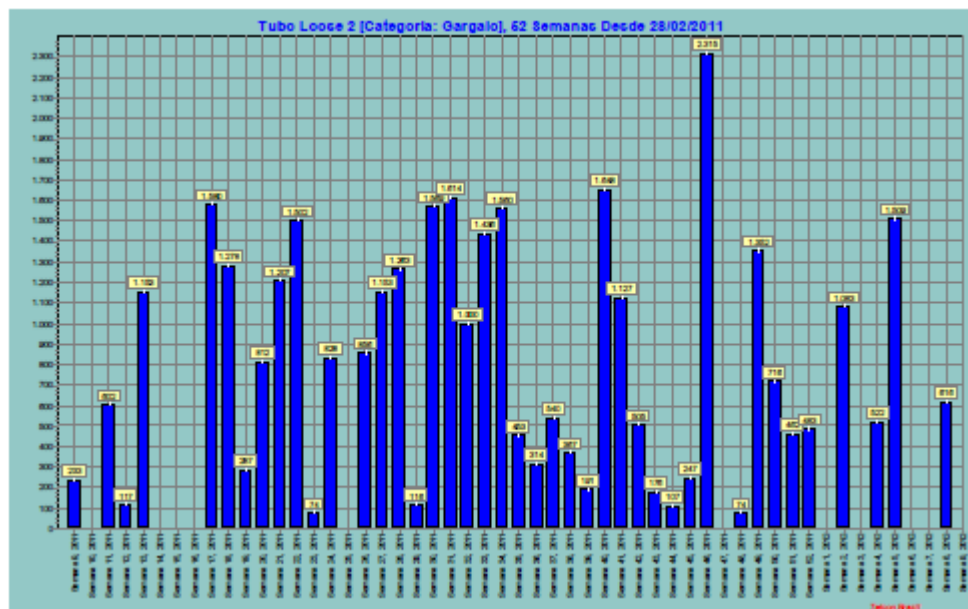


do processo. A falta de carga ocorre, pois o fornecedor não forneceu a empresa investigada o perfil de fibra correto, em tipo, tamanho e cor no momento necessário. É necessário investigar a fundo os motivos desta ocorrência, necessitando de um melhor relacionamento entre cliente e fornecedor. Porém, observa-se que as ações implementadas com foco nesta variável surtiram efeito.



Fonte: Dados do OEE – Empresa X

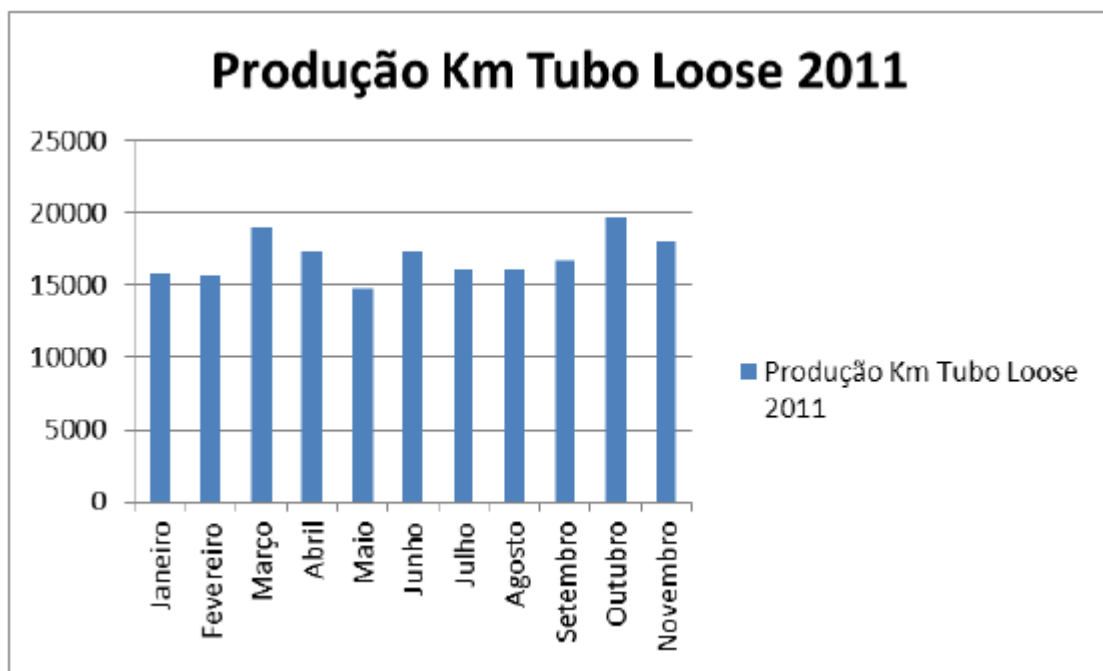
Figura 8 – Falta de carga - Tubo Loose 1



Fonte: Dados do OEE – Empresa X

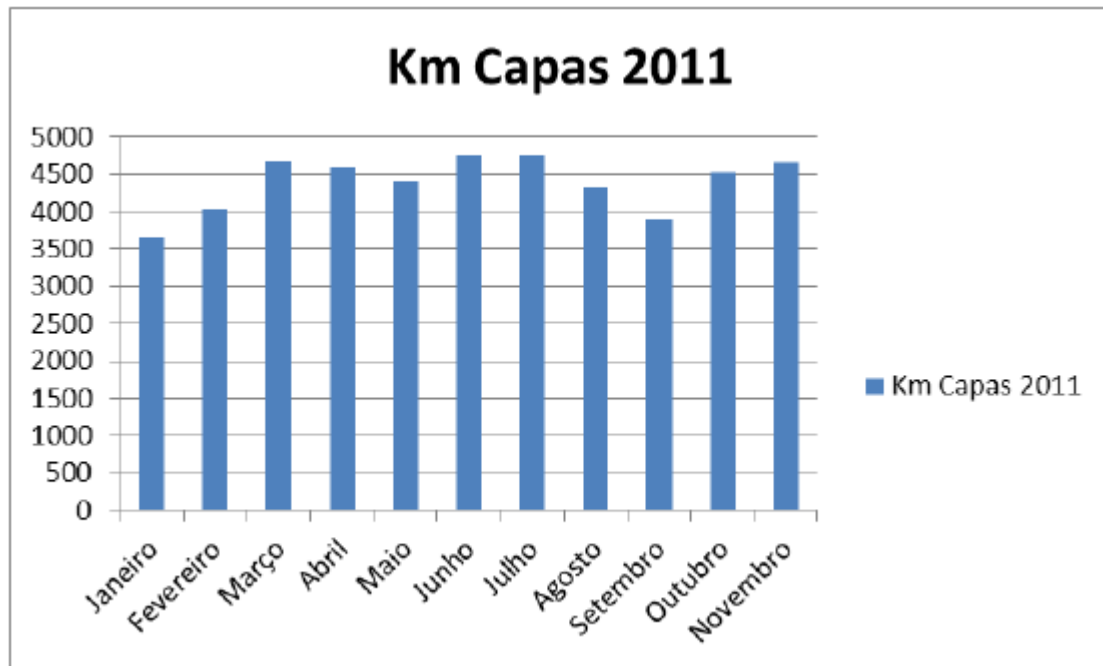
Figura 9 – Falta de carga - Tubo Loose 2

Com o aumento da produção de tubos, conforme figura 10, teve-se a necessidade de utilização de outra extrusora de capas que se situa em outra fábrica dentro da empresa. Nos meses de Julho e Agosto faltou fibra óptica para alimentar a fábrica, podendo ser observado na figura 8 e 9, do período da semana 30 a 36. A figura 12 mostra o aumento da produção de cabos no ano de 2011. Mostrando que o processo de Tubo Loose foi o gargalo da fábrica. A variação de produção de km de capas também está relacionada ao perfil do cabo produzido. Pode-se ter um cabo com muitos tubos em sua formação, assim como pode ser ter um cabo com poucos tubos.



Fonte: Própria

Figura 10 – Produção em Km - Tubo Loose



Fonte: Própria

Figura 11 – Produção em Km – Capas

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferramenta OEE coletou e sistematizou os dados de forma padronizada e transparente. Os operadores são responsáveis em colocar o motivo dos acontecimentos que a ferramenta registrou. Desta forma foi possível identificar as variáveis que interferem no processo de tubo loose e tomar ações com base nos dados coletados. As ações efetuadas tiveram efeito no chão de fábrica, mostrando que as variáveis indicadas realmente afetam a eficiência do processo como um todo.

Como trabalho futuro, necessita-se reduzir a frequência de trocas de cargas a partir da otimização do uso de fibra óptica nas ordens de produção. Além disso, é necessário ter um planejamento transparente e integrado com os fornecedores de fibra óptica, de modo que toda cadeia seja gerida sem grandes flutuações. Também é preciso ter constante envolvimento da equipe para manter o sistema e melhoria contínua, com o apoio da alta direção.

Por fim, destaca-se que os treinamentos e as conversas diárias com os colaboradores são fundamentais para envolver todos no projeto e obter um ponto de vista mais crítico com relação aos problemas de encontrados.



## REFERÊNCIAS

- ÁVILA, PAULO GUILHERME PEREIRA. Manufacturing Execution Systems na Gestão da Manufatura. Congresso Anual da Tecnologia de Informação, 2004.
- DUTRA, JOEL; HIPÓLITO, JOSÉ; SILVA, MACHADO. Gestão de pessoas por competências: o caso de uma empresa do setor de telecomunicações. Revista de Administração Contemporânea. Volume 4. Nº 1. Curitiba, 2000.
- KOCH, ARNO. Discover the hidden machine. OEE for production team. Metamorfose Vertalingen (Trad). The Netherlands: FullFact BV, 2007.172p.
- NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Educativos,1989.
- NOGUEIRA, MARIA; SAURIN, TARCISIO. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal mecânico.
- PEREIRA, SALATIEL. Oee como ferramenta para identificação de perdas em uma linha de micronização de grafite natural cristalino: um estudo de caso. Centro Universitário de Formiga. Minas Gerais. 67p. 2002.
- THIOLLENT, MICHEL. Metodologia da pesquisa-ação. Cortez Editora. 10ª ed. 103p. 2002.
- SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. Administração da produção. [Operations management]. Maria Teresa Corrêa de Oliveira (Trad.). 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002. 745p.
- ZATTAR, CRISTINA IZABEL. O USO DO INDICADOR OEE COMO FERRAMENTA NA TOMADA DE DECISÕES EM UMA INDÚSTRIA GRÁFICA – UM CASO PRÁTICO. Periódico da área de Engenharia Industrial e áreas correlatas: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis, SC, Vol. 2, n. 2, p. 113p. – 132p. Dez. 2010.

# Capítulo 28

## RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DA LOGÍSTICA REVERSA AOS CUSTOS EVITADOS

[10.37423/200200282](#)

*Nilton dos Santos Portugal (Professor Mestrado em Desenvolvimento Regional do Centro Universitário do Sul de Minas - Unis-MG).*

*Pedro dos Santos Portugal Júnior (Professor Mestrado em Desenvolvimento Regional do Centro Universitário do Sul de Minas - Unis-MG).*

*Gustavo Andrade Abreu (Professor Graduação a Distância do Centro Universitário do Sul de Minas - Unis-MG).*

*Wanderson Gomes de Souza (Professor Graduação a Distância do Centro Universitário do Sul de Minas - Unis-MG).*

**RESUMO:** O presente trabalho objetivo apresentar fundamentos e conceitos relacionados à cadeia de suprimentos e à logística reversa passíveis de aplicação e análise como importantes fatores para a redução de custos e a mitigação dos impactos ambientais. Foca-se especificamente analisar, sob a ótica ambiental, a contribuição de melhorias advindas da inovação nos processos de distribuição e embalagens. Inicia-se o estudo abordando teorias relacionadas à Cadeia de Suprimentos, focando a otimização de operações; na seção seguinte a abordagem se dá nos conceitos e fundamentos da logística reversa, como estratégia de ganhos mútuos (organizações e sociedade) e fator de contribuição à mitigação dos impactos ambientais.

Ao final, o artigo apresenta um estudo de caso sobre as contribuições da estratégia deste tipo de logística ao método de valoração ambiental conhecido por custos evitados, segue-se uma discussão reflexiva sobre as possíveis formas de adaptar processos e procedimentos de setores industriais brasileiros, como o automotivo, a esse novo contexto de responsabilidade socioambiental.

**Palavras-Chave:** Responsabilidade Socioambiental; Logística Reversa; Custos Ambientais.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o desenvolvimento sustentável, como conciliação das vertentes econômica, social e ambiental, tornou-se norteador das empresas em seus processos de produção, operação e comercialização. Cientificamente os primeiros passos, nesse sentido, foram dados a partir das décadas de 1960 e 1970, com o surgimento da obra *The Silent Spring* de Rachel Carson e com a realização da Conferência de Estocolmo em 1972 e, concomitantemente, a publicação do relatório *Limits to Growth* pela equipe do MIT (Clube de Roma). Outros tantos congressos e publicações vêm discutindo e ressaltando a problemática ambiental, apontando como decorrências das degradações o avanço das atividades empresariais, a intensificação da exploração de recursos naturais, a dependência crescente do petróleo, a emissão de poluentes e a crescente utilização do automóvel.

A partir da década de 90 a preocupação com a limitação dos recursos naturais do planeta em absorver a demanda da produção e do consumo, além da busca por inovações que promovam ganhos de bem-estar, se tornou presente nas estratégias de negócios, tornando evidente a necessidade de um sistema produtivo que respeite e preserve o meio ambiente e seus serviços ecossistêmicos.

A necessidade de inovação tecnológica e a busca por processos eficazes e planejados ambientalmente são respostas às novas exigências legais e aos comportamentos de consumo mais conscientes. Ressaltam-se, neste trabalho, projetos de cadeias de suprimentos mais especificamente os de logística reversa, como fator de mitigação dos impactos ambientais, uma vez que colaboram para o apropriado descarte do lixo, a reciclagem e reutilização de materiais e o reuso de embalagens retornáveis.

Nesse sentido, o presente artigo objetiva descrever caminhos que podem ser trilhados pela indústria no contexto da logística reversa e suas contribuições para o desenvolvimento sustentável. Especificamente busca-se também refletir sobre novas formas de análise de projetos que envolvam inovações estratégicas que possam contribuir para melhores resultados econômicos e ambientais.

Tal estudo justifica-se pelo fato de colaborar no entendimento da responsabilidade ambiental e da aplicação de estratégias logísticas, em sentido reverso, que possam promover um gerenciamento ambiental mais eficaz. A aplicação da logística reversa nas cadeias produtivas não só atende aos anseios de um novo comportamento de consumo como também passa a ser, para determinados setores e indústrias, uma obrigação em atender às exigências da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para atingir os objetivos do estudo utilizam-se os métodos analítico e dedutivo que, segundo Lakatos e Marconi (1991), analisam dados e parte de concepções gerais para compreender e apresentar conclusões específicas e corretas, se as premissas forem verdadeiras. Como técnica opta-se pela pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, sendo assim um trabalho de caráter exploratório.

## 2. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO

Nas últimas duas décadas do século passado grandes transformações ocorreram e puderam ser percebidas nos conceitos e nas práticas gerenciais, especialmente no que se relaciona às áreas de marketing e operações. A qualidade total e a produção enxuta contribuíram com técnicas e procedimentos que foram amplamente adotados em quase todo o mundo, contribuindo para novos avanços e resultados organizacionais.

Segundo Fleury (2008), dois conceitos surgiram na trilha dessas mudanças: (a) a logística integrada, no início da década de 80 evoluindo rapidamente, tendo a tecnologia da informação e as exigências crescentes por desempenhos eficazes como principais fatores que contribuíram para tal evolução; (b) o Supply Chain Management-SCM, ou Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, surgiu no início dos anos 90. Para alguns críticos nada mais que uma ampliação da atividade logística para além das fronteiras organizacionais. Em contraposição, há uma corrente que afirma que este conceito é mais do que uma simples extensão da logística integrada, pois abarca um conjunto de processos que extrapola as atividades diretamente relacionadas com a logística. Além disso, existe uma definitiva necessidade de integração de processos em toda a cadeia. Tal integração abranda as incertezas da demanda e da oferta e tem a capacidade de instigar os agentes a desenvolverem cadeias mais flexíveis e adaptáveis às influências do ambiente.

O processo logístico envolve o planejamento, a implementação e o controle dos fluxos para movimentar produtos de maneira eficiente da produção ao consumo. Para Chan e Zhang (2011), na maioria das empresas, a logística tem a tarefa de implementar metas que as tornem mais lucrativas por meio da redução de custos, da otimização da entrega e da melhora e flexibilidade do serviço. Corroborando, Gunasekaran e Ngai (2009) afirmam que as empresas dispostas em operar dessa forma precisam desenvolver sistemas capazes de responder com rapidez às variáveis que influenciam a dinâmica da cadeia que pretendem participar.

Para Cheng et al. (2011), o objetivo principal no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos é conseguir estabelecer fluxos organizados, desde a matéria-prima até a chegada do produto final ao

consumidor. Para se obter sucesso na gestão desta cadeia uma empresa deve, junto aos fornecedores e clientes, sustentar um ativo fluxo de informações, no que diz respeito à demanda e às disponibilidades.

Das externalidades positivas de uma cadeia de suprimentos, autores como Katz e Shapiro (1985) e Economides (1996) citam as fontes de agregação de valor, porém ressaltam, em outro viés, as potencialidades desta mesma cadeia em contribuir para a minimização das externalidades negativas, impactos gerados pelos processos de produção e consumo que determinam custos e, muitas vezes, não são valorados pelo mercado. Um dos mecanismos que pode contribuir significativamente nesse contexto é a utilização da logística em fluxo reverso.

### 3. A Logística Reversa como Fator de Mitigação

Com o crescimento da competitividade dos mercados e o surgimento das discussões em torno da problemática ambiental surge a logística reversa como uma possibilidade de agregação de valor econômico, ecológico e legal para as organizações através de estratégias voltadas para a redução de custos e melhoria de imagem. Para Fischer et al. (2003), a logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até sua origem, com a finalidade de recapturar valor ou ajustar o seu destino.

Fleischmann e Kuik (2003), afirmam que os mais fortes motivos para a evolução desta tipologia logística foram as alianças nas cadeias produtivas e a ampliação dos conceitos de responsabilidade social e ecológica. Para os autores, o modelo de ciclo de vida de um produto pode servir como uma base de auxílio ao tomador de decisão no desenvolvimento de um projeto logístico, ao determinar quais matérias-primas poderão ser utilizadas e que causarão menos impacto ambiental; quais as que poderão ser reutilizadas no processo produtivo, quais equipamentos e processos serão mais eficientes na redução do consumo energético na fabricação e qual o tipo de embalagem mais adequado sob a ótica ambiental.

Retomando Fischer et al. (2003), os autores afirmam que a logística reversa deve ser entendida e utilizada pelas organizações e cadeias como um instrumento que oportuniza a redução de custos e agrega valor, criando diferenciais competitivos através de um gerenciamento integrado do ciclo do

produto e dos custos envolvidos ao longo de sua vida, um meio para o desenvolvimento de vantagens competitivas.

As preocupações e a conscientização relativas ao meio ambiente como forças propulsoras para mudança crescem juntas com a população e a industrialização, e nesse contexto, o que mais suscita discussões e debates são as questões relacionadas a descartes e reciclagem dos resíduos sólidos. O Brasil deu um importante passo na direção de gerenciamentos mais duradouros e responsáveis ambientalmente. Atualmente, as atitudes ambientalmente corretas estão sendo instigadas e incentivadas por força de lei.

O Artigo 3º da Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e definiu o termo “logística reversa” como:

Art. 3º - Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

XII- logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Lei 12.305, p.2).

Sabe-se que a referida lei tem como principal contribuição a obrigatoriedade das adaptações por parte das empresas a uma gestão ambientalmente sustentável. Todavia, saem na frente empresas participantes de cadeias que já estão dentro desta dinâmica e detentoras de canais logísticos em sentidos reversos. Ressalta-se que dispêndios com canais de retorno e o correto descarte, quando for o caso, passam a compor os custos do produto. Além destes dispêndios, consideram-se ainda os valores dos resíduos que retornam ao processo produtivo e os valores de revenda de materiais recicláveis para outros fins, que não os da produção original. Uma proposição do cálculo destes valores pode-se observar na Equação (1).

$$CRP = VR + CLR - VR \quad Eq. (1)$$

Onde:

CRP: Custo do retorno do produto;

VR: Valor do produto no mercado, se necessária a compra;

CLR: Custos com todos os trâmites reversos (transporte, mão-de-obra e etc.);

VR: Valor recuperado, valor economizado quando da reutilização do material no processo produtivo ou valor recebido pela venda a outras empresas interessadas.

Nota-se, que novos custos e receitas começam a fazer parte das movimentações financeiras das empresas, porém faz-se necessário a correta interpretação destas contas em contextos contábil e econômico.

## 4. CUSTOS AMBIENTAIS

O gerenciamento de impactos ambientais advindos da produção demanda um controle adequado e coerente dos custos ambientais que estes processos despendem, bem como sua correta internalização visando uma responsável atenção e, por conseguinte, o desenvolvimento sustentável. Ressalta-se que a sustentabilidade se apresenta sob aspectos ambientais e sociais, porém, a proposta deste trabalho visa abordar a concepção ambiental da sustentabilidade via incorporação desta na aplicação da logística reversa.

Para isso faz-se mister métodos que permitam a valoração do meio ambiente em unidades monetárias a fim de que a análise dos custos possa realizar-se de forma mais direta. Estudos envolvendo a valoração ambiental podem ser, resumidamente, classificados segundo Comune (1994) e Portugal Jr. e Portugal (2010) como: (a) baseados em informações de mercado: Método de Preços Hedônicos e Método de Mercado Substituto; (b) estado de preferências: com uso de questionários e contribuições financeiras aos órgãos de preservação através do Método de Custo de Viagem, Método de Valoração Contingente e Método de Disposição a Pagar; (c) identificação de alterações ambientais: Método de Dose Resposta ou Produtividade Marginal, Método de Custos de Reposição, Método de Custos Evitados, Método de Custos de Controle e Método da Curva de Possibilidade de Produção.

Como o objetivo é descrever caminhos que podem ser trilhados pela inovação na indústria no contexto da logística reversa e suas contribuições para a mitigação dos impactos ambientais, propõe-se aqui uma rápida conceituação do Método de Custos Evitados.

Este método relaciona-se diretamente com a otimização do uso de recursos naturais e insumos, procurando evitar impactos ambientais maiores no futuro. Maia et al. (2004) afirmam que por este método é possível estimar o valor do recurso ambiental com base em atividades defensivas.

A depender das circunstâncias, gastos para se evitar danos ambientais tendem a ser menores que os gastos com a reposição do ambiente destruído ou mesmo a perda de produção advinda do impacto ambiental. Para Portugal Jr. e Portugal (2010), quanto maior a diferença entre os custos defensivos e os custos de recuperação e perda mais interessante torna-se a aplicação deste método. Esta consideração é uma importante visão que muitas organizações começam a perceber, pois, além de evitar custos maiores com recuperação do meio ambiente, demonstram à sociedade que seus gestores possuem um comportamento preventivo, melhorando assim sua imagem.



## 5. ESTUDO DE CASO – DISCUSSÕES E REFLEXÕES

Utilizando-se de um estudo de caso, essa seção tem o foco no setor automobilístico, mais especificamente na indústria de autopeças, tendo como objetivo descrever ganhos, no sentido sustentável ambientalmente, através de custos que podem ser evitados por inovações em embalagens e operações logísticas. Ressalta-se que a empresa, fonte das informações, por motivos estratégicos, não permitiu sua identificação.

De acordo com Wadhwa et al. (2008), o Setor Automotivo se desenvolveu, cresceu e se tornou um dos mais representativos do mundo. Tal representatividade se deu principalmente por seu pioneirismo e em função disso as indústrias deste setor têm estado na vanguarda das inovações gerenciais e tecnológicas. Porém, mesmo estando em um momento favorável, o setor tem enfrentado desafios como as exigências crescentes dos consumidores relacionadas à qualidade, atendimento, prazos, preços, novas legislações e de modo mais recente a necessidade de processos e produtos ecologicamente corretos.

Outros desafios que o setor vem enfrentando são a redução do ciclo de vida dos produtos e a rápida inserção de novos modelos no mercado. Cerca de 10% de todo o comércio mundial ocorrem dentro do âmbito da indústria automobilística e na última década do século XX o Brasil investiu cerca de 30 bilhões em atualizações tecnológicas das plantas já existentes no país e, a maior parte deste valor, em construção de novas plantas fabris.

Segundo Biraes et al. (2006), hoje a principal prioridade ambiental da indústria em estudo é a redução de embalagens e lixo, tendo como foco a promoção da utilização de embalagens retornáveis. Com a busca de um equilíbrio econômico e ambiental, a alternativa pelo sistema de embalagens retornáveis tende a substituir as tradicionais embalagens descartáveis de papelão ou madeira por embalagens retornáveis de plástico ou metal com ciclos infundáveis de operações de transporte, e que ao final da sua vida útil ainda têm a possibilidade de serem recicladas. Tal substituição visa eliminar de forma considerável a geração de resíduos sólidos tanto em processos produtivos, quanto na distribuição.

### 5.1 AS EMBALAGENS

Como o objetivo do trabalho é descrever caminhos que podem ser trilhados pela indústria no contexto da logística reversa e suas contribuições para o desenvolvimento sustentável, abordar-se-á aqui a embalagem apenas como um invólucro que visa atender as necessidades de cada produto com suas

especiais características, sendo estas características aquilo que determina a forma como será embalado, armazenado e transportado, observando suas contribuições à redução dos impactos ambientais.

De acordo com Taylor (2008), as etapas para o desenvolvimento de uma embalagem perpassam pela verificação do tipo de produto, qual seu estado físico e tamanho, com estas informações decide-se por uma embalagem única (granel) ou uma embalagem para cada produto. Qual o peso e o volume do produto? Qual o volume da embalagem em relação ao modal indicado? Qual o valor agregado ao produto em relação ao seu peso? Com a análise de riscos, mediante ao material utilizado, a embalagem terá seu nível de fragilidade e perante as propriedades são determinados os níveis de periculosidade, para manuseio e transporte, e a perecibilidade.

Ainda o autor classifica as embalagens em três tipologias: primárias, secundárias e terciárias. A embalagem primária é aquela que fica em maior contato com o produto, podendo ser uma caixa que proteja o produto no primeiro instante. As secundárias são de forma geral caixas de papelão que agregam um número padrão de embalagens primárias, reunidas para dar facilidade ao manuseio. E as terciárias são aquelas de transporte, como paletes, espumas de proteção e filmes plásticos, conhecidos por stretch.

De acordo com Xavier et al. (2006), as composições químicas dos plásticos os tornam um recurso não-renovável, daí a importância da sua reutilização, ou ainda na reciclagem, com a finalidade de retardar o esgotamento desta fonte, reduzir o volume de lixo e aumentar a vida útil dos aterros. Ainda segundo o autor, os polímeros utilizados na fabricação destas embalagens possibilitam a substituição de matérias-primas como madeira e papelão.

Algumas inovações em embalagens são notórias, desde aquelas que possuíam uma pequena gama de recipientes pesados e rígidos feitos basicamente de produtos naturais até as atuais que se tornaram mais flexíveis, leves e responsáveis ambientalmente. Nesse contexto, a indústria de autopeças seguiu uma linha de raciocínio simples: primeiro, a adequação às exigências das montadoras, que exigem dia após dia produtos e processos ambientalmente sustentáveis; segundo, a redução de custos com a eliminação de embalagens não-retornáveis; e terceiro, a motivação pela inovação através de projetos de embalagens inteligentes e retornáveis.

Sabe-se que na indústria de autopeças a confiabilidade na entrega é atributo que garante contratos duradouros. Entretanto, requisitos ambientais, há algum tempo, são qualificadores e imprescindíveis para se manter no mercado.

## 5.2 SIMULAÇÃO

Para fins de cálculos financeiros e econômicos, através do Método de Custos Evitados, os valores e as situações foram coletados junto uma empresa do setor e profissionais das áreas ambiental e controladoria.

### Caso1

Para envio de peças que recebem certo tratamento químico, de caráter estético e alto valor agregado, utiliza-se a seguinte embalagem:

[caixa de papelão + saco manta para cada peça dentro da caixa + palete de madeira + filme stretch para envolvimento das caixas sobre o palete (este não fará parte do cálculo por sua alta variabilidade e baixo custo). Nesta somente os paletes de madeira retornam à empresa].

Estas peças vêm de um primeiro processo fabril, além dessas são utilizadas as seguintes embalagens internas:

[caixa de madeira + saco manta para cada peça dentro da caixa].

<b>CUSTO EMBALAGEM INTERNA</b>			
<b>DESCRIÇÃO DO ITEM</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO (R\$)</b>	<b>UNIDADES UTILIZADAS NA EMBALAGEM</b>	<b>CUSTO TOTAL DA EMBALAGEM (R\$)</b>
CAIXA MADEIRA	60,00	1	60,00
SACO MANTA	0,23	300	69,00
<b>TOTAL:</b>			<b>129,00</b>

Fonte: dos autores

Tabela 1 - Custos da embalagem interna

Desta embalagem o valor da caixa de madeira foi exposto apenas para obtenção de noções de valor, pois a mesma é reutilizada internamente, não sendo enviada à montadora.

<b>CUSTO EMBALAGEM EXTERNA</b>			
<b>DESCRIÇÃO DO ITEM</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO (R\$)</b>	<b>UNIDADES UTILIZADAS NA EMBALAGEM</b>	<b>CUSTO TOTAL DA EMBALAGEM (R\$)</b>
CAIXA PAPELÃO	2,50	1	2,50
SACO MANTA	0,23	100	23,00
PALETE MADEIRA	40,00	1	40,00
<b>TOTAL:</b>			<b>65,50</b>

Fonte: dos autores

Tabela 2 - Custos da embalagem externa

Nesta embalagem a caixa de papelão e os sacos manta não são retornáveis e os paletes, conforme mencionado anteriormente, são retornáveis. Logo, o custo total da embalagem neste caso, somando o custo das embalagens interna e externa é de R\$194,50, desconsiderando a caixa e o palete de madeira (retornáveis e reutilizados) o custo final com embalagens por envio cai para R\$ 94,50.

Caso2

Com o objetivo de tornar as embalagens retornáveis, a empresa buscou desenvolver um protótipo com dimensões compatíveis utilizando um material plástico conhecido como polionda, este intempérie e resistente até mesmo às substâncias químicas, 100% reciclável.

<b>CUSTO NOVA EMBALAGEM</b>			
<b>DESCRIÇÃO DO ITEM</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO (R\$)</b>	<b>UNIDADES UTILIZADAS NA EMBALAGEM</b>	<b>CUSTO TOTAL DA EMBALAGEM</b>
CAIXA POLIONDA	230,00	1	230,00
PALETE POLIONDA	130,00	1	130,00
<b>TOTAL:</b>			<b>360,00</b>

Fonte: dos autores

Tabela 3 - Custos da nova embalagem

O custo da caixa de polionda inclui cantoneiras metálicas, colméias móveis e outras exigências da montadora, conforme necessidade do produto. As caixas continuarão sendo paletizadas, por isso a necessidade do desenvolvimento dos paletes.

CUSTOS COM AS EMBALAGENS	
ITEM / DESCRIÇÃO EMBALAGEM	CUSTO EMBALAGEM (R\$)
(Caso1) EMBALAGEM INTERNA + EXTERNA (MADEIRA + PAPELÃO) – MATERIAIS RETORNÁVEIS	$129,00 - 60,00 + 65,50 - 40,00 = 94,50$
(Caso2) CAIXA POLIONDA + PALETE POLIONDA (100% RETORNÁVEIS)	360,00

Fonte: dos autores

Tabela 4 - Comparativo dos custos com as embalagens

Ao considerar a movimentação do produto referente a esta proposta e o seu respectivo fornecimento semanal à montadora (2 envios de 40 unidades), o custo total, dentro de um período de seis meses, terá sua composição de acordo com a Tabela 5:

EMBALAGEM NÃO-RETORNAVEL	
Fornecimento por transporte	40 unid
Fornecimento semanal	2 x por semana
Qtde semanas por mês	4
Fornecimento mínimo estabelecido em contrato	6 meses
Custo por embalagem	R\$ 94,50
Custo total	R\$ 181.440,00

Fonte: dos autores

Tabela 5 - Custo total com embalagens não-retornáveis (Caso1)

Considerando que os custos com as embalagens retornáveis (Caso2) serão desembolsados apenas uma vez, não levando em conta a vida útil da mesma (5 anos), mas sim um prazo mínimo de contrato para fornecimento de 6 meses, o valor a ser despendido é de:

Custo da embalagem não-retornável	R\$ 360,00 / unidade	(1)
Quantidade necessária para o fornecimento	40 unidades	(2)
Estoque para necessidades contingenciais	40 unidades	(3)

$$\text{Custo total com embalagens retornáveis} = (1) \times [(2) + (3)] = \text{R\$ } 28.800,00$$

Como o Método de Custos Evitados relaciona-se diretamente com a otimização e tem como recomendação a estimativa de valor do recurso ambiental com base em atividades defensivas, a simulação tende ao seguinte raciocínio:

$$CE = CS_{\text{atual}} - CP_{\text{inovação}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

CE: Custos Evitados;

$CS_{\text{atual}}$  = Custos com embalagens na atual situação;

$CP_{\text{inovação}}$  = Custos com embalagens retornáveis, proposta de inovação.

Neste caso, o valor a ser evitado é de R\$ 152.640,00, considerando apenas um prazo de fornecimento de seis meses, o investimento inicial nas novas embalagens trará benefícios de caixa a partir da oitava viagem, ou seja, na quarta semana de operações. Caso o fornecimento seja mantido por mais tempo os valores aumentarão consideravelmente.

Inovações como estas são possíveis e importantes para os negócios, principalmente quando se trata de um dos setores que mais geram riquezas, todavia, que mais influenciam e impactam negativamente o meio ambiente.

A proposta de substituir as embalagens de madeira e papelão (não-retornáveis) por embalagens de polionda (retornáveis) teve como foco a oportunidade de reduzir a extração e o consumo de recursos naturais, mitigando os impactos ambientais, contudo sabe-se que embalagens de polionda são confeccionadas com recursos não-renováveis, tornando necessários a consciência e os incentivos à reciclagem e à reutilização ao fim de sua vida útil.

Ressalta-se que a viabilidade da proposta, neste caso, demonstra-se extremamente positiva em função da existência de uma coordenação forte e puxada pela montadora, esta influenciada não só por um novo comportamento de consumo como também pelo contexto institucional advindo da Lei 12.305. Outros pontos positivos e a favor para o contexto são: (a) a estrutura e a dinâmica da cadeia de suprimentos que tanto a montadora quanto a indústria fornecedora, aqui citada e trabalhada na simulação, fazem parte; e (b) a existência do transporte específico e estabelecido em contrato permanente de prestação deste serviço, o que facilita a estratégia da logística em sentido reverso.

Em casos onde não existam a estrutura da cadeia e a logística já implementada, faz-se necessário considerar, nos estudos de viabilidade econômico-financeira, investimentos a serem despendidos para tais estruturas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas falar e refletir sobre o desenvolvimento sustentável não basta. O planeta pede socorro e isto pressupõe envolvimento de todos. Empresas têm papéis fundamentais neste contexto, sejam na gestão correta dos ciclos de vida de seus produtos, na atenção às novas exigências de consumo ou no cumprimento de leis.

No que se refere à Logística, é importante ressaltar que estratégias estão sendo desenvolvidas a cada dia, permitindo às organizações passarem de papel reativo a um papel inovador. Nesse sentido, a agregação de valor poderá acontecer pelas oportunidades de redução de custos; pela reutilização de insumos e materiais, como demonstrada no trabalho; pela otimização da rede reversa; pelo correto gerenciamento das informações, acuracidade, disponibilidade, integração e compartilhamento de sistemas de apoio; pela harmonia na coordenação da cadeia; e pela cooperação entre os agentes e parceiros.

É importante ressaltar que projetos inovadores, como o apresentado neste trabalho, têm sido desenvolvidos pela indústria. Os resultados disso? Mudanças e soluções menos agressivas ao meio ambiente.

Em suma, entender a estrutura e a dinâmica da cadeia de suprimentos, as novas configurações e estratégias logísticas, principalmente no fluxo reverso, e a correta metodologia de custeio ambiental pode contribuir para uma administração mais consciente e verdadeiramente focada no desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

BIRAES, A.; BELFIORE, P.P.; ROTONDARO, R.G. A logística ambiental no setor logístico brasileiro. In: ENEGEP, 2006, Fortaleza. XXVI ENEGEP. Disponível

em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006>>. Acesso em: 31 out. 2011.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasil-DF. DOU, p.2, 03/08/2010.

CHAN F.T.S.; ZHANG, T. The impact of Collaborative Transportation Management on supply chain performance: a simulation approach. *Expert Systems with Applications*, Vol.38,n.3,p.2319-2329, 2011.

CHENG, T.C.E.; GAO, C.Y.; SHEN, H.C. Production planning and inventory allocation of a single-product assemble-to-order system with failure-prone machines. *International Journal of Production Economics*, Vol.131,n.2,p.604-617, 2011.

COMUNE, A. E. Meio ambiente, economia e economistas: uma breve discussão. In: MAY, P. H.; MOTTA, R. S. da (org.). *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. p.45-59. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

ECONOMIDES, N. The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, Vol.13,p.673-699, 1996.

FISCHER, C.; PARRY, I.W.H.; PIZER, W.A. Instrument choice for environmental protection when technological innovation is endogenous. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.45,n.3,p.523-545, 2003.

FLEISCHMANN, M.; KUIK, R. On optimal inventory control with independent stochastic item returns. *European Journal of Operational Research*, Vol.151,p.25-37, 2003.

FLEURY, P. F. *Supply Chain Management: conceitos, oportunidades e desafios da implementação*. Rio de Janeiro: COPPEAD-UFRJ, 2008. Disponível em <<http://www.centrodelogistica.com.br>>. Acesso em: 22 out. 2011.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E.W.T. Modeling and analysis of build-to-order supply chains. *European Journal of Operational Research*, Vol.195,n.2,p.319-334, 2009.

KATZ, M.L.; SHAPIRO C. Network externalities, competition and compatibility. *The American Economic Review*, Vol.75,n.3,p.424-440, 1985.

LAKATOS, E. Maria; MARCONI, M. de A. *Metodologia científica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MAIA, A.G.; ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P. *Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações*. Campinas, 2004. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicações>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

PORTUGAL JR., Pedro dos S.; PORTUGAL, Nilton dos S. A internalização de custos ambientais totais na gestão financeira das organizações. In: SEMEAD, 2010, São Paulo. XIII SEMEAD. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

TAYLOR, D. A. *Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial*. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2008.

XAVIER, L.H.; CARDOSO, R.; MATOS, R. M.; ADISSI, P.J. Legislação ambiental sobre destinação de resíduos sólidos: o caso das embalagens plásticas pós-consumo. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais>>. Acesso em 12 nov. 2011.

WADHWA, S.; BIBHU, S.; BHOON, K. S.; CHAN, F.T.S. Postponement strategies for re-engineering of automotive manufacturing: knowledge-management implications. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.39,p.367-387, 2008.



# Capítulo 29

## AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL À LUZ DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO POLO DE CONFECÇÕES DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE – PE

[10.37423/200200289](#)

*Adriana dos Santos Bezerra (UNIFACISA - [adriana\\_bezerra@hotmail.com](mailto:adriana_bezerra@hotmail.com))*

*Lúcia Santana de Freitas (UFCEG - [lucia.sdefreitas@gmail.com](mailto:lucia.sdefreitas@gmail.com))*

**RESUMO:** As lavanderias industriais que fazem parte do processo de produção de confecções possuem características particulares de impactos ambientais, gerando externalidades negativas pelo uso de recursos como água e lenha, como também corantes e enzimas em seus processos. Neste contexto, este artigo procura explicar como a adoção de Produção Mais Limpa (P+L) poderia contribuir para aprimorar o desempenho ambiental do processo produtivo de lavanderias industriais do setor de confecções. Dessa forma, o presente estudo objetiva avaliar as atividades de uma lavanderia industrial localizada no polo de confecções de Santa Cruz do Capibaribe-PE à luz da Produção Mais Limpa. Com a realização do estudo foi possível identificar oportunidades que resultariam em ganhos econômicos e ambientais como a redução da quantidade de água e lenha utilizadas nas atividades desenvolvidas, como também se percebeu a possibilidade de se reutilizar a água e o lodo gerado no tratamento e ainda realizar a reciclagem das embalagens de produtos utilizados nas atividades desenvolvidas.

**Palavras-chave:** Produção Mais Limpa; Setor de confecções; Lavanderia Industrial

## 1. INTRODUÇÃO

O setor têxtil e de confecções compreende uma das indústrias mais tradicionais da economia brasileira, tendo grande importância por ser forte gerador de emprego e renda, sendo o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo. Conforme a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit) os dados referentes ao ano de 2015 indicam que o setor têxtil e de confecção compreende 32 mil empresas formais em todo o país, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas (juntos), sendo também o segundo maior gerador do primeiro emprego no país (ABIT, 2016). Segundo Campos & Campos (2005), trata-se de um tradicional empregador em tempos de crescimento, como também consideram tal setor um forte desempregador em períodos de crise. De acordo com CNI/ABIT (2012), o setor têxtil e de confecção brasileiro tem destaque no cenário mundial, não apenas por seu profissionalismo, criatividade e tecnologia, mas também pelas dimensões de seu parque têxtil, sendo a quinta maior indústria têxtil do mundo e a quarta maior em confecção, o segundo maior produtor de denim, tecido de algodão em que somente os fios do urdume (longitudinais) são tingidos com corante anil, e o terceiro na produção de malhas.

Conforme Silva et al (2012), na Região Nordeste, mais especificadamente no Agreste Pernambucano, o desenvolvimento e expansão das indústrias de confecção e têxtil tem adquirido relevância, sendo atualmente essa a principal atividade industrial da Mesorregião. O avanço e a consolidação do Polo Têxtil e de Confecção abrangem, principalmente, os municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama.

De acordo com estudos relacionados ao setor do SEBRAE/MULTIVISÃO (2008), estima-se que Pernambuco conte, atualmente, com 342 empresas de fabricação de produtos têxteis e 1.827 empresas atuando na produção de confecções e artigos do vestuário e acessórios, as quais estão distribuídas em diferentes segmentos. Parte relevante das vendas nas feiras do Polo de Confecções do Agreste, principal centro de produção do Estado, volta-se para clientes que vêm de outros Estados do Nordeste e do Norte do país. Em média, 54% das vendas nas feiras do polo destinam-se para fora de Pernambuco (FADE/SEBRAE, 2003).

Conforme Silva et al (2012), ao analisar o período de 1999 a 2009, foi possível observar que houve um crescimento significativo da participação do Agreste Pernambucano na produção têxtil do Estado, com 70 % desse total no ano de 2009. Entre os municípios do polo de confecções destacam-se Caruaru,

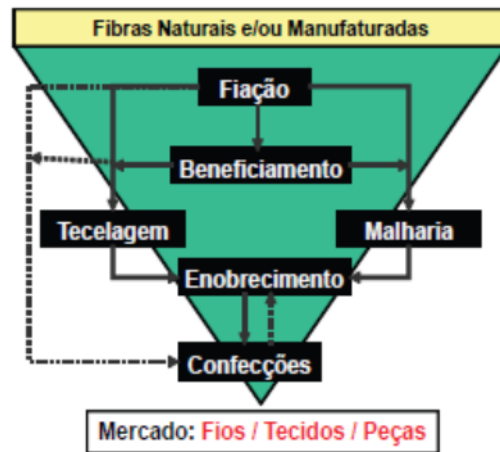
com a participação mais significativa dentro do Estado. De acordo com dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-MTE), nesse município concentram-se aproximadamente 33% dos estabelecimentos têxteis e de confecção correspondentes ao ano de 2009. Enquanto os outros municípios, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, contam com 17% e 8% respectivamente (RAIS-MTE, 2010).

No setor de confecção, prevalece a grande informalidade e destaca-se ainda por abranger vários segmentos de negócios, tais como: estamparia, bordado, tinturaria, texturização e lavagem do jeans. Convém ressaltar que no referido setor do polo ocorre um diferente formato de produção com a terceirização de fases, onde as diversas etapas do processo produtivo podem ser realizadas por partes, por prestadores de serviço diversos, chamados “facções”, até chegar ao produto acabado. Essa modalidade de produção tem sido adotada, sobretudo por feirantes que não possuem instalações e maquinários próprios.

Como descrito pela análise setorial do Valor Econômico (2006), a estrutura da cadeia têxtil e de confecções inicia-se com a matéria-prima (fibras têxteis), sendo transformada em fios nas fábricas de fiação, de onde seguem para a tecelagem, que fabrica os tecidos planos, ou para a malharia (tecidos de malha). Posteriormente, passam pelo acabamento para finalmente atingir a confecção. O produto final de cada uma dessas fases é a matéria-prima da fase seguinte. Na etapa final, os produtos podem chegar ao consumidor em forma de vestuário ou de artigos para o lar como cama, mesa, banho, decoração e limpeza. Além desses usos tradicionais, os tecidos também podem ser destinados ao uso industrial (filtros de algodão, componentes para o interior de automóveis, embalagens etc.).

Sobre a cadeia produtiva Têxtil/Confecções, Costa e Rocha (2009) afirmam que é formada por diversos segmentos industriais que são autônomos, cuja interação, porém, é fundamental para a sua organização. Bastian (2009) ressalta que muitas indústrias têxteis não implantam o ciclo completo das etapas de produção, incluindo as confecções, buscando a terceirização de etapas do processo em “indústrias de facção” que constituem a maioria das empresas do ramo de confecção. O referido autor argumenta ainda que em diversos polos têxteis há grande número de empresas que só se dedicam a uma fase do processo de fabricação das roupas, com a inclusão das lavanderias, foco de análise deste estudo, acopladas ao seu fluxo produtivo.

Figura 1- Configuração simplificada da cadeia têxtil



Fonte: SINDITÊXTIL (2009)

A Figura 1 apresenta uma configuração simplificada da cadeia têxtil, onde são destacadas as etapas do processo produtivo a partir da divisão das fibras têxteis (Fibras Naturais e Fibras Manufaturadas), fiação, tecelagem e/ou malharia, beneficiamento e enobrecimento dos fios e tecidos e confecções. As lavanderias participam geralmente das etapas de beneficiamento/enobrecimento, nos processos de tingimento, alvejamento e lavagem.

Contudo, as lavanderias industriais que fazem parte do processo de produção de confecções possuem características particulares de impactos ambientais, gerando, além de emprego e renda, externalidades negativas pelo uso de recursos como água e lenha, e ainda corantes e enzimas em seus processos. Sobre essa questão, Silva (2012) considera não apenas os produtos químicos utilizados no beneficiamento dos tecidos, que são prejudiciais ao meio ambiente. O autor adverte ainda sobre a tinta que é utilizada no processo produtivo que altera a cor da água, impedindo a infiltração da luz solar, alterando a base da cadeia alimentar e a quantidade de oxigênio na água do Rio. Além do exposto, cabe destacar ainda a utilização da água como um dos principais insumos utilizados em lavanderias, merecendo especial atenção, sobretudo por se tratar de um recurso escasso na região sendo necessário encontrar formas de reutilizá-lo e reduzir seu uso. Observa-se então a necessidade de buscar soluções que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente que podem ser causados por tais atividades, que além do uso de recursos escassos como a água, sobretudo na referida localidade, gera também resíduos químicos, que são lançados na natureza sem o devido tratamento.

Tendo em vista os impactos ambientais potenciais das atividades desempenhadas em lavanderia industrial para ar, solo e água, considerando os corantes e poluentes associados, este artigo procura

responder a seguinte questão: Como a adoção de Produção Mais Limpa (P+L) poderia contribuir para aprimorar o desempenho ambiental do processo produtivo de lavanderias industriais do setor de confecções?

No intuito de responder ao questionamento levantado anteriormente, este estudo tem como objetivo avaliar as atividades de uma lavanderia industrial à luz da Produção Mais Limpa localizada no polo de confecções de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Para atingir o objetivo proposto este artigo está dividido em cinco seções. Após esta introdução, a seção 2 apresenta o marco teórico utilizado como base para este estudo. A seção seguinte versa sobre os materiais e métodos empregados e em seguida são expostos os resultados e discussões. Por fim, são tratadas as considerações finais deste estudo.

## 2. Marco Teórico

Segundo Dias (2006), durante o ano de 1989, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), United Nations Environmental Program (UNEP), introduziu o conceito de Produção Mais Limpa (P+L) para definir a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada que envolvesse processos, produtos e serviços, de maneira que previssem ou reduzissem os riscos de curso ou longo prazo para o ser humano e o meio ambiente. A P + L, definida pela UNEP (1989) como sendo a aplicação contínua de estratégia integrada e preventiva de processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência e reduzir os riscos para o homem e o meio ambiente constitui-se numa importante ferramenta capaz de viabilizar a redução de resíduos e insumos e ainda aprimorar a utilização de matéria-prima. Para Barbieri (2004), a P+L teve suas origens estimuladas pela Conferência de Estocolmo, em 1972, com a definição de tecnologia limpa, propondo disseminar menos poluição ao meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais. Para Kiperstok et al., (2013), as emissões e os resíduos gerados podem ser controlados e reduzidos por mudanças realizadas no sistema produtivo, em detrimento de novos princípios da produção mais limpa, que visam principalmente a redução do uso de matérias-primas não renováveis. Vaz (2011, p. 83-99) observa que Produção mais Limpa (P+L) refere-se à produção integrada à proteção ambiental, de forma mais ampla, considerando todas as fases do processo produtivo e o ciclo de vida do produto final, segundo

PNUMA (1993). Para a United Nations Industrial Development Organization - UNIDO refere-se à aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e evitar ou reduzir os danos ao homem e ao ambiente (UNIDO, 2015). O Centro Nacional de Tecnologia Limpa – CNTL (2003a), considera a P+L como sendo o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica, associada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficácia no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos.

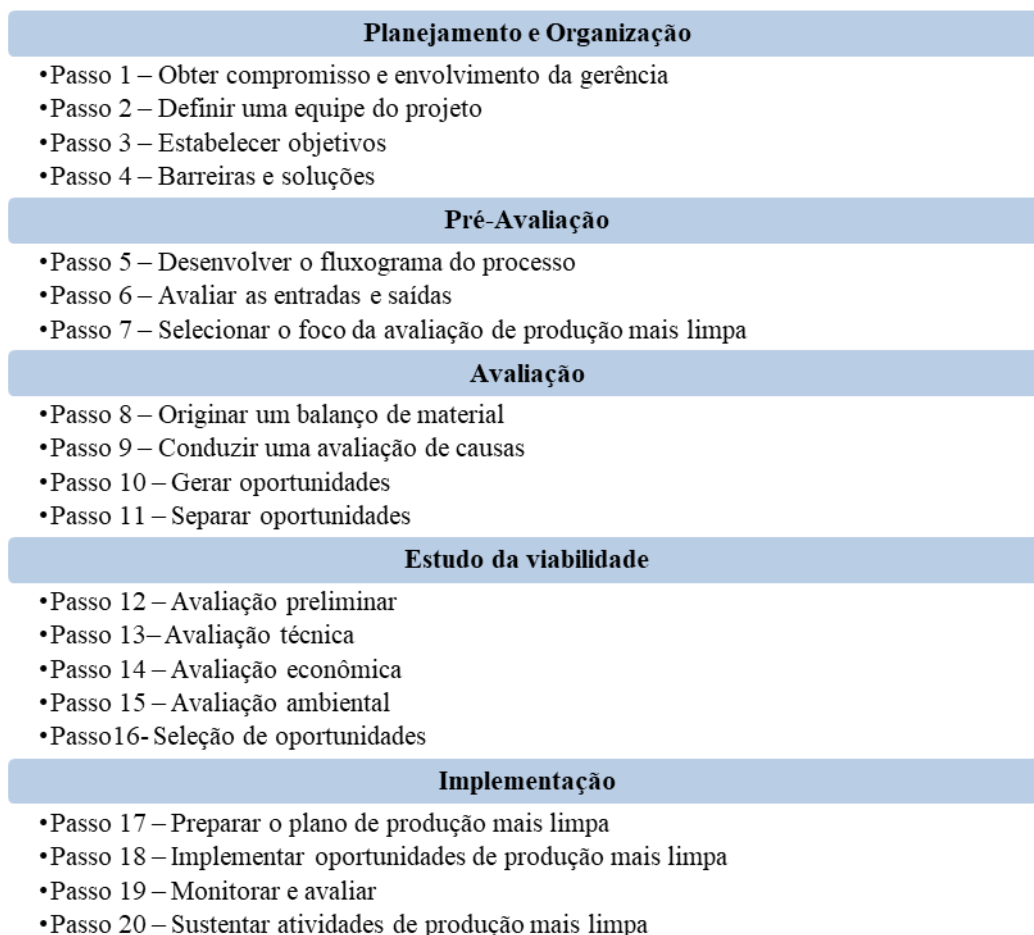
Segundo a UNEP (2002), a necessidade de reduzir custos de produção, aumentar a eficiência e a competitividade dessas empresas vem ao encontro de adoção e implantação da produção mais limpa (P + L), que também contribui para a redução de multas e penalidades por poluição; facilita o acesso às linhas de crédito; melhora as condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhora a imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público; melhora o relacionamento com os órgãos ambientais e com a comunidade, além de proporcionar maior satisfação aos clientes, portanto, resultando em ganhos econômicos, sociais e ambientais. As vantagens da aplicação da P+L estão na redução da quantidade de materiais e energia usados; exploração do processo produtivo com a minimização de resíduos e emissões, induzindo a um processo de inovação dentro da empresa; processo de produção é visto como um todo, minimizando os riscos na disposição dos resíduos e nas obrigações ambientais; caminho para um desenvolvimento econômico mais sustentado, através da minimização de resíduos e emissões (CNTL, 2003b).

Considerando a P+L como ferramenta de Gestão Ambiental, destaca-se a contribuição do enfoque preventivo da P+L ao considerar possível evitar a geração de poluentes na produção de bens e serviços. Sobre essa questão, Sicsú & Silva Filho (2003), colocam que a P+L é vista como estratégia aplicada à Gestão Ambiental, e é indicada como uma ferramenta que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, ocasionando também influência em melhorias econômicas e tecnológicas, aplicando uma abordagem preventiva à Gestão Ambiental. Destaca-se, portanto a importância da utilização da P+L como ferramenta de Gestão Ambiental possibilitando a preservação do meio ambiente, ganhos sociais e econômicos.

Segundo Molinari et al (2012), no Brasil, a metodologia de P+L foi adaptada pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e desde 1995 vem sendo utilizada. A metodologia de P+L apresentada pelo CNTL (2003b) divide o processo nas fases de

Planejamento e Organização, Pré-avaliação, Avaliação, Estudo da viabilidade e Implementação detalhadas na Figura 2.

Figura 2 - Metodologia de P+L proposta pelo CNTL



Fonte: Adaptado do CNTL (2003c)

A metodologia CNTL apresenta-se como sendo a mais completa entre as metodologias existentes e por essa razão foi escolhida. Considerando a limitação de tempo, abrangência da metodologia apresentada e especificidades do setor, o presente estudo optou por utilizar apenas alguns aspectos da pré-avaliação e avaliação, juntamente com as orientações e recomendações contidas no Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil - Série P+L proposta pelo CNTL.

Figura 3 - Barreiras potenciais à implementação de ações de produção mais limpa

CONCEITUAIS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indiferença: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais;</li><li>• Interpretação limitada ou incorreta do conceito de Produção mais Limpa;<ul style="list-style-type: none"><li>• Resistência à mudança.</li></ul></li></ul>
ORGANIZACIONAIS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de liderança interna para questões ambientais;</li><li>• Percepção pelos gerentes do esforço e risco relacionados à implementação de um programa de Produção mais Limpa (falta de incentivos para participação no programa e possibilidade de revelação dos erros operacionais existentes);<ul style="list-style-type: none"><li>• Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa;</li></ul></li><li>• Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto;</li><li>• Experiência limitada com o envolvimento dos empregados em projetos da empresa.</li></ul>
TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausência de uma base operacional sólida (com práticas de produção bem estabelecidas, manutenção preventiva, etc.);</li><li>• Complexidade da Produção mais Limpa (necessidade de empreender uma avaliação extensa e profunda para identificação de oportunidades de Produção mais Limpa);</li><li>• Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa.</li></ul>
ECONÔMICAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investimentos em Produção mais Limpa não são rentáveis quando comparados a outras alternativas de investimento;</li><li>• Desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa;</li><li>• Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados.</li></ul>
FINANCEIRAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias;</li><li>• Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em Produção mais Limpa;</li><li>• Percepção incorreta de que investimentos em Produção mais Limpa representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora destes projetos.</li></ul>
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Foco insuficiente em Produção mais Limpa nas estratégias ambiental, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial;</li><li>• Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes.</li></ul>

Contudo, cabe ressaltar as possíveis barreiras para implementação da P+L. Gasi e Ferreira (2006) afirmam que as barreiras para a introdução dos conceitos de P+L relacionadas aos governos são a falta de comprometimento e apoio, ausência de legislação, entre outras. Entre as barreiras relacionadas com as empresas está a falta de conhecimento, resistência à mudança, carência de corpo técnico qualificado, falta de incentivos econômicos, etc. Os autores mencionam ainda as barreiras relacionadas com as instituições de ensino e pesquisa como carência de recursos humanos capacitados e falta de articulação com os setores produtivos.



No CNTL (2003b) são ressaltadas as barreiras potenciais à implementação de ações de produção mais limpa observadas em estudos que podem impedir ou retardar a adoção de Produção mais Limpa em empresas, conforme Figura 3.

Sobre as aplicações da P+L em lavanderias do setor de confecções no Brasil, Faria e Pacheco (2011) observam que a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) dissemina e incentiva a adoção de medidas de Produção mais Limpa no Estado e disponibiliza em seu site casos de sucesso com implantação de P+L em empresas de diversos setores produtivos. Na listagem do setor têxtil, encontram-se sete arquivos que apresentam os problemas enfrentados pelas empresas, as medidas adotadas segundo os conceitos de P+L e os benefícios alcançados. Das sete ocorrências, quatro referem-se à redução do consumo de água em lavanderias industriais, duas tratam de utilização de água de reúso e uma mostra a redução do uso de cromo na planta de galvanoplastia de fábrica de linhas de costura e zíperes (CETESB).

Bezerra e Monteiro (2009) desenvolveram estudos objetivando saber se as indústrias de confecções estabelecidas em Teresina, especificamente, as que possuem lavanderias industriais, internalizavam no processo de produção medidas de proteção ambiental, particularmente, o sistema de gestão ambiental e de produção mais limpa. Para a consecução do objetivo, realizaram o levantamento bibliográfico e estatístico e, pesquisa de campo, através da aplicação de questionários e entrevistas em oito indústrias do setor. Concluíram que nenhuma das empresas pesquisadas estabeleceu política ambiental ou sistema de gestão ambiental consolidado, contudo ressaltaram que apenas duas delas executaram a produção mais limpa. Constataram que os empresários não perceberam que a aplicação completa de um SGA acarreta vantagens econômicas e ambientais, identificando o SGA como custo extra. Os referidos autores não perceberam em seus estudos a aplicação completa de SGA ou P+L. Observaram ainda que a cobrança da legislação ambiental tem sido o grande incentivador nas empresas que arcam com os custos para purificação dos seus dejetos.

Figura 4 - Experiência internacional com P+L na etapa de beneficiamento têxtil

ETAPA DO PROCESSO	PAÍS	FOCO DE P+L	BENEFÍCIOS
Beneficiamento (desengomagem) de tecidos de nylon	Tailândia	Modificações no processo (consumo de água, produto químico, temperatura e tempo).	Redução de 50% dos custos, menor consumo de água e de energia, menor geração de efluentes.
Beneficiamento de tecidos de algodão	Turquia	Housekeeping e aquisição de trocadores de calor.	Amortização do investimento no primeiro ano, redução das emissões e do consumo de água, de energia e de produtos químicos.
Beneficiamento e confecção de tecidos de malha e lã	Áustria	Balanço de massa, investimento em filtros, treinamento, envolvimento dos fornecedores.	Redução do consumo de água, de gás e de energia, de DQO, de efluentes, de desperdícios, de corantes.
Beneficiamento de tecidos (estamparia)	Índia	Investimento em tecnologia, modificações no processo, substituição de produtos químicos.	Redução do surfactante no efluente, redução do consumo de água (30%) e de energia (50%).

Fonte: Faria e Pacheco (2011)

Faria e Pacheco (2011) explicitam ainda que foram encontrados poucos artigos publicados em revistas brasileiras que versassem detalhadamente sobre os benefícios obtidos com implementação da ferramenta P+L em empresas do setor têxtil. Conforme Faria e Pacheco (2011), buscas realizadas na literatura apresentam artigos abordando a aplicação de P+L em diversos países, conforme Figura 4.

Diante do exposto, evidencia-se que no Brasil, mesmo com a disponibilização de informações, como em guias de aplicação da P+L, ainda existem muitas empresas com enfoque reativo com relação à gestão ambiental. Observa-se a necessidade de disseminar no setor o conceito da P+L nos meios acadêmico e industrial para que a referida ferramenta seja entendida e aceita como solução para problemas econômicos, sociais e ambientais.

## 3.MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se por seu caráter exploratório-descritivo e qualitativo, por propiciar maior compreensão do fenômeno averiguado e, buscar ainda descrevê-lo inteiramente sem a utilização de instrumentos estatísticos no processo de análise.

Assim, utilizou-se como meio o estudo de caso. Conforme Yin (2005) trata-se da estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, quando não se podem manipular comportamentos relevantes, utilizando-se das técnicas de observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas neles envolvidas.

O estudo de caso foi realizado em uma lavanderia industrial do polo de confecções de Santa Cruz do Capibaribe-PE com a aplicação de roteiro de entrevista elaborado com base no manual do Centro Nacional de Tecnologias Limpas- CNTL (2003c) limitando-se apenas as etapas iniciais de pré-avaliação e avaliação, devido à limitação de tempo e amplitude da metodologia. A entrevista ocorreu no dia 27/02, com duração de 2 horas, tendo como sujeito da pesquisa o gestor e proprietário da lavanderia industrial. Na entrevista, optou-se por um roteiro que permitisse a descrição detalhada do processo produtivo, fluxograma qualitativo e quantitativo para então identificar oportunidades de P+L. Posteriormente a entrevista, o gestor levou a pesquisadora para conhecer todas as etapas do processo produtivo, momento em que também foram feitos alguns esclarecimentos e foram obtidas informações adicionais e registro de imagens. A coleta de dados secundários ocorreu durante o período de 04/02/13 a 28/02/2013 pela busca por guia e manuais, artigos e estudos realizados no setor têxtil/confecção no intuito de melhor descrever as particularidades do referido setor.

Como forma de possibilitar uma melhor análise do processo produtivo, optou-se por medir dados de volume de produção, consumo de energia e água, insumos e rejeitos utilizou-se o intervalo semanal.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

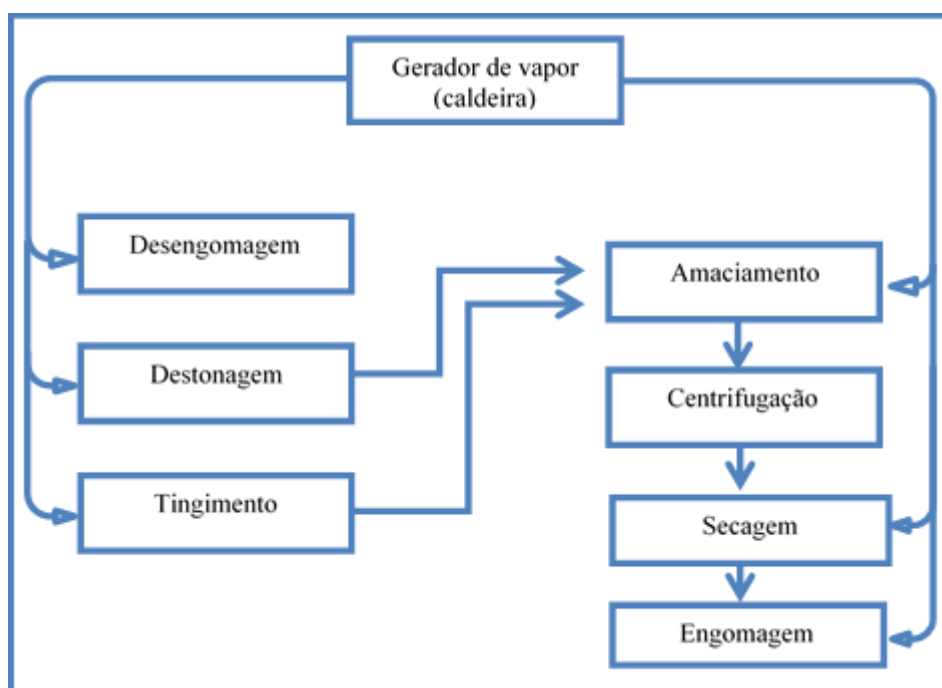
Como forma de preservar a identidade da empresa em estudo, optou-se por denominá-la Lavanderia Industrial Alfa. Trata-se de uma empresa familiar fundada em 2000 em Santa Cruz do Capibaribe-PE pelo atual gestor, localizada nas proximidades da estação de tratamento de água da cidade, captando cerca de 400.000 litros/ mês do Rio Capibaribe, recurso essencial para suas atividades, contudo, ainda sem custo para a empresa, pois não há cobrança pela captação e uso deste recurso. Os processos desenvolvidos pela empresa são destonagem (aproximadamente 15 mil peças mensalmente), tingimento (aproximadamente 40 mil peças mensalmente), amaciamento e em seguida centrifugação,

secador e engomagem, totalizando aproximadamente 55 mil peças em períodos de redução da demanda. Cabe ressaltar que a sazonalidade é uma das principais peculiaridades do setor, com o aumento da produção principalmente entre os meses de junho e janeiro. Os maiores centros de custo, segundo o respondente, são mão-de-obra e lenha (algaroba) para a caldeira. O consumo mensal de energia é de 3.500 kW.h/mês, porém, segundo o respondente, não é um centro de custo significativo. Por ser a única lavanderia industrial da cidade, o proprietário considera como principais concorrentes as lavanderias das cidades vizinhas Toritama e Caruaru.

A receita anual da referida empresa é estimada em R\$ 600.000,00 e o volume de produção anual em torno de 846 mil/peças ano. A empresa possui 10 funcionários sendo 1 motorista, 2 operadores de caldeira, 2 lavadores, 2 coloristas têxteis e 3 passadores.

Avaliando o processo produtivo da lavanderia industrial à luz da Produção Mais Limpa, foi possível descrever e analisar os diferentes processos produtivos. Conforme pode ser observado na Figura 5, no fluxograma simples do processo produtivo da lavanderia industrial em estudo, percebe-se a existência de dois caminhos. O primeiro caminho, mais curto, tem como primeira etapa a desengomagem, seguida pela destonagem (alvejamento), seguida do amaciamento, centrifugação, secagem e engomagem. O fluxo mais longo tem como primeira etapa a desengomagem, seguida pela destonagem (alvejamento), seguida do tingimento, amaciamento, centrifugação, secagem e engomagem.

Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaborada a partir de dados da pesquisa (2013)

A descrição que se segue dos processos foi feita pelo administrador da lavanderia. Para dar início ao processo produtivo, a caldeira fornece vapor para os equipamentos e operações que envolvem transferência de calor. Na desengomagem a “goma” aplicada ao tecido é removida na máquina lavadora com capacidade para 40 kg ao calor de 60° e desengomante durante 20 minutos. Em seguida, para a destonagem (alveijamento) aplica-se enzima nas peças durante 45 minutos submetendo-as ao calor de 60° durante este período, são feitos dois enxagues para então aplicar peróxido metasilicato, aditivo e em seguida são feitos mais dois enxagues. No tingimento, são aplicados corantes (direto ou reativo) por 3 minutos e, em seguida, é aplicado o fixador por 45 minutos. Após esse período, é feita a lavagem com sabão por 10 minutos para então dar início ao amaciamento. O amaciante é adicionado e permanece nas peças por dez minutos e após esse período as roupas são centrifugadas e passam para a secadora e por fim são engomadas.

Na Figura 6, estão descritos os principais processos realizados por lavanderias industriais e suas respectivas finalidades básicas:

Figura 6 - Principais processos e finalidades básicas

PRINCIPAIS PROCESSOS	RESPECTIVAS FINALIDADES BÁSICAS
Alveijamento	Remover coloração amarelada (natural) do material têxtil.
Tingimento	Conferir coloração ao material têxtil.
Secagem	Retirar umidade do material, através de energia térmica.
Amaciamento	Conferir toque agradável ao material.
Desengomagem	Remover a “goma” aplicada ao tecido.
Amaciamento	Conferir toque agradável ao material.
Gerador de Vapor (caldeira)	Fornecer vapor para os equipamentos e/ou operações que envolvem transferência de calor.

Fonte: adaptada do SINDITÊXTIL (2009)

Durante a pesquisa foi possível verificar os destinos adequados como também inadequados de resíduos. Sobre os destinos adequados dos resíduos foi possível constatar que a água tem sido tratada antes do descarte por meio de processos de remoção da carga de poluição, sendo este processo fiscalizado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH. Contudo, a água não

é reaproveitada após o tratamento. Segundo o gestor, as cinzas resultantes da queima de lenha da caldeira, da espécie algaroba, proveniente de área legalmente autorizada para a queima, têm sido aproveitadas como adubo para frutíferas no sítio da família.

Em relação ao lodo gerado no tratamento de efluente industrial foi possível constatar que o gestor desconhece as formas de aproveitamento e destinação adequada, pois comentou apenas que estes têm sido acumulados em leitos de secagem e não explicou onde são descartados, contudo tais resíduos deveriam ser destinados para aterros industriais.

Figura 7 - Identificação dos insumos de entrada e de saída para cada etapa do processo

Entrada no sistema	Processo	Saída no sistema
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Água;</li> <li>- Lenha</li> </ul>	Gerador de Vapor (caldeira)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Emissões de ruídos e incômodo aos trabalhadores e à população</li> <li>- Cinzas, embalagens de produtos químicos, borra de óleo, pano com óleo, etc</li> <li>- Armazenamento de produtos perigosos</li> <li>- Geração de efluentes líquidos (água com impurezas)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia</li> <li>- Água</li> <li>- Vapor</li> <li>- Ar comprimido</li> <li>- Lavagem à quente: tensoativo.</li> </ul> <p><u>Desengomagem Oxidativa:</u> oxidante, álcali, sais, tensoativos, agentes complexantes.</p> <p><u>Desengomagem Enzimática:</u> enzimas, sais, tensoativos.</p>	Desengomagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Fibras têxteis</li> <li>- Resíduos do banho de desengomagem, águas de lavagem do material têxtil e de equipamentos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia</li> <li>- Água</li> <li>- Vapor</li> <li>- Peças de roupa</li> <li>- Oxidantes, álcalis, ácidos, redutores, sais e tensoativos.</li> </ul>	Destonagem (Alvejamento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloro - Cl2 e calor/vapores</li> <li>- Fibras Têxteis</li> <li>- Resíduos de alvejantes</li> <li>- Águas de lavagem do material têxtil e de equipamentos</li> <li>- Embalagens plásticas, bombonas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formaldeído, corante direto, sais, tensoativo, resina catiônica, agentes complexantes, igualizantes, etc;</li> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Vapor;</li> <li>- Água;</li> <li>- Ar comprimido</li> </ul>	Tingimento (corante direto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Resíduos de tingimento</li> <li>- Águas de lavagem do material têxtil e de equipamentos.</li> <li>- Embalagens plásticas, bombonas e papelão</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corante reativo, sais, álcalis, uréia, tensoativo, agentes complexantes, etc.</li> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Vapor;</li> <li>- Água;</li> <li>- Ar comprimido</li> </ul>	Tingimento (corante reativo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Resíduos de tingimento</li> <li>- Águas de lavagem do material têxtil e de equipamentos.</li> <li>- Embalagens plásticas, bombonas e papelão</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Vapor;</li> <li>- Água;</li> <li>- Derivados de ácidos graxos, polisiloxanos, polietileno, etc.</li> </ul>	Amaciamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Água de descarte do banho</li> <li>- Resíduos de amaciantes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Gás natural ou GLP (equipamento rama) e/ou vapor,</li> <li>- Óleo térmico.</li> </ul>	Secagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor</li> <li>- Gases e vapores (resíduos de substâncias químicas presentes no material têxtil, volatilizadas em alta temperatura).</li> <li>- Compostos orgânicos voláteis</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia elétrica;</li> <li>- Vapor;</li> <li>- Água;</li> <li>- Produtos químicos: amido, álcool polivinílico, acrilato, tensoativos, biocidas, carboximetilcelulose, carboximetilamido, etc;</li> <li>- Ar comprimido.</li> </ul>	Engomagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calor (proveniente da operação de secagem e do tanque de goma)</li> <li>- Compostos orgânicos voláteis</li> <li>- Restos de goma</li> <li>- Embalagens plásticas e papelão</li> <li>- Água de lavagem de equipamentos</li> </ul>

Fonte: Elaboração a partir de dados da pesquisa (2013)

Quanto ao destino das embalagens, constatou-se que bombonas de produtos químicos, detergentes, alvejantes e amaciantes já possuem coleta reversa e estas são utilizadas na troca por novos produtos junto aos fabricantes e os plásticos e papelões são descartadas como lixo comum.

Na Figura 7, estão descritos os insumos de entrada e de saída para cada etapa do processo citado anteriormente, elaborados a partir de dados coletados durante a visita juntamente com as orientações contidas no Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil - Série P+L (BASTIAN, 2009).

Avaliando os procedimentos da empresa com base na metodologia escolhida proposta pelo CNTL foram obtidas informações relevantes sobre como a empresa é dirigida e sobre as possibilidades de adequação das práticas da empresa à ferramenta P+L. Os pontos positivos observados que favoreceriam a adequação de tais práticas foram o conhecimento do gestor sobre os conceitos de P+L e sobre a obrigatoriedade do tratamento da água antes do descarte; o conhecimento por parte dos funcionários sobre os processos que geram resíduos e emissões; o controle das compras evitando estoques excessivos; a inspeção de matérias antes da compra; a existência de sistema contra incêndio adequado às necessidades da empresa; a gestão considerando o custo da disposição e tratamento de resíduos no estabelecimento de preços; o arquivamento de dados sobre quantidade de matéria-prima utilizada e por fim, o reconhecimento da importância do gerenciamento adequado de materiais perigosos.

Os pontos negativos observados que conflitam com a possibilidade da adoção da referida ferramenta são: ausência de um plano comercial de longo prazo; ausência de programas e treinamento na área de P+L; ausência de avaliações periódicas de P+L; carência na avaliação do potencial poluidor de matérias-primas e ainda desinteresse por parte do gestor sobre resíduos e emissões de equipamentos antes da compra. Observou-se ainda a incerteza sobre a quantidade de resíduos e emissões em cada etapa do processo e sobre a adequação das áreas de armazenamento para minimização de danos em desastres.

De acordo com as informações obtidas, por meio da avaliação dos procedimentos da empresa e identificação dos insumos de entrada e saída nas etapas do processo, foi possível perceber algumas oportunidades de melhoria. Sobre a água, ressalta-se que a cobrança pelo seu uso não está implementada no Estado de Pernambuco, que se ressentir da operacionalização da cobrança pelo uso da água, instrumento previsto na Lei 12.984/05, porém ainda não regulamentado, necessitando de lei específica para tal. Contudo, mesmo não sendo a água um recurso que origine altos custos para a empresa, seu tratamento e disposição para adequação à legislação incorrem em elevados custos com



a necessidade de remoção da carga de poluição de 70 a 80%, sendo assim, observou-se que seria possível reduzir o consumo de água de 400.000 litros/ mês nas operações de lavagem e tingimento com a utilização de equipamentos mais modernos ou pela reutilização dos efluentes industriais tratados na geração de vapor da caldeira. Tais equipamentos são de conhecimento do empresário, porém apresentam preços extremamente elevados e incompatíveis com a situação financeira da empresa.

Outro ponto observado foi a ausência de avaliação da matéria-prima antes da compra e a falta informações sobre resíduos e emissões de equipamentos antes da compra. Sendo assim, a substituição de produtos químicos e auxiliares e ainda a escolha de maquinário que reduzam as emissões são também oportunidades de P+L que devem ser consideradas.

Ressalta-se ainda que a empresa não mantém folhas de dados de segurança de materiais que possam auxiliar na identificação de possíveis correntes de resíduos e emissões e ainda, segundo o gestor, não há um conhecimento preciso sobre a quantidade de resíduos e emissões em cada etapa do processo, evidenciando a necessidade de analisar e acumular tais informações.

Do ponto de vista da P+L cabe ressaltar novas oportunidades para sua aplicação. Além do tratamento da água, deveria ser considerada a prática do reúso de efluentes após o tratamento, que é completamente negligenciada pela empresa em questão.

Outro ponto a ser considerado é o destino do lodo gerado no tratamento do efluente, cuja destinação adequada seria em aterros para resíduos industriais ou até mesmo o seu reaproveitamento, uma vez que pesquisas recentes têm sido realizadas para o reaproveitamento de lodos com a aplicação de técnica de solidificação/estabilização em matrizes sólidas, tais como argila cerâmica e argamassas de cimento.

Considera-se também o armazenamento de produtos perigosos sob condições adequadas como sendo uma oportunidade de P+L que deve ser considerada, pois observou-se que há incerteza por parte do gestor sobre a segurança do armazenamento no reduzido espaço que tem sido utilizado. Outra oportunidade igualmente importante seria a utilização de combustíveis substitutos, como a lenha ecológica ou briquetes, que são blocos cilíndricos resultantes da compactação de resíduos como serragem, casca de arroz, palha de milho, bagaço de cana e tantos outros. Por fim, observou-se ainda a necessidade de tratar os gases da queima eliminados pela chaminé da caldeira de forma adequada.

Como foi possível observar no caso estudado, foram percebidas oportunidades que resultariam em ganhos econômicos e ambientais como a redução da quantidade de água e lenha utilizadas nas atividades desenvolvidas, como também existe a possibilidade de se reutilizar a água e o lodo gerado no tratamento e ainda realizar a reciclagem das embalagens de produtos utilizados nas atividades desenvolvidas.

Em contrapartida, é importante destacar as barreiras à implementação da P+L identificadas neste estudo como a abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa; a estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto; o acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa; o desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa; o alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias e ainda a falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em Produção mais Limpa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lavanderias industriais do Agreste de Pernambuco contribuem enormemente para a degradação ambiental, sobretudo, do rio Capibaribe/PE, que abastece 43 municípios pernambucanos. O volume de água que utilizam em seus processos juntamente com a diversidade de produtos químicos gera grande volume de águas residuárias que necessitam de tratamento adequado.

No caso estudado, a avaliação dos procedimentos e a identificação dos insumos de entrada e saída nas etapas do processo permitiram identificar oportunidades de P+L que poderiam contribuir para aprimorar o desempenho ambiental do processo produtivo com a diminuição do impacto ambiental decorrente da execução de suas atividades. Constatou-se que os pontos positivos observados nas práticas adotadas são reativos, como é o caso do tratamento da água e da devolução de embalagens, uma vez que a primeira atende ao requisito legal e a segunda, a ganhos econômicos.

Entretanto cabe destacar que as oportunidades de P+L apontadas que incorrem em custos devem passar por avaliações econômicas e financeiras.

Diante do exposto, pode-se inferir que apesar da atividade ser impactante, não há por parte da empresa preocupações e atitudes em relação às questões ambientais, pois, não adota ações que visem reduzir a quantidade de insumos, em especial, a água, nem reutilizá-la e utilizar insumos com componentes menos agressivos ao meio ambiente; equipamentos mais eficientes em termos de

insumos (água, lenha, alvejantes, amaciantes, entre outros) e em termos de rejeitos (calor, vapor, resíduos).

Por fim, cabe destacar as contribuições do trabalho no sentido de ampliar o debate sobre a importância da utilização da P+L e da necessidade de melhoria do desempenho ambiental das lavanderias industriais considerando a relevância dos impactos resultantes de tais atividades.

Como limitação, destaca-se a resistência do empresário em fornecer mais informações e a falta de quantificação precisa dos insumos e rejeitos, o que poderia ter refletido em uma melhor análise quantitativa e no maior dimensionamento dos impactos ambientais, econômicos e sociais, por isso recomenda-se que futuros trabalhos sejam feitos neste tipo de indústria.

## REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Perfil do Setor. Disponível em: <http://www.abit.org.br/>. Acesso em: 02 de dez. 2016.

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004.

BASTIAN, E. Y. O. et al. Guia técnico ambiental da indústria têxtil. São Paulo: CETESB/ SINDITÊXTIL, 2009.

BEZERRA, F. F. N.; MONTEIRO, M. S. L. Sistema de Gestão Ambiental ou Produção mais Limpa? Estudo de Caso nas Indústrias de Confecções com Lavanderia, Teresina, Piauí. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, Vol. 3, No 1, p.42-61, 2009.

CAMPOS, L. H. R.; CAMPOS, M. J. C. Competitividade do Setor Têxtil Brasileiro: uma abordagem a nível estadual. Fortaleza: BNB, 2005.

CNI/ABIT. Têxtil e Confecção: Inovar, Desenvolver e Sustentar / Confederação Nacional da Indústria Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Brasília: CNI/ABIT, 2012.

CNTL. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa para Pequena e Microempresa. Módulo 1, Porto Alegre: CNTL, 2003a.

\_\_\_\_\_. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre: CNTL – SENAI/RS, 2003b.

\_\_\_\_\_. Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa. Porto Alegre: CNTL – SENAI/RS, 2003(c).

COSTA, A. C. R.; ROCHA, É. R. P. Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções e a Questão da Inovação. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar. 2009.

DIAS, R. Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2006.

FADE/SEBRAE. Caracterização econômica do Polo de Confecções do Agreste pernambucano. Recife, 2003.

FARIA, F. P.; PACHECO, E. B. A. V. Experiências com Produção Mais Limpa no Setor Têxtil. REDIGE, v. 2, n. 1, p. 63-82, 2011.

GASI, T. M. T.; FERREIRA, E. Produção Mais Limpa. In: Vilela Júnior, Alcir & Demajorovic, Jacques. (org.) Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental. Desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Senac, p. 41-84, 2006

KIPERSTOK, A., Esquerre, K., Kalid, R., Sales, E., & Oliveira, G. (2013). Rationalizing the Use of Water in Industry. Part 1: summary of the instruments Developed by the Clean Technology Network in the State of Bahia and Main Results Obtained. Journal of Environmental Protection, 4(5), 486-496. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.45057>.

MOLINARI, M. A.; QUELHAS, O. L. G.; NASCIMENTO FILHO, A. P. Avaliação de oportunidades de produção mais limpa para a redução de resíduos sólidos na fabricação de tintas. Prod. [online]. São Paulo, 2012.

RAIS-MTE - Relação Anual de Informações Sociais. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 05 fev. 2013.

SEBRAE/MULTIVISÃO. Cadeia produtiva têxtil e de confecções. Cenários econômicos e estudos setoriais. Recife, 2008.

SICSÚ, A. B.; SILVA FILHO, J. C. G. Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais. In: XXIII ENEGEP 2003. Ouro Preto: ABEPRO, 2003.

SILVA, M. V. A. et al. A Questão Ambiental no polo de confecções de Caruaru: um primeiro ensaio à Luz dos instrumentos econômicos de Proteção Ambiental. Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n. 35, p.108-132, jan./jun. 2012.

SINDITÊXTIL – Sindicato das Indústrias Têxteis do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sinditextilsp.org.br>. Acesso em 05 fev. 2013.

UNIDO/UNEP. Manual de avaliação de P + L. Traduzido por CNTL/SENAI. Porto Alegre, 1995.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. P + L, 1989. Disponível em: <http://www.unep.org>. Acesso em: 29 de jan. de 2013.

\_\_\_\_\_. Cleaner Production Global Status Report. 2002.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO, Cleaner Production (CP). Disponível em: <http://www.unido.org/index.php?id=o5152>. Acesso em 05 fev. 2013.

VALOR ECONÔMICO. Análise setorial – indústria têxtil e de vestuários. São Paulo, jul. 2006.

VAZ, C. R. et al. Conceitos e metodologias para um mundo sustentável: uma reflexão da PL, P+L e produção enxuta. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 6, n. 1, Jan-Mar/2011, p. 83-99, 2011.

YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

# Capítulo 30

## MÉTODO PARA PROJETO DE PLANTAS PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS

[10.37423/200200298](#)

*José de Souza*

*josesouza@liberato.com.br*

**RESUMO:** A construção de plantas para geração de biogás depende de planejamento, dimensionamento, e projeto para cada caso. O dimensionamento e projeto são imprescindíveis para garantir o bom funcionamento da planta. O modelo metodológico proposto neste trabalho deverá facilitar a escolha do tipo de biodigestão, dimensionamento de biorreatores, número de fases e estágios, carregamento, tratamento, armazenamento e utilização do gás. Neste sentido este trabalho tem por objetivo investigar e aplicar conhecimento de pesquisas internacionais na criação de um modelo para o projeto e construção de plantas de biogás. A aplicação do modelo proposto foi efetuada no projeto de uma planta de biogás para o tratamento de biomassa composta por silagem de milho. O emprego do modelo gerado proporcionou resultados específicos para o caso.

**Palavras chave:** Plantas de biogás; Geração de biogás; Energias Renováveis.

## 1. INTRODUÇÃO

Energia é uma questão importante para todos os países. O abastecimento de energia com qualidade facilita e garante a possibilidade do desenvolvimento da indústria, comércio, e infraestrutura de cidades e regiões. O abastecimento de regiões afastadas dos centros produtores encarece a energia o que prejudica o desenvolvimento destes lugares. O uso das energias renováveis e locais é uma solução sugerida para compor um ciclo sustentável. O biogás é uma dessas energias renováveis, que produz energia e fertilizantes agrícolas, aumentando a saúde pública da sociedade e é uma boa solução para eliminação de resíduos produzidos nestes lugares (PORKAREH et al., 2011). A América Latina tem demandando tecnologia de biogás no tratamento de esgoto municipal bruto. Tanques biorreatores têm sido instalados para o tratamento destes resíduos. A quantidade de biogás produzido na América Latina é estimado em 217 milhões de m<sup>3</sup> por ano. A tecnologia para geração de biogás requer não apenas esforços tecnológicos, mas também incitações pelos governos nacionais e organizações não governamentais (ONG) a fim de promover condições favoráveis para a exploração dessa energia renovável (NI et al., 2011).

Plantas de biogás estão sendo empregadas em muitas comunidades rurais no mundo com o objetivo de aproveitar fontes energéticas alternativas e diminuir a poluição animal e aquela oriunda da exploração agrícola. A Alemanha conta em torno de 5000 plantas de geração de biogás, contribuindo na geração de 6% da energia elétrica utilizada neste país (DREGGER, 2011).

A construção de plantas de biodigestão depende de uma serie de aspectos como fatores climáticos, manutenção, recursos tecnológicos disponíveis, diversidade da biomassa, materiais utilizados, entre outros. O projeto e o dimensionamento da produção do biogás e do seu tratamento é um processo dinâmico e adaptativo à situação (SOUZA et al., 2012).

O sucesso de projetos de geração de biogás está diretamente ligado ao projeto e dimensionamento de plantas para biodigestão. A dificuldade de reproduzir todos os aspectos reais e aplicados ao sistema diminui drasticamente as chances de sucesso na produção. O mau dimensionamento dos biorreatores, recirculação e controle de temperatura pode interromper o fluxo de produção de biogás devido à sensibilidade microbiológica do processo. O controle de carregamento, da mistura, da descarga e a divisão do processo de quebra do composto orgânico auxilia no desenvolvimento da gaseificação do substrato, a biomassa. Uma das razões que levaram plantas de biogás apresentar ineficiência é o inadequado dimensionamento das mesmas (CUNÍ, 2011).

A escolha dos materiais aplicados e do processo de fabricação interfere na durabilidade e estabilidade da planta, principalmente nos biorreatores, filtragem e acondicionamento do gás.

A produção de biogás varia com o tipo de biorreator, substrato, controle da temperatura, separação das fases, tipos de biodigestão, entre outros aspectos. Com o projeto e o dimensionamento de biorreatores adequados obtêm-se uma maior quantidade e qualidade no biogás, em comparação com tanques digestores convencionais (NAZIR, 1991). Todos estes aspectos atribuem ao estudo do dimensionamento de plantas de biodigestão um respaldo e importância que se dá na contribuição para com o desenvolvimento deste trabalho.

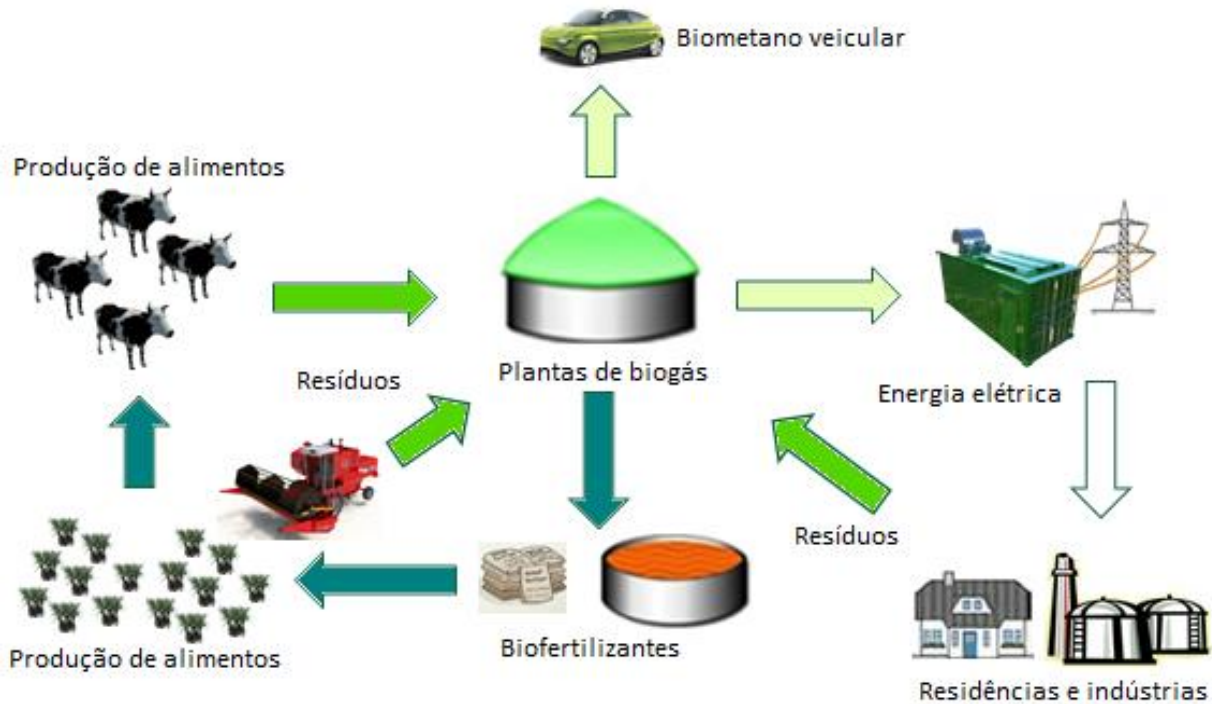
## 1.1 A GERAÇÃO DE BIOGÁS

O metano representa uma fonte de energia cada vez mais comum devido ao simples sistema de geração e facilidade de emprego direto como a queima. Pode ser produzido em áreas rurais com vasta produção de biomassa bem como em áreas urbanas com grande quantidade de biomassa produzida através da parcela orgânica dos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos). Em países em vias de desenvolvimento ocorre um incremento na construção de biorreatores de biogás. Todo material orgânico representa uma fonte em potencial e importante de combustível porque mesmo sendo resíduo poluidor pode ser transformado em energia limpa e renovável (BONFANTE, 2010).

Projetos de plantas de biodigestão podem ser implantados nas mais diversas regiões, de forma descentralizada (SOUZA, 2010). Isso incentiva a produção energética local nas regiões de maior produção de biomassa, portanto, em regiões que demandam maiores recursos energéticos. Além da descentralização, nestes casos, o combustível está isento de custos com transporte, cumprindo uma prerrogativa básica da eficiência energética. Na figura 1 pode ser visto um esquema de integração de uma planta de biogás com meios produtivos e de consumo (SOUZA et al., 2010).

Figura 1 – Esquema de integração de uma planta de biogás com meios produtivos e de consumo.





A necessidade de aumentar a versatilidade e utilização desta fonte de combustível, viabilizar o aproveitamento eficiente deste potencial produtivo, de diminuir custos de geração e aperfeiçoar processos exigem o emprego de ferramentas computacionais para a fabricação e montagem de tais plantas. O projeto e o dimensionamento da conversão, tratamento e produção do biogás é um processo dinâmico e adaptativo à situação local de produção (NKEMKA, 2012).

O biogás e as tecnologias relacionadas não só podem fornecer um combustível, mas também são importantes para a ampla utilização de recursos de biomassa e para o desenvolvimento da agricultura, da silvicultura e da pecuária. Evoluindo a economia agrícola, protegendo o meio ambiente ecológico, realizando a reciclagem agrícola, bem como melhorando as condições sanitárias, em áreas rurais (TARBAGHIA, 1993).

## 1.2 TECNOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Em plantas de biogás um aspecto relevante é a integração entre as tecnologias empregadas. Significa dizer que os componentes como biorreatores, controle de carga, mistura, acionamento e outros garantem maior funcionalidade do processo de geração de biogás. Equipamentos integrados de fornecedores únicos pressupõem testes de desempenho e avaliações do funcionamento do sistema. A aquisição de plantas inteiras implica na responsabilidade no início de operação do equipamento para o fabricante do mesmo (HANDREICHUNG BIOGASGEWINNUNG UND-NUTZUNG, 2004).

A geração de biogás pode ser realizada por meio de diferentes tecnologias. As técnicas empregadas dependem de critérios que são estabelecidos pelo tipo de biodigestão a ser empregada. A tabela 1 apresenta uma classificação de algumas formas de geração de biogás empregadas na Alemanha.

Tabela 1 – Classificação das técnicas de geração de biogás conforme diferentes critérios

<b>Critério</b>	<b>Tipo</b>
Teor de matéria seca dos substratos	- biodigestão úmida; - biodigestão seca;
Tipo de alimentação	- descontínua; - semicontínua; - contínua;
Nº de fases do processo	- uma fase; - duas fases;
Temperatura do processo	- psicrófilico; - mesofílico; - termofílico.

Fonte: (Adaptado de HANDREICHUNG BIOGASGEWINNUNG UND NUTZUNG, 2004).

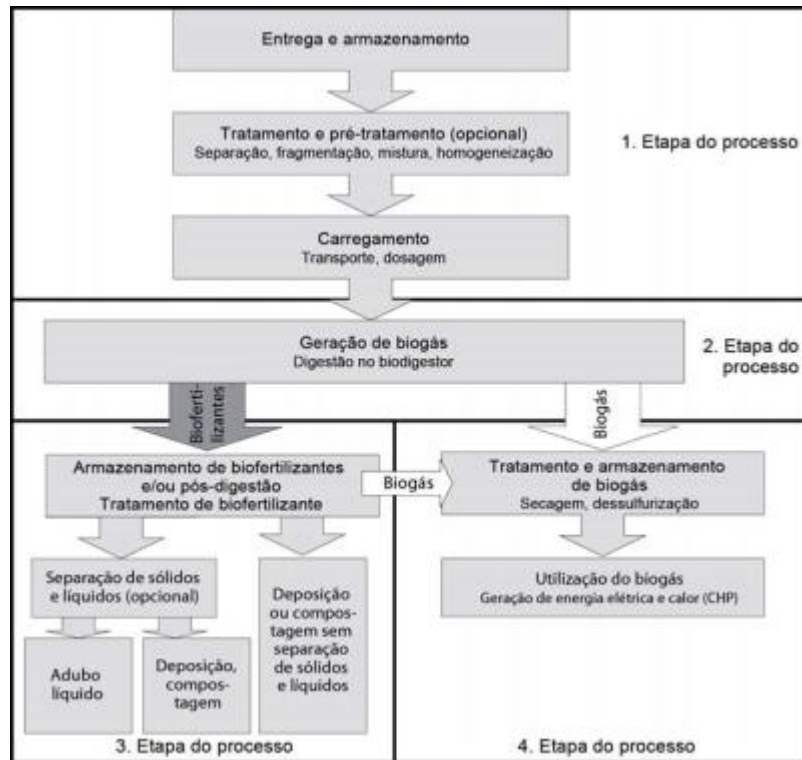
## 1.3 ETAPAS DO PROCESSO DE BIODIGESTÃO

Conforme Jäkel (2002) o sistema de funcionamento de uma planta de biogás pode ser dividida em quatro etapas de processamento:

1. Gestão dos resíduos ou substrato (Recebimento, armazenamento, tratamento, transporte e carregamento);
2. Geração de biogás em biorreatores (TRH, Mistura, Controle de temperatura, Monitoramento e aceleração microbiana);
3. Preparação, armazenagem e deposição de biofertilizantes;
4. Armazenamento, purificação e utilização do biogás.

As etapas do processo descritas por Jäkel (2002) são ilustradas na figura 2.

Figura 2 – Etapas do processo de biodigestão.



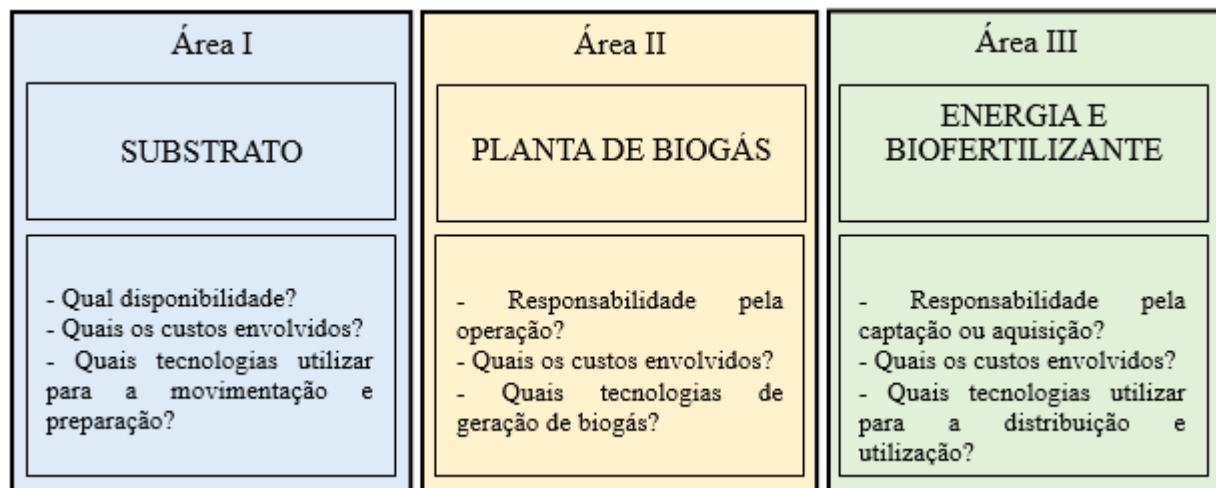
## 1.4 PROJETO DE PLANTAS DE BIOGÁS – BIOMETANO

O projeto de plantas de biogás é composto por várias etapas e fases. Começando por um estudo de viabilidade técnica, passando pelo planejamento da planta e finalizando com a sua entrada em funcionamento. Durante a realização do projeto seu idealizador deve planejar de todas as fases da implementação, dependendo do seu envolvimento e dos recursos humanos e financeiros disponíveis.

Após o projeto da planta ter sido decidido inicia-se com o planejamento através de esboço ou esboço para a referência para do empreendimento. O esboço do projeto serve como base para estudar a viabilidade técnica específica do local, avaliar a possibilidade inicial de financiamento e fomento.

É importante a análise do sistema completo desde a disponibilidade do substrato, passando pela planta de geração de biogás propriamente dita, até a distribuição de energia. É importante, para isso, que as três áreas mostradas na figura 3 sejam consideradas com o mesmo grau de detalhamento desde o início do projeto (GÖRISCH; HELM, 2006).

Figura 3 – Diagrama do planejamento de uma planta de biogás.



O planejamento da planta de biogás deve ocorrer de forma a reduzir dificuldades e problemas na construção e operação. A tabela 2 traz alguns aspectos a serem observados conforme (FNR, 2009).

Tabela 2 – Planejamento do projeto da planta

Verificar a disponibilidade de Matéria prima a longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Quais substratos estarão disponíveis a longo prazo?</li> <li>b) Há possibilidades de incrementos a médio/longo prazo?</li> <li>c) Que impacto isso terá sobre planta (do ponto de vista da biologia/substrato, processos, energético)?</li> </ul>
Análise de fornecedores	d) Quais opções construtivas, materiais, equipamentos são oferecidos no mercado?
Verificar a possibilidade de aproveitamento de calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>e) É possível utilizar o calor na propriedade, empresa ou vender?</li> <li>f) Que quantidades de calor podem ser fornecidas mensalmente?</li> </ul>
Determinação do orçamento disponível	<ul style="list-style-type: none"> <li>g) Quais são os recursos disponíveis? É necessária captação externa?</li> <li>h) Qual é a estimativa de retorno da planta?</li> </ul>

Depois do planejamento/esboço inicial do projeto, que contém a primeira avaliação qualitativa do projeto, o estudo de viabilidade compreende uma avaliação quantitativa do projeto almejado e suas possíveis formas de realização.

Os critérios do estudo de viabilidade para um projeto de uma planta de biogás são demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 – Estudo de viabilidade.

Contratação de profissionais com experiência em projetos de plantas de biogás	a) Profissionais técnicos e fabricantes deverão estar envolvidos em todas as etapas do projeto;
Contato com consultores em biogás	b) Consultores experientes na construção e operação de plantas de biogás são imprescindíveis para o projeto;
Estipulação dos modos e procedimentos de dimensionamento e construção da planta	c) Definição das características do local, terreno e localização; d) Análise para escoamento de gás, biofertilizante e energia elétrica; e) Configuração e tecnologia mais adequada para a planta; f) Definição da gestão do projeto e execução; g) Modelo de operação da planta, por empresa, propriedade ou cooperativa; h) Contratação e/ou capacitação de obra especializada; i) Prever margens para variações na execução do projeto;

Para a construção e operação de uma planta de biogás é fundamental o planejamento da disponibilidade do substrato. O tipo e disponibilidade da matéria-prima determina o tipo de equipamento adotado na planta. De acordo com a disponibilidade a seleção da tecnologia em um projeto de biogás é baseada principalmente nos substratos disponíveis, infraestrutura existente e a viabilidade do financiamento. Na tabela 4 é apresentada uma listagem para a seleção da tecnologia para geração de biogás.

Tabela 4 – Seleção da tecnologia para geração de biogás.

Seleção do processo de biodigestão	a) A planta deverá operar com biodigestão úmida, a seco ou uma combinação de ambas? b) Com que estágios de processo e em quais temperaturas deverá operar a planta?
Seleção dos componentes da planta	c) Que componentes deverão ser utilizados? - Equipamentos de recepção, preparo e carregamento; - Arquitetura do biodigestor com componentes instalados e equipamentos de agitação; - Tipo de gasômetro; - Tipo de armazenamento da biomassa fermentada; - Utilização do biogás.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PARA PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE PLANTAS

Para este trabalho foi desenvolvido uma sequência para o projeto e dimensionamento da planta de biogás, conforme embasamento na literatura internacional abordada na revisão. Para isto foram observadas informações, dicas, dados experimentados, experiências de plantas construídas na

Alemanha e aspectos relevantes já descritos. Na figura 4 foram estabelecidos os passos para do projeto e dimensionamento de plantas de biogás.

Figura 4 – Etapas para projeto e dimensionamento de plantas de biogás.



- Tópico 1 – Levantamento de dados

O levantamento de dados é o primeiro passo e constituirá a base para o projeto com todas as informações necessárias para o planejamento da planta. Nesse passo deverá ser feito o reconhecimento da região e do possível local de instalação se já foi definida. Nesse momento deverão ser verificadas as vias e estradas de acesso, suas condições, pedágios, características, tipo de trânsito, etc. Além disso, é necessário identificar possíveis compradores de energia elétrica, biogás, metano ou biometano. Averiguação da oferta e abastecimento de substrato e possibilidades de diversificação da matéria-prima, substituição emergencial.

Nesta etapa também será verificado o clima, suas variações nos últimos anos através de relatórios das estações de climatologia, verificação da variação da temperatura, ventos e incidências de chuvas, além de temporais e outros eventos climáticos característicos da região.

A infraestrutura local também é importante a ser avaliada, uma vez que isso impacta na operação da planta, da existência de qualificação de mão de obra, recursos humanos e locais para aquisição de materiais de consumo e equipamentos simples. A disponibilidade de energia para construção e operação da planta, padrão elétrico e de legislação ambiental.

- Tópico 2 – Planejamento

No planejamento, a partir de todos os dados levantados no item anterior se constrói o primeiro esboço do projeto. Este passo permitirá obter noções de custo importantes para busca de financiamento e viabilidade da planta.

Um aspecto que deverá ser visto é o tipo, volume e qualidade do substrato ou matéria prima. Verificar a disponibilidade, como será a entrega, frequência, quantidade, o transporte e quais garantias de qualidade, entre outros. Verificação de custos, como se dará a compra do substrato, pagamento, permuta ou ainda recebimento pelo tratamento, usual em contratos com prefeituras para utilização de RSU.

Para escoamento do biofertilizante é necessário considerar sua comercialização, demanda, estabelecer se será comercializado seco ou líquido. Necessidade de atingir padrões de composição ou degradabilidade ou observância de normas.

Para a planta de biogás deve ser feito planejamento e verificação das restrições de espaço, operação e definição de recursos humanos responsáveis pelo projeto e simulação. Depois disto poderá ser escolhido, a partir dos dados coletados, o tipo da biodigestão a ser utilizado, formato dos biorreatores, número de fases e estágios, carregamento de substrato, fragmentação, mistura, entre outros. Será possível verificar a necessidade de purificação do biogás, tipo, qualidade, emprego do mesmo, armazenamento e outras situações do processo.

- Tópico 3 – Dimensionamento

No dimensionamento, a partir de todos os dados levantados poderá ser definido o volume, disposição e posicionamento dos elementos de carregamento, geração, tratamento e utilização de gás e biofertilizante da planta. Nesta etapa são definidas todas as informações para a modelagem dos biorreatores e demais equipamentos.

Nesta etapa também é estabelecido o modelo do processo de biodigestão, fluxo, movimentação, TRH, modo de armazenamento, quantidade de fornecimento de energia e biofertilizante. Também deverá ser dimensionada toda a malha de controle para o projeto de automação da planta.

- Tópico 4 – Escolha de tecnologias e materiais

No quarto passo, a partir dos dados levantados anteriormente será possível avaliar quais serão as tecnologias necessárias e disponíveis para o projeto. Portanto, para os três níveis, gerenciamento de substrato, biodigestão e geração de biogás e por último a utilização da energia e o biofertilizante.

Será necessário escolher os materiais a serem empregados nos biorreatores, tubulações, gasômetros, tanques e outros recipientes ligados ao processo considerando-se a sua disponibilidade no mercado e a viabilidade econômica para sua aquisição.

A importação de tecnologias, quando necessária, deverá ser avaliada considerando-se aspectos já levantados e o fator de conhecimento técnico local, manutenção, custo e adaptação tecnológica. Esses aspectos determinarão a opção ou não pela importação, em caso negativo será necessário a verificação de recursos tecnológicos nacionais disponíveis.

- Tópico 5 – Modelagem

Nesta etapa são modelados todos os equipamentos, principalmente os biorreatores, em softwares mecânicos de CAD 3D. A partir de todos os dados definidos na etapa anterior, o dimensionamento, pode se construir a planta virtual para firmar modelos, tecnologias e o processo de biodigestão dimensionado.

A modelagem servirá para viabilizar a fabricação dos elementos citados e o planejamento de construção.

- Tópico 6 – Simulação

Com a conclusão da etapa 6 pode-se então utilizar ferramentas computacionais especiais para testar, verificar e conferir virtualmente o processo da planta. A simulação será usada para a definição dos materiais empregados, estrutura necessária, configuração e otimização do processo. A partir desta etapa poderá ser necessário retomar as etapas 3, 4 e 5 para modificações. Isso auxiliará na diminuição de erros, custos e otimização da produção da planta. Esta última etapa é crucial para garantir o sucesso da planta de biogás.

## 3.2 APLICAÇÃO METODOLÓGICA

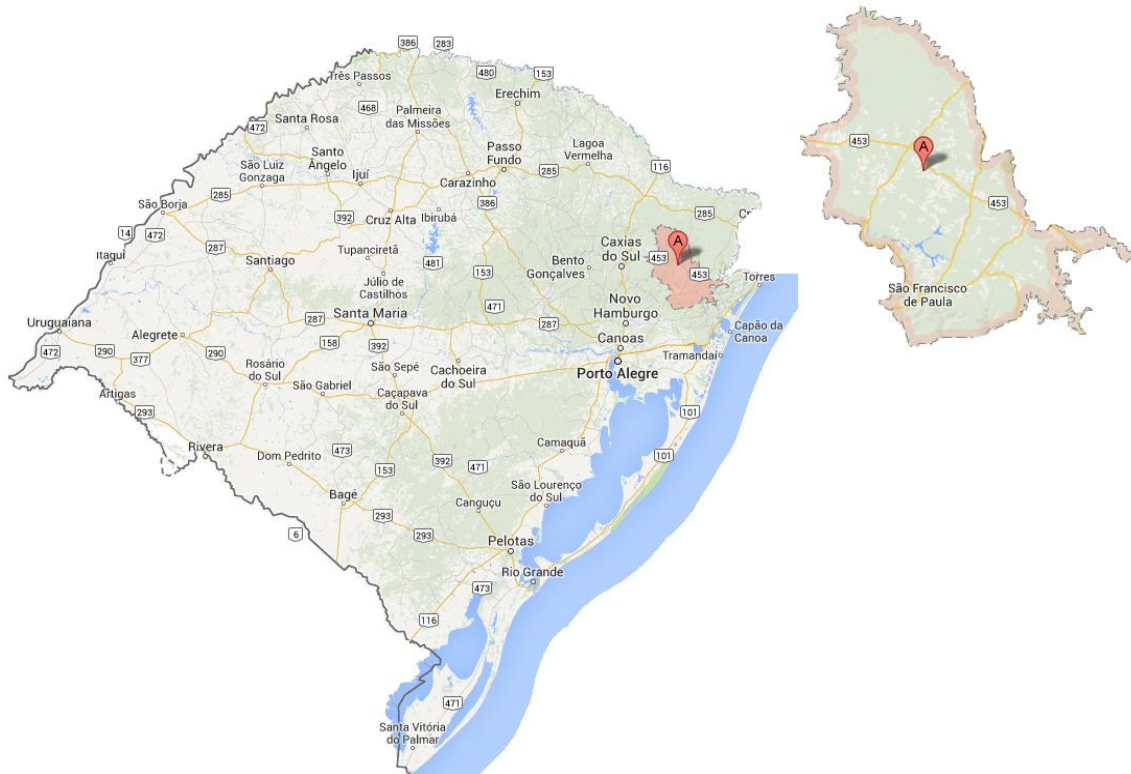
Para aplicação da metodologia estabelecida foi dimensionada uma planta de biogás iniciando-se com a aplicação da primeira etapa descrita com levantados os dados do local e região do empreendimento.

### 3.2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

A planta dimensionada foi definida pra um modelo comercial e se aplica na maioria das regiões agrícolas produtoras de cereais e vegetais. A planta se utilizará de silagem de milho para geração de biogás. A região e município para implantação da planta pode ser visto na figura 5.



Figura 5 – Localização do município de São Francisco de Paula-RS.



O acesso ao município se dá a partir da região metropolitana a partir da RS20 e o local da planta está situada a 115 km da capital Porto Alegre/RS.

A região é produtora de alimentos sendo essencialmente agrária com diversificação de lavouras e criação de animais. A possibilidade obtenção de diversos outros tipos de biomassa para biodigestão é imensa.

A região é abastecida pela concessionária Rio Grande Energia (RGE) da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). A empresa possui parceria e é potencial compradora de energia elétrica gerada através de recursos renováveis. Também fornece na região energia a baixa e média tensão.

A região está localizada na serra gaúcha e apresenta temperaturas mínimas de  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  no inverno. Isso representa uma atenção especial com o aquecimento dos biorreatores nesta estação. A região ainda pode apresentar breves ocorrências de neve em pequenas quantidades durante o inverno. A infraestrutura apresenta comercio de ferragens, madeireira e outros itens como equipamentos e máquinas agrícolas. No entanto pouco material que possa ser demandado na planta pode ser encontrado.

## 3.2.2 PLANEJAMENTO

O substrato é composto de 100% de silagem de milho picada em picadores integrados em colheitadeiras na lavoura. Na figura 6 pode ser observado aspecto do substrato que deverá ser considerado para o dimensionamento da planta de biogás.

Figura 6 – Substrato originário de lavouras de milho transformado em silagem.



Para a biodigestão úmida, o substrato deve apresentar um teor de matéria seca de até 36% (em massa) conforme visto na literatura. Para o substrato analisado obteve-se em torno de 30% o que satisfaz a orientação observada. Na tabela 5 temos a análise do substrato.

Tabela 5 – Dados do substrato analisado.

Substrato	Silagem a verde	Silagem compactada
Kg MS/m <sup>3</sup>	727,9	591,7
MS %	30,62	28,9
MO (%MS)	98,0	95,2
pH	5,7	3,89

As informações básicas para o dimensionamento da planta estão relacionados na tabela 6.

Tabela 6 – Dados para a planta para o dimensionamento da planta de biogás – Caso 1.

Tipo do Substrato	Silagem de milho
Teor da matéria seca	30% de matéria seca
Densidade matéria orgânica	1 gm/cm <sup>3</sup>
Massa de substrato disponível	35.000 toneladas de silagem por ano

Para o substrato disponível a tecnologia mais adequada conforme literatura internacional deve-se adotar o modelo de biodigestão úmida, já que a silagem é composta de 30% de matéria seca. Isto determina que a adoção dos biorreatores cilindros com carregamento tipo descontínuo. Na fragmentação do substrato são utilizados picadores integrados a colheitadeiras sendo que o substrato já será recebido triturado na planta. Não é necessária a utilização de separadores uma vez que a silagem é recebida livre de detritos, materiais plásticos e outros materiais não orgânicos.

A estratégia para recebimento do substrato se dará em dois momentos conforme regras contratuais estabelecidas. A safra principal se dará até no primeiro dia útil de setembro quando serão recebidos 20.000 toneladas de substrato. O segundo recebimento de 15.000 toneladas deve ser efetuado até primeiro dia útil do mês de março. A seguir a tabela 7 apresenta o planejamento do recebimento e utilização do substrato.

Tabela 7 – Recebimento do substrato.

<b>Recebimentos</b>		
Setembro	20 Toneladas	Silagem
Março	15 Toneladas	Silagem

Foi estabelecido a execução de testes laboratoriais no recebimento do substrato de MOS em amostras para determinação dos índices de matéria seca e composição para garantia de confiabilidade do sistema.

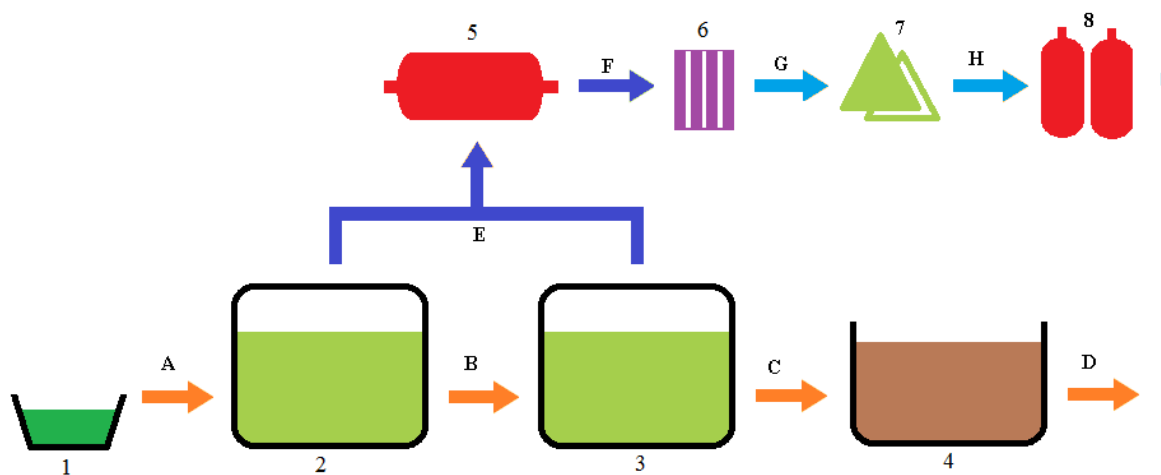
A comercialização do biofertilizante pode ser cogitada na própria região devido à alta variedade de produção e propriedades existentes. Fato que pode pesar favoravelmente a demanda de biofertilizante líquido. No entanto a boa localização, proximidade de regiões agrárias poderá demandar por biofertilizante seco.

### 3.2.3 DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento, a partir dos dados levantados foi definido em modelo contínuo bifásico devido ao sistema de digestão compor-se de biomassa úmida. O fluxo do funcionamento está construído na figura 7.

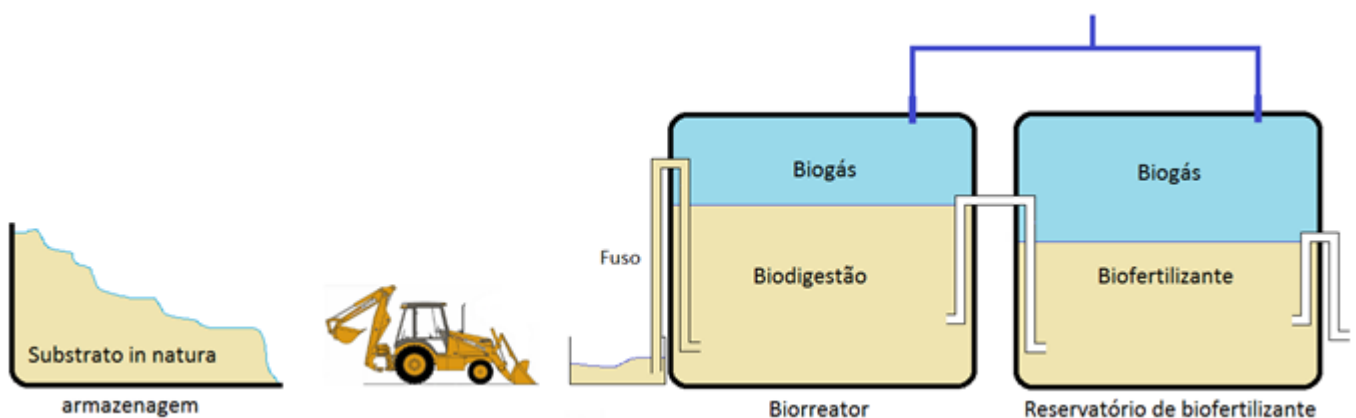
Figura 7 – Posicionamento do carregamento do substrato.

1 – Sistema de carregamento do substrato; 2 – Biorreator; 3 – Tanque de armazenamento de biofertilizante com captação de biogás – 4 Tanque de cura do biofertilizante; 5 - gasômetro de biogás; 6 – Filtros de biogás; 7 – Compressor de biometano; 8 – Cilindros de biometano;  
A – Substrato in natura; B – Substrato digerido; C – Biofertilizante; D – Biofertilizante maturado; E, F – Biogás; G – Biometano; H – Biometano comprimido.



O tipo de alimentação a ser adotado conforme dados do substrato é o modelo contínuo. O carregamento do substrato do espaço de armazenagem do substrato para os picadores através de carregadeira. Na figura 8 pode ser visto o esquema de posicionamento do carregamento do substrato.

Figura 8 – Posicionamento do carregamento do substrato.

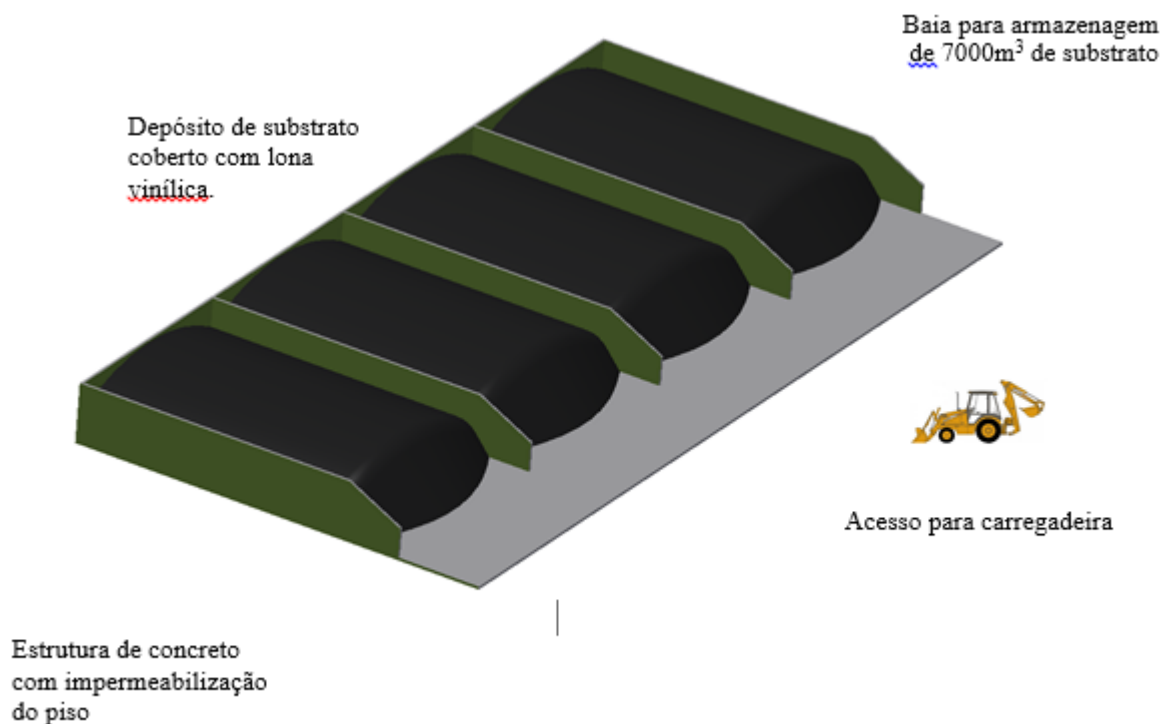


Para viabilizar a utilização do gasômetro integrado ao reservatório do biofertilizante optou-se pela utilização do sistema é denominado bifásico com dois estágios. A configuração ideal então é a

composta de biorreator e reservatório de pós-digestão conforme figura 9. O biorreator e o pós-digestor pertencem à fase de metanização. Para o armazenamento do substrato, conforme tabela 7 é necessário espaço subdividido para o armazenamento e garantir a utilização do substrato durante o ano.

Para o armazenamento é necessário espaço com piso impermeabilizado com cobertura de lona plástica o que impedirá a infiltração de água da chuva. O espaço para armazenamento foi dimensionado para um volume de 50.000 m<sup>3</sup> de substrato (volume da silagem a ser recebido) conforme figura 9.

Figura 9 – Posicionamento do carregamento do substrato.



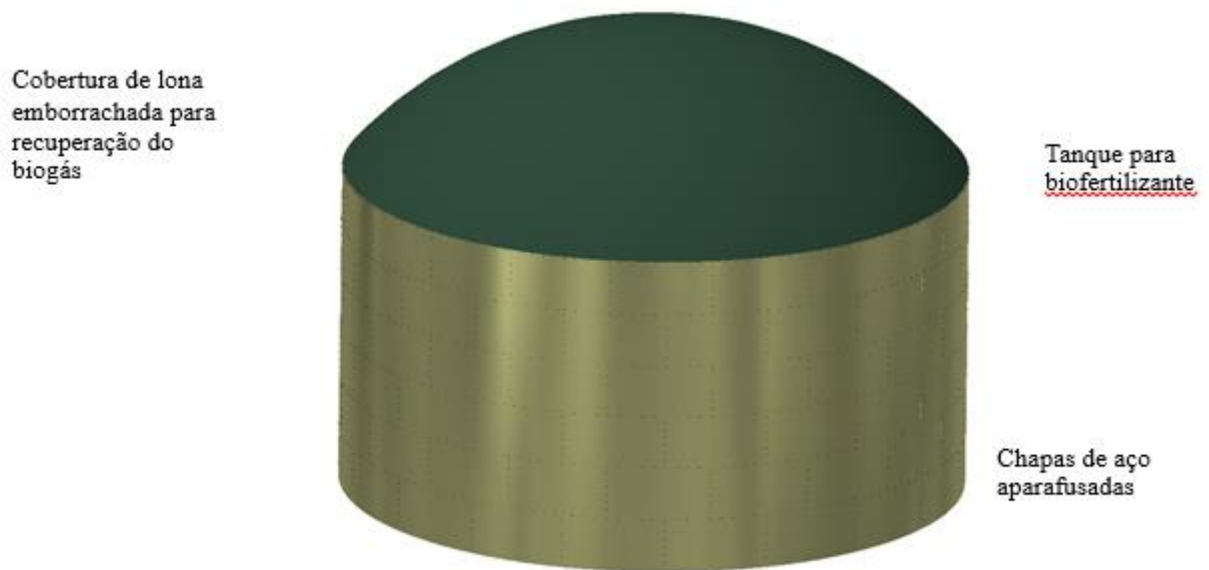
Para dimensionamento dos biorreatores foi considerado um TRH de 21 dias, baseado na literatura internacional e com isso calcularam-se as dimensões dos biorreatores da planta. Considerou-se uma carga diária de 95,8904 m<sup>3</sup> para o volume total de 35 mil toneladas de silagem de milho conforme tabela 3.17 de substrato disponível anualmente.

Verificou-se que para o substrato será necessário um espaço em torno de 1917 m<sup>3</sup>, é importante destacar que os biorreatores devem apresentar um espaço superior em cada um dos tanques para viabilizar espaço para concentração e captação do biogás. Este espaço foi dimensionado em torno de

10% do volume do substrato do biorreator, no total o biorreator ficou com aproximadamente 2100 m<sup>3</sup>.

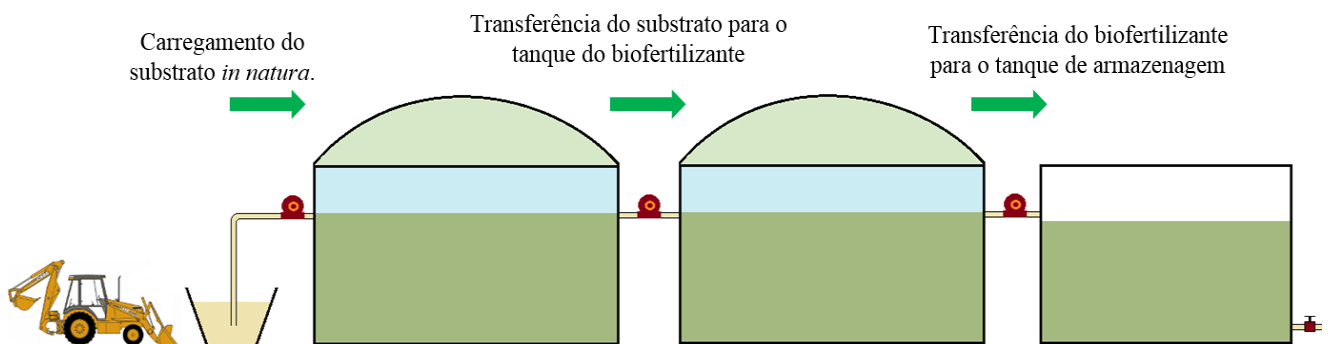
Para o armazenamento do biofertilizante, com base no modelo adotado de dois estágios. Para o armazenamento é necessário espaço com piso impermeabilizado com cobertura de lona plástica o que impedirá a infiltração de água da chuva. Na figura 10 pode ser visto o tanque para armazenamento do biofertilizante.

Figura 10 – Posicionamento do carregamento do substrato.



O sistema é um processo contínuo, onde o substrato é carregado no biorreator inicial, passa para um segundo tanque de biofertilizante e é descartado em um tanque aberto. O sentido de fluxo da planta pode ser visto na figura 11.

Figura 11 – Sentido de fluxo da planta de biogás.



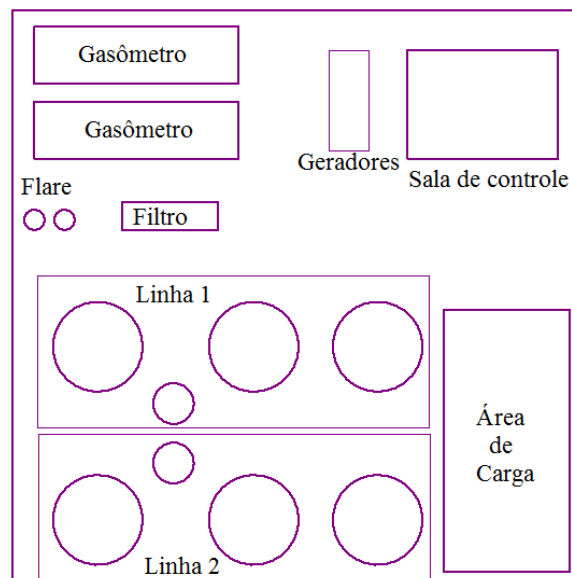
## 3.2.4 ESCOLHA DE MATERIAIS TECNOLOGIAS

Foram escolhidos os materiais para a construção dos biorreatores e tanques reservatórios para os biofertilizantes em aço inoxidável 316L.

## 3.2.5 MODELAGEM

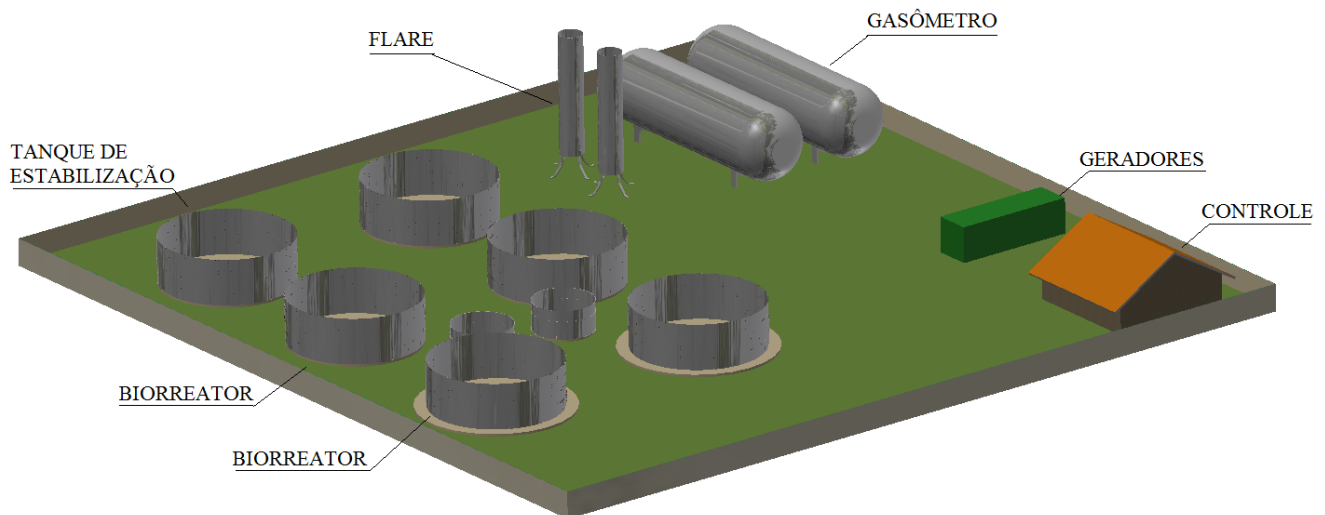
Nesta etapa foram modelados os biorreatores, em softwares Inventor professional 2014, a partir de todos os dados definidos na etapa anterior, o dimensionamento. A modelagem dos biorreatores visa facilitar a fabricação e a montagem do principal recipiente, visto no tópico biorreatores 2.3, que mantém o substrato a ser digerido em plantas de biogás. Os tanques demandam atenção especial devido ao alto investimento que representam. A planta baixa definida para o tratamento de 35.000 toneladas de silagem de milho por ano está disposta na figura 12.

Figura 12 – Planta baixa com a disposição das linhas de biorreatores.



A planta de biodigestão em 3D pode ser vista na figura 13.

Figura 13 – Planta de biodigestão em 3D.



## 4. RESULTADOS E CONCLUSÃO

O levantamento de dados é a fase inicial do sistema proposto e serviu como base para as outras etapas do modelo. Nesta etapa foi definida o substrato o que foi fundamental para o dimensionamento da planta de biogás. O fato corrobora com a revisão que relata que o tipo de substrato é definitivo para a escolha do modelo de planta.

Os dados levantados sobre o local de instalação influenciaram na decisão sobre a tecnologia para o carregamento e o tipo de processo de biodigestão, baseado no teor de matéria seca, conforme a orientação observada. Uma mudança desses parâmetros mudaria completamente o formato do modelo de planta.

A determinação do formato dos biorreatores foi determinada a partir do tipo de biodigestão. Outro aspecto a ser abordado é a desnecessidade de fragmentação do substrato já que é feita por picadores integrados à colheitadeiras sendo que já é recebido triturado na planta. Contudo o fato de que a região poderá fornecer outros tipos de substrato aventa para a necessidade de fragmentação caso ocorra esta possibilidade. Não entanto isso não é confirmado no projeto, apenas uma opção e a integração do sistema fragmentador uma solução futura.

A estratégia para recebimento do substrato serviu para planejar a gestão de recebimento, não sendo tão importante no dimensionamento, mas sim para o espaço de armazenamento.



Para a segunda etapa no dimensionamento, a primeira fase o levantamento de dados foi fundamental. A definição do modelo de biodigestão, forneceu condições para definir o fluxo do funcionamento, como já foi visto na figura 3.44. O fluxo por sua vez possibilitou todo o rascunho de projeto da automação da planta.

A integração do gasômetro no biorreator cilíndrico conforme indicado na literatura é uma forma de capturar o biogás no reservatório de biofertilizante, mas não uma exigência. Portanto essa foi uma opção dos projetistas que utilizaram o sistema bifásico com dois estágios.

O fato de o clima ter dias muito frios nessa região exigiu a integração de um sistema de aquecimento, isso foi inserido no controle e automação da planta. O estabelecimento do TRH em 42,8 dias gerará um biofertilizante com características específicas. Como não encontrou-se legislação para o biofertilizante no Brasil não foi adotado um TRH maior, já que o mesmo não necessita de certificação. O tipo de tecnologia para o controle foi optado pela nacional local, já que existem empresas fornecedoras na região metropolitana e a região é consideravelmente próxima, em torna de 120 Km.

A escolha de dimensionamento volumétrico e a decisão de simular os biorreatores deu-se devido ao alto investimento que os estes representam na planta. Já a escolha dos materiais também deu-se no sentido de contemplar e utilizar de pesquisas já executadas no programa (PPGE3M) que abordaram a durabilidade dos materiais e que versam sobre a vitrificação de chapas de aço (processo Glass Fused to Steel). Este trabalho, de certa forma, complementa estas análises já feitas e possibilitam comparar o melhor tipo, do ponto de vista econômico.

A utilização da metodologia criada auxilia numa possível redução de custos e viabilização das plantas de biogás.

A utilização de um modelo para dimensionamento e projeto de plantas de biogás auxilia no melhor aproveitamento da biomassa e maximiza a geração de biogás. Simulações fornecem condições para a otimização do projeto e a verificação de falhas e erros. A metodologia criada, baseando-se em artigos internacionais, traz uma aplicação metodológica para facilitar o projeto de plantas de biodigestão proporcionando o melhor dimensionamento.

Plantas de biogás deverão ser parte das tecnologias de produção de energias renováveis do País e a geração de metano inserida na matriz energética brasileira. O metano representa uma fonte de energia comum devido ao simples sistema de produção e facilidade de emprego direto como a queima

e conversão em eletricidade. A vasta produção de biomassa e resíduos no Brasil está ligado ao fato do País possuir grande produção de alimentos, fonte garantida de biomassa para produção de metano.

A implantação de plantas de biogás é uma tendência que depende do desenvolvimento tecnológico e de pesquisa aplicada. A aplicação de ferramentas computacionais é uma prática que vem sendo utilizada nos mais diversos setores. Os softwares de CAD, por exemplo, possibilitam reduzir custos, diminuir o índice de erros e maximizar os projetos desenvolvendo-os virtualmente antes de sua real construção.

A importância do dimensionamento de plantas em biogás para produção de energias renováveis e tratamento de resíduos é justificada devido ao Brasil possuir imenso potencial de produção de biogás e ainda assim atualmente não haver plantas de biogás instaladas. Os recursos tecnológicos existentes são reduzidos, a maioria das tecnologias importadas e o desenvolvimento da pesquisa ainda é pequeno. O número de pesquisadores do assunto no Brasil e os grupos de pesquisa na área ainda são bastante reduzidos.

## 6. REFERÊNCIAS

AQUINO, S. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGVs) em reatores anaeróbios sob estresse: causas e estratégias de controle. Engenharia Sanitária Ambiental Vol.10 n°.2 Rio de Janeiro Abril/Junho 2005.

ARNOTT, M. The biogas/biofertilizer business handbook. Third Edition. ICE/ Peace Corps 1111 20th Street N.W. Washington, DC 20526 USA, 2002.

BAIER, H. How a Mechanical-Biological Treating (MBT) properly works. 1° Congresso Técnico Brasil Alemanha – Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos. Jundiaí 16 e 17 dezembro de 2013. Disponível em <http://congressobrasilalemanha.jundiai.sp.gov.br/download/>

BALASUBRAMANIAM, U; ZISENGWE L. S; MERIGGI, N; BUYSMAN E. Biogas production in climates with long cold winters. 68 pg. Wageningen University. Netherlands, May 2008.

BISCHOFF, M. Erkenntnisse beim Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen sowie Spurenelementen in Biogasanlagen. VDI Berichte, n° 2057; "Biogas 2009 – Energieträger der Zukunft"; VDI Verlag, pp. 111 – 123, Düsseldorf, 2009.

BISCHOFBERGER, W.; BÖHNKE, B.; SEYFRIED, C. F.; DICHTL, N.; ROSENWINKEL, K. H. Anaerobtechnik. Springer Verlag Berlin Heidelberg Nova Iorque, 2005.

BONFANTE, T. M. Análise da viabilidade econômica de projetos que visam à instalação de biodigestores para o tratamento de resíduos da suinocultura sob as óticas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e da geração de energia. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – USP – Ribeirão Preto – SP, Brasil, 2010.

- BONANNI, F. S. Avaliação da indústria de equipamentos para aproveitamento de fontes renováveis de energia. *Prod.* [online], vol.1, n.2 [cited 2012-06-03], pp. 113-119. 1991.
- BORBA, A. P. Estudo e comparação de diferentes materiais metálicos para a fabricação de biorreatores anaeróbios. Dissertação de Mestrado PPGE3M – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS, Brasil, 2013.
- BORBA, A. P; SOUZA, J; SCHAEFFER, L; CARDOSO, M. L. Uso de diferentes ligas metálicas para construção de reatores anaeróbios, um estudo de caso. 1ª Conferência Internacional de Materiais e Processos para Energias Renováveis. Porto Alegre/RS, 2011.
- BOSTAN, I; DULGHERU, V; SOCHIREANU, A. CAE development of Precessional Drives using Autodesk Inventor Plataform. *Fiabilitate si Durabilitate Editura “Academica Brâncuși”, Târgu Jiu, 2010.* Disponível em [www.utgjiu.ro/rev\\_mec/mecanica/pdf/2010-01/21\\_Ion%20Bostan.pdf](http://www.utgjiu.ro/rev_mec/mecanica/pdf/2010-01/21_Ion%20Bostan.pdf)
- CHABLAT, D; BENNIS, F; HOESSLER, B; GUILBERT, M. Haptic devices and objects, robots and mannequin simulation in a CAD-CAM software: eM-Virtual Desktop. *CoRR abs/1104.0834: Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes – France 2011.*
- COELHO, M. A. A.; SILVA, G; SCHAEFFER, L. Análise do processo Glass-Fused-to-Steel empregado em chapas de aço para a construção de tanques de biodigestão anaeróbia. *Anais CD. 1ª Conferência Internacional de Materiais e Processos para Energias Renováveis. UFRGS/LdTM – Porto Alegre – RS, Brasil, 2011.*
- CONNAUGHTON, S; COLLINS, G; O’FLAHERTY, V. Psychrophilic and mesophilic anaerobic digestion of brewery effluent: A comparative study. *Microbial Ecology Laboratory, Department of Microbiology and Environmental Change Institute (ECI), National University of Ireland, 2006.*
- CUNÍ, B. C. Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino. *Universidad Agraria de La Habana – Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 20, N°. 2, 2011.*
- DÉPINCÉ, P; NOËL, E; WOELK, P. The Virtual Manufacturing concept: Scope, Socio-Economic Aspects and Future Trends - Neural-Network-Based Numerical Control for Milling Machine. *Journal of Intelligent and Robotic System, Volume 40, Issue 4, Pages: 343-358. Aug 2004.*
- DODA COSTRUZIONE MACCHINE AGRICOLE – Biogas Mixers Catalogue – Buscoldo, Mantova - Italy  
Acesso em 10/02/2013 Disponível em [doda@doda.com](mailto:doda@doda.com)
- DREGER, I. Experiências com estudos e projetos para usinas de biogás no Brasil (2006-2010) com tecnologia alemã. *German/Brazil Workshop on Biogas – Florianópolis/SC – 2010.*
- EEG, Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien Gesetz – EEG), Berlin, 2004.
- ELLER, K; HENKES, E; ROSSBACHER, R; HÖKE, H. Amines, Aliphatic in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.* Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
- ENSINAS, A. V. Estudo da geração de Biogás no aterro sanitário Delta em Campinas. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP – Campinas, 2003.

FEDERIZZI, M. Potencialidade do uso de resíduos lignocelulósicos da bananicultura como substrato de fermentação do processo de metanização. Dissertação de Mestrado. Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. Joinville 2008.

FIGUEIREDO, N. J. V. Utilização do Biogás de Aterro Sanitário Para Geração de Energia Elétrica e Iluminação a Gás. Estudo de Caso – Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo – 2007.

FINANCIAL TIMES – Brasil quer ser maior produtor de alimentos do mundo em 2025. Acesso em 02 de fevereiro de 2014. AGROLINK 25/02/13 - 10:52 Disponível em [http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/ft--brasil-quer-ser--maior-produtor-de-alimentos-do-mundo-em-2025-\\_166327.html](http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/ft--brasil-quer-ser--maior-produtor-de-alimentos-do-mundo-em-2025-_166327.html)

FNR (Hrsg.): Leitfaden Bioenergie - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, 2009. GÖRISCH, U; HELM M. Biogasanlagen; Ulmer Verlag, 2006.

GERS-GRAPPERHAUS, C.: Die richtige Technik für Ihre Biogasanlage, Biogas Strom aus Gülle und Biomasse. Top agrar Fachbuch, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 2002.

GUERRA, R. L. Aplicación de la realidad virtual no inmersiva para Ingenieros Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana – Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 21, N°. 1, 2012.

HANDREICHUNG BIOGASGEWINNUNG UND NUTZUNG Institut für Energetik und Umwelt gGmbH Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Leipzig, 2004.

HOUSHMAND, M; VALILAI, O. F. Collaborative Information System Architecture for CAD/CAM in New Product Development. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010. Vol II – WCECS 2010, San Francisco, USA. October, 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000 IBGE, Rio de Janeiro, 397pp. – 2002.

IGLESIAS, L; CASTRILLOÂ, L; PELAEZ, N; MARANÃ, E., MAISON, O. N; ANDRES, H. S. Biomethanization of municipal solid waste in a Pilot Plant. Department of Chemical and Environmental Engineering. Higher School of Industrial Engineering, University of Oviedo, Spain, 1999.

JÄKEL, K.: Managementunterlage "Landwirtschaftliche Biogaserzeugung und –verwertung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002.

KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H.; HOFBAUER, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, Nova Iorque, 2ª edição revista e ampliada, 2009.

KAPDI, S. S., VIJAY, V. K., RAJESH, S. K., PRASAD, P. Biogas Scrubing, Compression and Storage: perspective and prospectus in Indian context. Renewable Energy – Science Direct, Renewable Energy – Centre for Rural Development and Technology, Indian Institute of Technology, New Dehli 110016, India – 2005.

KLOSS, R.: Planung von Biogasanlagen; Oldenbourg Verlag Munique, Viena, 1986.

KROISS, H.: Anaerobe Abwasserreinigung. Wiener Mitteilungen vol. 62; Technische Universität Wien, 1985.

LETTINGA, G; HULSHOF POLL, W; ZEEMAN, G. Biological Wastewater Treatment. Part I: Anaerobic Wastewater treatment. Lecture Notes. Wageningen Agricultural University, Ed. January – 1996.

LIMA, H. Q., Avaliação dos Modelos Hashimoto e AMS-III D para produção de metano com dejetos de suínos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do ABC. Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – Santo André – SP, 2011.

LUCAS JÚNIOR, J; SOUZA, C. F. Construção e operação de biodigestores. Viçosa-MG, CTP, 2009.

LUDDEN M. Gesamtkonzept Hausmüll mit Wertstoffausschleusung für eine MBA = Mechanisch Biologische Abfallbehandlung. Sutco Recycling Technik. 1° Congresso Técnico Brasil Alemanha – Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos. Jundiaí 16 e 17 dezembro de 2013. Disponível em <http://congressobrasilalemanha.jundiai.sp.gov.br/download/>

MAINIER, F. B; ROCHA, A. A. – H<sub>2</sub>S: Novas Rotas de Remoção Química e Recuperação de Enxofre – Universidade Federal Fluminense – 2° Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás 2010 Niterói, Rio de Janeiro – Brasil, 2010.

MARTÍ-HERRERO, J.; CIPRIANO, J. Design methodology for low cost tubular digesters. Bioresource Technology, Vol.108, pp.21-27 Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), Building Energy and Environment Group, Barcelona, Spain. 2012.

MENDOZA, L; CARBALLA, M; SITORUS, B; PIETERS, J; BELGIUM, G; ERSTRAETE, W. Technical and economic feasibility of gradual concentric chambers reactor for sewage treatment in developing countries. Electronic Journal of Biotechnology – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – Chile - Vol.12 No.2, April, 2009.

MIGUNOV, V. V. The Features of the Complex CAD system of Reconstruction of the Industrial Plants. Computer Science - Computational Engineering, Finance, and Science, The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System I.2.1, J.6 12/2004. Disponível em <http://adsabs.harvard.edu/>

MIGUNOV, V. V; KAFIYATULLOV, R. R; SAFIN I. T. The modular technology of development of the CAD expansions: protection of the buildings from the lightning. Computational Engineering, Finance, and Science Dec 2004. Disponível em <http://arxiv.org/abs/cs/0412030>.

MURARO, W. Avaliação do funcionamento de motor ice com gás de baixo poder calorífico proveniente da gaseificação de casca de arroz. Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2006.

NI, J. Q; NAVEAU, H; NYNS, E. J. Biogas: exploitation of a renewable energy in Latin America. Renewable Energy, Vol.3 (6), pp.763-779 – 1993.

NAZIR, M. Biogas plants construction technology for rural area. Bioresource technology. Vol. 35, nº3, pp. 283-28 Lahore 54600, PAKISTAN – 1991.

- NKEMKA V. N. Two-Stage Conversion of Land and Marine Biomass for Biogas and Biohydrogen Production. Doctoral Thesis – Department of Biotechnology. Faculty of Engineering, Lund University – Sweden, 2012.
- OECHSNER, H., LEMMER, A. Was kann die Hydrolyse bei der Biogasvergärung leisten? pp. 37 – 46, VDI-Berichte 2057, 2009.
- PAULA, A. N. Biogás: O Combustível do Futuro. Monografia, Fontes Alternativas de Energia – Universidade Federal de Lavras / Minas Gerais – Brasil, 2006.
- PICK, D; DIETERICH, M; HEINTSCHEL, S. Biogas Production Potential from Economically Usable Green Waste. Sustainability Journal [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability) February, 2012.
- PIEROBON, L. R. P. Sistema de geração de energia de baixo custo utilizando biogás proveniente de aterro sanitário. Tese de Doutorado – PROMEC – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2007.
- PORKAREH, M. H; MAHDELOIE, S; SAMAN, P. G; KOORGOL, R; SHAKOURI, M. J. Analyzing Environmental Systems of Biogas System. Annals of Biological Research, 2011, 2 (5):707-709 CODEN (USA): ABRNBW – 2011.
- POSTEL, J.; JUNG, U.; FISCHER, E.; SCHOLWIN, F.; Stand der Technik beim Bau und Betrieb von Biogasanlagen – Bestandsaufnahme 2008, Umweltbundesamt (Hrsg.); Disponível em [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3873](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3873) Acessado em 15/01/2014.
- POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. Manole: São Paulo, 2000.
- RUTZ, D; RAINER, J. – BIOGAS HANDBOOK – Published by University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs – 126 pg – 2008.
- RZASIŃSKI, R. Databases and computer programs selection of technological features. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 49/2, 2011.
- SCHIEVANO A, D'IMPORZANO G, Orzi V, ADANI F. On-field study of anaerobic digestion full-scale plants (Part II): new approaches in monitoring and evaluating process efficiency. Bioresource Technology. Università degli Studi di Milano – Milano, Italy. October – 2011.
- SCHMIDT, L. D. The Engineering of Chemical Reactions. New York: Oxford University Press, 1998.
- SCHULTE, B. Experiences with the operation of different digester in Germany. 1º Congresso Técnico Brasil Alemanha – Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos. Apresentação. Jundiaí 16 e 17 dezembro de 2013. Disponível em <http://congressobrasilalemanha.jundiai.sp.gov.br/download/>
- SCHULZ, H.; EDER, B.: Biogas-Praxis: Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiel. 2ª edição revista e ampliada, Editora Ökobuch, Staufen bei Freiburg, 2006.
- SENATORI, M., FINZETTO, L.; PEREA, E. Estudo comparativo entre os aços inoxidáveis dúplex e os inoxidáveis AISI 304L/316L – Rev. Esc. Minas v.60 n.1 Ouro Preto: jan./mar. 2007.



SMITH, W. F. Structure and properties of engineering alloys. 2nd Edition, Mc Graw Hill, International Editions, tab. 7 – 8 – pag.324, 1993.

SOUSA, K. A. Avaliação da biogênese de sulfeto sob diferentes concentrações de bactérias redutoras de nitrato, bactérias redutoras de sulfato e nitrato. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS Rio de Janeiro – RJ. Outubro de 2009.

SOUZA, J. Desenvolvimento de tecnologias para compressão de biogás. Dissertação de Mestrado. PPGE3M – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS, Brasil, 2010.

SOUZA, J; BORBA, A. P; SCHAEFFER, L. Ferramentas computacionais aplicadas em processos de fabricação de plantas de biodigestão. Seminário de Pós-graduação Inovamundi – Universidade Feevale– Novo Hamburgo – RS, Brasil, 2012.

SOUZA, J; LAUK, G; PELEGRINI, L; SCHAEFFER, L. Modelagem e simulação de misturadores para biorreatores. Anais CD. 2ª Conferência Internacional de Materiais e Processos para Energias Renováveis. UFRGS/LdTM – Porto Alegre – RS, Brasil, 2012.

SOUZA, J; SCHAEFFER, L. Estudo para fabricação de cilindros especiais para biometano. Revista Liberato (Novo Hamburgo-RS), p.33-38, v. 11, n15, jan./jun. 2010.

STALIN, N; PRABHU, H. J. Performance evaluation of partial mixing anaerobic digester. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences – Asian Research Publishing Network (ARPN). Department of Chemical Engineering, National Institute of Technology, Trichy, Tamil Nadu, India (2007).

STEEL TEC FARM GmbH Edelstahlbehälter. Disponível em [www.steeltecheide.de](http://www.steeltecheide.de)

STRIK, D.P.B.T.B; DOMNANOVICH, A. M; HOLUBAR P. A pH-based control of ammonia in biogas during anaerobic digestion of artificial pig manure and maize silage. Institute of Applied Microbiology, Department of Biotechnology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria - December 2005.

TARBAGHIA, T. Design of biogas plant to product energy with special application to Benghazi, Libya. Renewable energy [0960-1481] Vol:3 fasc:2 pág:207 -209. 1993.

TAPIE, L; MAWUSSI, B. K. Decomposition of forging die for high speed machining. IDMME – Virtual Concept – Beijing conference, China, CDRom, paper N°55, October – 2008.

TEBECHERANI, C. T. P. Artigo Técnico Aços inoxidáveis (2010). Disponível em <http://www.pipesystem.com.br/ArtigosTecnicos/AcoInox/bodyacoinox.html> Acessado em 20.02.2014.

TIPPE, H. Prozessoptimierung und Entwicklung von Regelungsstrategien für die zweistufige thermophile Methanisierung ligno-zellulosehaltiger Feststoffsuspensionen. Dissertation an der TU Berlin, Fachbereich 15, Lebensmittelwissenschaften und Biotechnologie. Berlin, 1999.

TODIĆ, V; TEPIĆ, J; MILOŠEVIĆ, M; LUKIĆ, D; HADŽISTEVIĆ, M. Design of casting blanks in CAPP system for parts of piston-cylinder assembly of internal combustion engines. Metalurgija - Journal for Theory and Practice in Metallurgy 51 (2012) 1, 75-78 Zagreb - SERBIA (2012).

TORRES, E. S. Cinética de Parâmetros Microbiológicos na Formação de Biofilmes. Dissertação de Mestrado. PROGRAMA EQ-ANP Processamento, Gestão e Meio Ambiente na Indústria do Petróleo e Gás Natural. UFRJ Rio de Janeiro-RJ, 2001.

VATTAMPARAMBIL, S. R. Anaerobic Microbial Hydrolysis of Agriculture Waste for Biogas Production. International Conference on Emerging Frontiers in Technology for Rural Area (EFITRA) Proceedings published in International Journal of Computer Applications – 2012.

WEILAND, P.; RIEGER, C. Wissenschaftliches Messprogramm zur Bewertung von Biogasanlagen im Landwirtschaftlichen Bereich. (FNR-FKZ: 00NR179); 3. Zwischenbericht; Institut für Technologie und Systemtechnik/Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft(FAL); Braunschweig; 2001.

WEILAND, P. Bundesweite Evaluierung neuartiger Biomasse-Biogasanlagen; 16°. Symposium Bioenergie-Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas; Bad Staffelstein pp. 236-241, 2007.

WELTEC BIOPOWER Commences Biogas Plant Construction in Arneburg. Producer and distributor of complete biogas plants made of stainless steel, has started the construction of a biogas park in Arneburg, Saxony-Anhalt, Germany 2012. Acesso em 28/06/2013 Disponível em <http://www.weltec-biopower.com/>

PREIßLER, D. Die Bedeutung der Spurenelemente bei der Ertragssteigerung und Prozessstabilisierung. Atas da 18ª Conferência Anual da Fachverband Biogas, Hannover, 2009.

BISCHOFF, M. Erkenntnisse beim Einsatz von Zusatz und Hilfsstoffen sowie Spurenelementen in Biogasanlagen; VDI Berichte nº 2057; "Biogas 2009 – Energieträger der Zukunft"; VDI Verlag, Düsseldorf, 2009.

VDI-Richtlinie 4630: Vergärung organischer Stoffe. Substratcharakterisierung.



# Capítulo 31

## APLICAÇÃO DA AUTONOMAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DE UMA FARMÁCIA PERIFÉRICA: ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL DE GRANDE PORTE

[10.37423/200200307](#)

*Fabiano Jardim Araujo*  
*fabianofjar@gmail.com*

**RESUMO:** O presente artigo apresenta o estudo da aplicação da autonomia como alternativa de otimização de uma farmácia hospitalar periférica e seus respectivos resultados. O trabalho também caracteriza o uso dessa metodologia em um ambiente de alta complexidade e diversificação em termos de consumo de itens no âmbito hospitalar. Vários autores referem à autonomia como uma estratégia de padronização de processos, redução de custo e aumento da produtividade, que vem a auxiliar as organizações ao transferir a inteligência humana para a máquina, sem excluir a participação humana. Inicialmente será discutida a abordagem da autonomia, seus conceitos e aplicações. Em seguida serão apresentadas as características da farmácia hospitalar, e por fim a metodologia pesquisada e as informações coletadas. A pesquisa será realizada através de um estudo de caso único, em uma instituição hospitalar de grande porte da região sul do Brasil, cuja unidade periférica da farmácia está localizada em uma unidade de cuidados intensivos fechada, caracterizada por mudanças tecnológicas com foco na melhoria dos processos assistenciais e administrativos e na redução de custo.

**Palavras-chave:** Autonomia; Farmácia Hospitalar; Devoluções e Insumos.

## 1 INTRODUÇÃO

A autonomia é formada por sistemas compostos de pessoas, equipamentos, linhas ou fábricas em que são realizados controles/checagens autônomas em relação a problemas de qualidade, volume, operações e equipamentos, de tal forma que “se são descobertos quaisquer problemas, é outorgado absoluta prioridade para o tratamento dos mesmos e as operações são automaticamente paradas até que os problemas sejam resolvidos” (Shimbum, 1993).

Considerada um dos pilares do Sistema Toyota de Produção (Passos, 2004), a autonomia pode contribuir para a composição de uma estrutura sólida de gestão. Segundo Mintzberg (2000), quando atrelada a ferramentas de acompanhamento e suporte à tomada de decisão, a organização terá condições de reestruturar sua visão estratégica adequando-se as novas exigências do mercado global altamente competitivo.

Para Porter (2007), as oscilações de mercado que o cenário da área da saúde passa obriga as instituições hospitalares a adotarem ferramentas de gestão sólidas para que possam se manter sustentáveis ao longo prazo, com foco nas suas atividades de cuidado e atenção ao paciente. Frente a este conceito, existe a preocupação de que a redução de atividades ou a simplificação dos processos, objetive, a torná-los mais dinâmicos não impactando de forma negativa nas atividades médico assistenciais.

Tratamentos de maior complexidade requerem a utilização de equipamentos, exames e medicamentos de custo elevado, implicando em maior ônus, o que gera a necessidade de novos recursos financeiros para a área da saúde.

Os recursos econômicos destinados ao setor saúde freqüentemente inferiores às necessidades demandadas, tornando-se mais escassos com o aumento da sobrevida da população e com a descoberta de novas opções terapêuticas (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2005).

Os medicamentos representam uma grande fatia do custo relacionado à farmácia, cuja estrutura é responsável pelo gerenciamento de insumos farmacêuticos em uma instituição hospitalar, atuando como uma unidade clínica, administrativa e econômica, dirigida por profissional farmacêutico ligado hierarquicamente à direção clínica do hospital, integrada funcionalmente com as demais unidades de assistência ao paciente (BRASIL, CFF – Conselho Federal de Farmácia, adaptado CFF/1997).

É responsabilidade e de atenção de uma unidade farmacêutica a provisão do tratamento farmacológico com o propósito de alcançar resultados concretos que melhorem a qualidade de vida do paciente, sendo eles: A cura da enfermidade, a eliminação ou redução da sintomatologia do paciente, a interrupção ou diminuição do processo patológico e a prevenção de uma enfermidade ou de uma sintomatologia (Hepler, 1990).

No cenário em estudo, será avaliada a autonomação de uma farmácia periférica em uma unidade fechada de cuidados intensivos, comparando as melhorias da redução de erros de dispensação e movimentação de materiais e medicamentos liberados pelo serviço antes e depois das alterações.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Serão apresentadas a seguir as principais referências teóricas utilizadas para a construção deste trabalho: i) Os conceitos da autonomação, ii) A aplicação da autonomação, iii) A farmácia hospitalar

### 2.1 OS CONCEITOS DA AUTONOMAÇÃO

Conhecida como um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, a autonomação tem como objetivo diminuir/reduzir a dependência da máquina em relação à atuação do homem, capacitando-a para funcionar com autonomia em relação ao homem, „tomando as decisões“ quando isto se faz necessário (Passos, 2004).

A autonomação ou jidoka surgiu em 1926, quando Sakichi Toyota lançou um tear capaz de parar automaticamente quando um dos fios se rompesse ou quando fosse atingida a quantidade programada de tecido. Com isso, um mesmo operador poderia supervisionar simultaneamente várias máquinas ao mesmo tempo, desde que programasse os teares de acordo com a quantidade estipulada de produto. O objetivo era aumentar a produtividade a partir da redução do número de trabalhadores na fabricação (Ghinato, 1996; Ohno, 1997).

Esta inovação ofereceu um contraponto à lógica de um homem por posto de trabalho executando uma tarefa, proposta anteriormente por Taylor. Mais tarde este conceito foi transferido para a fábrica de automóveis da Toyota (Silva, 2010).

Para Ehrmeyer e Laessig (2007), a autonomação é o processo evolutivo que acontece quando a inteligência humana é transferida para as máquinas através da tecnologia, incorporando o conceito

de que a correção dos erros deve ser realizada à medida que eles ocorrem, ao invés de aguardar pela correção no final da linha de produção.

Atividades educativas, treinamentos e controles são necessários para prevenir que fatores humanos causem erros no processo, porém não são suficientes para garantir a segurança da operação. Por meio da automação é possível projetar dispositivos e procedimentos que assegurem que as atividades sejam realizadas de forma correta, combatendo as violações que podem ocorrer durante a execução da atividade (Meier & Jones, 2006).

A palavra *jidoka* significa apenas automação, sendo *ninben no aru jidoka* a expressão que dá o verdadeiro significado do conceito e que pode ser interpretada como automação integrada ao ser humano, ou seja, existem dispositivos automáticos, mas a participação humana não é negligenciada no processo. No entanto, a simplificação de uso do termo para *jidoka* tornou-se usual (Silva, 2010).

A automação pode ser definida como a “automação com a mente humana” (Silva, 2010), e não deve ser confundida com automação, cujo conceito afirma que a presença humana seja eliminada do funcionamento das máquinas. Na automação a presença humana é minimizada, fazendo com que as máquinas funcionem sozinhas e tenham a capacidade de perceber anormalidades ocorridas, evitando assim a fabricação de produtos ou componentes defeituosos (Passos, 2004).

## 2.2 A APLICAÇÃO DA AUTONOMAÇÃO

A automação deve ser implantada pela equipe gerencial e de supervisão da organização, a partir da transferência de inteligência para a máquina e da adaptação dos movimentos dos operadores às mesmas (Passos, 2004). Conforme o Sistema Toyota, a automação pode ser aplicada em máquinas e também às linhas manuais de montagem (Silva, 2010).

A máquina automatizada com um toque humano deixa os operadores livres para trabalharem simultaneamente com diversas máquinas, o que denominamos como multifuncionalidade (Passos, 2004).

Segundo Antunes, Alvarez, Klippel, Bortolotto e Pellegrin (2008), não existe multifuncionalidade sem a aplicação da automação. Estes conceitos estão intimamente relacionados e diretamente envolvidas com a eficiência e flexibilidade da força de trabalho, impactando positivamente na redução

de custo de fabricação. É desta flexibilização, multifuncionalidade que resulta a redução de mão-de-obra (Ghinato, 1996).

A automação tem como propósitos originais prevenir a geração e propagação de defeitos na produção, tanto para máquinas como em operações manuais, e parar a produção quando for atingida a quantidade programada. É um mecanismo de controle de anomalias do processo que possibilita a investigação imediata das causas das falhas, pois não permite que a situação que a originou se distancie no tempo (Ghinato, 1996; Monden, 1984; Ohno, 1997, citado em Silva, 2004).

A aplicação da automação pode eliminar a necessidade de retrabalho e também da maioria dos resíduos da operação. A chave para este método é a verificação simples e rápida dos processos, implementando informações que não são compatíveis à racionalidade dos seres humanos sem o auxílio das máquinas (Gong, Wang, & Lai, 2009).

Quando são identificados problemas na operação, a automação prioriza o seu tratamento parando automaticamente a máquina até que os mesmos sejam resolvidos (Silva, 2004). É importante lembrar que o trabalho a ser realizado com a automação não pode ser separado da noção de rentabilidade na medida em que um sistema de automação não obtém êxito, a não ser que permita a obtenção de benefícios econômicos (Shimbum, 1993).

Do processo de automação resultam quatro objetivos que podem contribuir para as áreas de decisão estratégica da organização: capacidade de adaptação da produção; redução de custo; melhoria da qualidade e crescimento do ser humano (Silva, 2004).

Dentro da organização hospitalar, as questões referentes ao gerenciamento dos medicamentos e a forma como estes são distribuídos entre seus vários setores (postos de enfermagem, centro de tratamento intensivo, centro cirúrgico e etc.) nos dizem muito em relação à qualidade da prestação deste serviço pela farmácia (Freitas, 2004).

A gestão de estoques em organizações de saúde vem passando nos últimos anos por profundas transformações (Agapito, 2005), e a automação começa a surgir como uma estratégia de gestão nas instituições hospitalares. Na próxima seção apresentaremos as principais características da farmácia hospitalar e suas necessidades em relação à otimização dos processos.

## 2.3 A FARMÁCIA HOSPITALAR

A farmácia hospitalar tem por objetivo garantir o uso seguro e racional dos remédios prescritos pelo profissional médico, além de responder à demanda das necessidades de medicamentos dos pacientes (Novaes, Gonçalves, & Simonetti, 2006). É uma unidade de abrangência assistencial técnico-científica e administrativa, dirigida por profissional farmacêutico,

que visa atender toda comunidade hospitalar no âmbito dos produtos farmacêuticos, desenvolvendo atividades ligadas à produção, ao armazenamento, ao controle, à dispensação e à distribuição de medicamentos correlatos às unidades hospitalares, bem como, a orientação de pacientes internos e ambulatoriais (Messeder, 2005).

Para tanto, mantém sob sua guarda os estoques desses produtos que são caracterizados por ciclos de demandas e de ressuprimentos com flutuações significativas e altos graus de incerteza, fatores críticos diante da necessidade de manter medicamentos em disponibilidade na mesma proporção da sua utilização (Novaes et al., 2006).

Neste contexto, surge a importância do gerenciamento dos estoques de medicamentos. Diferentes técnicas de administração da produção e da gestão dos estoques foram desenvolvidas a fim de solucionar os problemas originados no ambiente de manufatura, mostrando eficiência na gerência de operações de uma indústria. Estas técnicas podem ser adaptadas às novas necessidades presentes na gestão de serviços, tendo aplicação nas farmácias das instituições hospitalares, buscando a otimização do controle dos itens dos estoques (Agapito, 2005).

Cabe salientar que a complexidade do hospital influencia no serviço da farmácia nele inserido. Ainda que o sistema de distribuição de medicamentos por dose unitária seja, sem dúvida, o mais seguro para o paciente e o mais racional em termos gerenciais, sua gestão é complexa e tem implantação dispendiosa (Messeder, 2005).

Embora seja a mais utilizada esta prática não leva em conta as dosagens não distribuídas. Há uma crescente preocupação sobre a melhor forma de identificar as medicações não administradas e a alocação de métodos adequados para medir a produtividade e melhorar a eficiência geral do departamento (Gupta et al., 2007).

Para Wanke (2004), a gestão de estoques em organizações de saúde tende a ser direcionadas pelo quadro de médicos que definem os medicamentos e exigem a manutenção de elevados níveis de estoque num ambiente de fluxo de produtos descontínuo e de fluxo de informações baseado em papel, onde a tecnologia e os sistemas de suporte à decisão adotados são incipientes, as práticas comerciais são ineficientes e os custos de administração de contratos são elevados.

Observa-se também que variáveis como a quantidade de medicamentos armazenados e o tempo de permanência nos estoques estão entre as responsáveis diretos pelo aumento do custo dos produtos abrigados nas farmácias hospitalares (Novaes et al., 2006).

Existe uma grande carência de informatização no âmbito das organizações de saúde, na maior parte das vezes o controle e a tomada de decisão são feitos sem o uso de sistemas computacionais específicos de suporte à decisão (Wanke, 2004).

Para a gestão de estoque é necessário criar um sistema de normas e acelerar o fluxo de informação, desenvolvendo relações estratégicas com fornecedores. Se o sistema funciona corretamente, as condições seguintes dependem do cumprimento do que foi contratado com os fornecedores selecionados, a fim de manter o nível adequado de preço e qualidade. Deve-se primar pela qualidade e pela redução da quantidade dos materiais adquiridos com a finalidade de controlar e reduzir os custos de materiais (Aytekin, 2009)

A partir deste cenário, nas próximas seções serão apresentadas a metodologia de trabalho, a unidade de análise e, o estudo da aplicação da autonomia da farmácia hospitalar em um hospital de grande porte.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso de nível descritivo e exploratório, que possui uma vantagem distinta em relação aos demais, quando “faz-se uma questão do tipo “como” ou “por que”, sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle” (Yin, 2001).

### 3.1 MÉTODO DE TRABALHO

O método de pesquisa utilizado foi o de caráter exploratório e explicativo. Conforme Gil (1991) as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos,

com vistas à formulação de problemas ou hipóteses pesquisáveis, apresentando menor rigidez no planejamento. Já as pesquisas com caráter explicativas, têm como preocupação identificar fatores que determinam a ocorrência de fenômenos.

A abordagem foi de natureza quantitativa e qualitativa em relação ao processo de automação e centralização de uma farmácia periférica em uma unidade de cuidados intensivos fechada. A posição do pesquisador foi chamada de “observador participante”, de acordo com a classificação proposta por Martins (1994). Nesse tipo de pesquisa o observador é parte do contexto que está sendo observado, de forma que ele modifica e é modificado por esse contexto.

O levantamento das informações básicas para a definição da forma a ser utilizada para realização da metodologia foi realizada através da participação do pesquisador no acompanhamento dos dados e do levantamento das informações históricas do setor.

## 3.2 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de estudo é uma Instituição Hospitalar de grande porte da região Sul do Brasil, caracterizada como hospital geral e multidisciplinar, que tem como objetivo prestar serviços na área da saúde privada, bem como, desenvolver atividades de educação, prevenção e diagnóstico.

O hospital conta com mais de 2.000 funcionários em seu quadro de colaboradores, além de um corpo clínico aberto composto por diversas especialidades médicas, subdividido por uma equipe de profissionais multidisciplinares no restante da sua estrutura funcional, como áreas assistenciais e administrativas.

Possui uma capacidade instalada de mais de 400 leitos distribuídos nas áreas de clínica médica, emergência, cirúrgica, obstetrícia, dependência química, psiquiátrica e tratamento intensivo. A unidade ainda dispõe de serviços de diagnóstico por imagem, laboratório de análises clínicas, farmácia, centro de material esterilizado (CME) e serviço de nutrição e dietética (SND).

Na unidade de Cuidados Intensivos em estudo, são alocados 32 leitos com uma rotatividade média de 950 pacientes mês, atendidos nos graus de média e alta complexidade e subdivididos nas patologias de Neurologia, Cardiologia, Pneumologia, Clínica Médica e Pós Cirúrgica.



## 4 ESTUDO DE CASO

De acordo com Ghinato (1996) e Ohno (1997) o objetivo da autonomia é aumentar a produtividade com o uso da tecnologia/máquinas e da redução do número de trabalhadores na fabricação. A partir deste conceito verificamos que a operacionalização de uma unidade de farmácia centralizada de forma periférica, no setor de cuidados intensivos objetivou a redução de custos econômicos com a movimentação de insumos hospitalares que apresentavam altos índices de devolução até então.

O modelo anterior adotado estabelecia toda a alimentação de materiais e medicamentos através de uma unidade descentralizada da farmácia designada ao abastecimento de todos os demais serviços de cuidados assistenciais da instituição, sendo restritamente dependente da movimentação e capacitação humana para operacionalização das atividades.

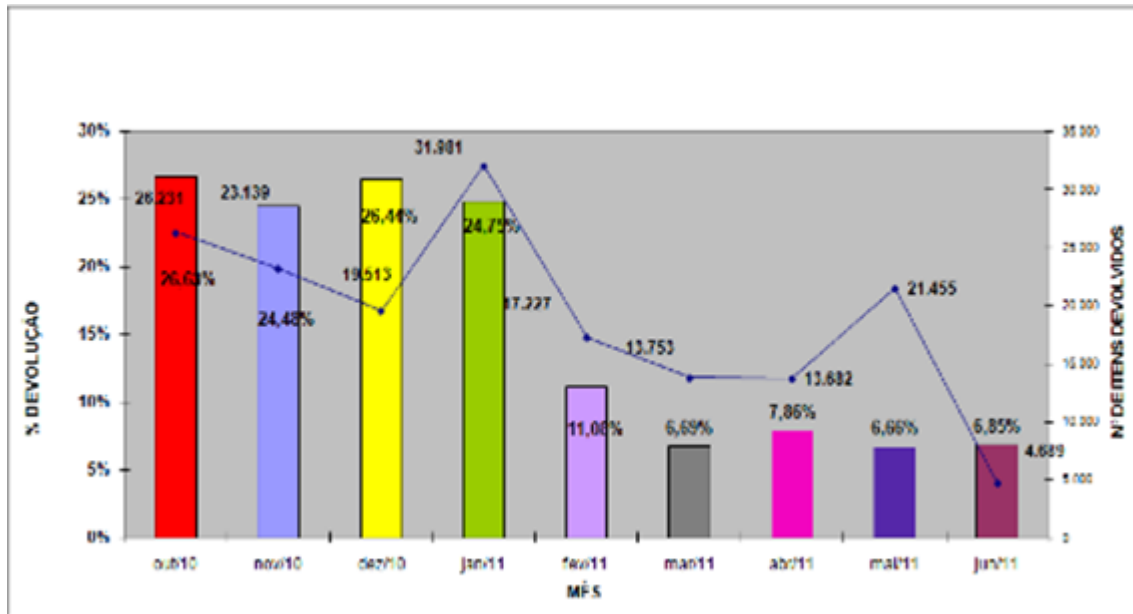
Para Meier e Jones (2005) a autonomia possibilita projetar dispositivos e procedimentos que assegurem que as atividades sejam realizadas de forma correta, conceito este levado à estruturação de um parque tecnológico próprio para dispensação de materiais e medicamentos de forma local, objetivando a redução de custos e erros com movimentação de insumos.

Para Ghinato (1996) a adoção de um lay-out que vise à flexibilização e a multifuncionalidade favorece a redução de custos a partir da centralização e melhor distribuição dos recursos. Foi possível observar na unidade em estudo que a descentralização da dispensação dos insumos acarretava um alto índice de devoluções, o que gerava um capital imobilizado de recursos econômicos parados durante a ineficiência do processo.

A farmácia central responsável até então pela dispensação dos insumos para unidade de cuidados intensivos contava com um grupo de colaboradores específicos destinados a monitorar estes eventos. Com a autonomia e a descentralização foi possível reduzir em 50% do capital humano agregando tecnologia ao suporte da operacionalização das atividades de forma local.

O número de erros e inconsistência nos processos de dispensação também agregaram um retorno econômico e operacional considerável ao modelo anterior praticado. O gráfico abaixo representa o índice de devoluções no período entre Outubro de 2010 e Junho de 2011. Cabe salientar que a adoção da autonomia ocorreu em Fevereiro de 2011.

Figura 1 – Devoluções Unidade de Cuidados Intensivos - Em número de itens



Fonte: Elaborado pelos autores.

Um dos principais ganhos operacionais foi à possibilidade de identificação imediata durante os processos de dispensação, conforme Silva (2004) quando são identificados problemas na operação, a automação prioriza o seu tratamento até que os mesmos sejam resolvidos.

O que inviabilizava o modelo anterior era que a farmácia central disputava todas as atividades de forma complementar com as demais unidades do hospital, como Serviços de Internação, Unidade de Cuidados Especiais, Centro Cirúrgico e Serviços de Psiquiatria e Dependência Química.

Para Agapito (2005) a automação começa a surgir com uma estratégia de gestão nas instituições hospitalares, uma vez que a gestão de insumos em organizações de saúde vem passando nos últimos anos por profundas mudanças, representando um valor significativo nas suas movimentações.

Esta automação também permitiu a redução do número de itens trabalhados, antes relacionados em cerca de 20.000 diferentes que se encontravam à disposição dos profissionais médicos, agora são destinados cerca de 10% dos insumos já caracterizados de acordo com a unidade de alocação da farmácia.

redução do custo dos estoques da farmácia periférica hospitalar acontece através do adequado abastecimento em produtos e serviços utilizados, se possível, processos que permitam sua padronização através do uso da automação. Para Angaran (1999) padronizar medicamentos significa escolher, dentre uma relação de produtos e de acordo com determinadas especificações aqueles que atendam às necessidades de cobertura terapêutica da população em atendimento.

De forma ainda intrínseca, os gestores apontam um ganho para os profissionais médicos, por adquirirem maior confiança no uso dos medicamentos corretos pertinentes ao tratamento, uma vez que a devolução por erro foi reduzida.

O serviço de enfermagem se beneficia através da melhor interação com o corpo clínico, adotando a mesma linguagem quanto aos nomes e fórmulas de medicamentos e a familiarização com os produtos padronizados.

Para a farmácia, a autonomia implica em melhor controle de estoques pela menor diversidade de produtos e pela facilidade do gerenciamento, em função do menor espaço físico destinado aos estoques.

Outro ganho apontado é o benefício da rastreabilidade com uso dos códigos de barras bidimensionais, possibilitando o histórico do item da fabricação até o seu consumo, com a garantia da dispensação de medicamentos em condição de uso, havendo bloqueio de dispensação de lotes interditados ou vencidos via sistema.

De acordo com Barbieri e Machline (2006) quanto maior a habilidade de uma organização hospitalar e sua farmácia em administrar os produtos de forma adequada, maior será sua capacidade de oferecer à clientela bens e serviços de qualidade e com baixos custos operacionais, uma vez que os medicamentos encontram-se entre os principais componentes dos custos hospitalares.

Abaixo, relacionamos o impacto da autonomia e da descentralização da farmácia que se tornou periférica na unidade de cuidados intensivos, e sua representatividade no ganho da atividade de dispensação de insumos de forma correta.

Quadro 1 – Resultados de devoluções “antes” e “depois” da farmácia - Em número de itens

<b>MÊS</b>	<b>Nº DE ITENS DEVOLVIDOS</b>	<b>% DE ITENS DEVOLVIDOS</b>
out/10	26.231	26,6%
nov/10	23.139	24,5%
dez/10	19.513	26,4%
jan/11	31.981	24,8%
fev/11	17.227	11,1%
mar/11	13.753	6,77%
abr/11	13.682	7,97%
mai/11	21.455	6,74%
Jun/11	4.689	6,85%

MEDIA ITENS DEVOLVIDOS OUT/10 A JAN/11 (antes)	MEDIA ITENS DEVOLVIDOS FEV/11 A MAI/11 (depois)	DIFERENÇA (EM NÚMERO DE ITENS)
25.216	14.161	11.055

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste artigo foi apresentar os resultados obtidos através da aplicação da autonomia e da descentralização da farmácia hospitalar em uma instituição de grande porte da região sul do Brasil. Os objetivos secundários foram caracterizar o uso dessa metodologia em um ambiente de alta complexidade e diversificação em termos de consumo de itens no âmbito hospitalar.

Pode-se afirmar que a utilização da autonomia nos processos descritos neste artigo contribuiu para melhoria sistêmica de toda a cadeia produtiva, maximizando os recursos geradores de riquezas através da identificação e do gerenciamento dos materiais e medicamentos utilizados pela unidade de estudo.

A visão sistêmica obtida contribuiu para a compreensão do funcionamento das operações necessárias para o dimensionamento correto da tecnologia necessária e da centralização e distribuição de suas operações. Num ambiente de alta complexidade e de diferentes variáveis o gerenciamento baseado através do uso de equipamentos e do controle centralizado repercutiu no aumento da capacidade global da unidade.

Pode-se observar a redução de devoluções e de erros no processo de dispensação de materiais e medicamentos que acarretavam um impacto significativo na operacionalização das atividades, uma vez que a implementação da autonomia da unidade em estudo não caracteriza ainda um valor econômico mensurável.

Sugere-se dar continuidade no estudo a este tema, abrangendo um maior número de variáveis envolvidas no sistema de autonomia, que pode ser desdobrada em demais práticas que contemplam o conceito, mensurando de forma mais abrangente a partir da evolução da operacionalização da metodologia nos próximos meses, a fim de quantificar e qualificar os resultados futuros obtidos.

## REFERÊNCIAS

- Agapito, N. (2007). Gerenciamento de estoques em farmácia hospitalar. Grupo de Estudos Logísticos Universidade Federal de Santa Catarina - GELOG-UFSC.
- Antunes Jr., J., Alvarez, R., Klippel, M., Bortolotto, P., & Pellegrin, I. (2008). Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman.
- Aytekin, S. (2009). The applicability of just in time stock management philosophy to hospital industries and a case study at a university hospital. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(21), 102-115.
- Brasil. Conselho Federal de Farmácia (CFF). (2011). Resolução no 308, 2 maio 1997. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado em 17 julho, 2011, de <http://www.cff.org.br/legis/legis.html>.
- Ehrmeyer, S. S., & Laessig, R. H. (2007). Point-of-care testing, medical error, and patient safety: a 2007 assessment. *Clin Chem Lab Med*, 45(6): 766–773.
- Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2005). Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Freitas, A. R. (2004). Vigilância sanitária na farmácia hospitalar: o sistema de distribuição de medicamentos por dose unitária (SDMDU) em foco. Monografia de especialização, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Ghinato, P. (1996). Sistema Toyota de produção: mais que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS.
- Gil, A. C. (1991). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- Gong, Q., Wang, S., & Lai, K. K. (2009). Stochastic analysis of TPS: expose and eliminate variability by highly specifying. *International Journal of Production Research*, 47(3), 751–775.
- Gupta, S. R., Wojtynek, J. E., Walton, S. M., Botticelli, J. T., Shields, K. L., Quad, J. E., & Schumock, G. T. (2007). Association between hospital size and pharmacy department productivity. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 64(9), 937-944.
- Hepler, C. D., & Strand, L. M. (1990). Opportunities and responsibilities in pharmaceutical care. *American Journal of Hospital Pharmacy*, 47(3), 533-43.

Meier, F. A., & Jones, B. A. (2005). Point-of-care testing error sources and amplifiers, taxonomy, prevention strategies, and detection monitors. *Arch Pathol Lab Med*, 129(10), 1262-1267.

Martins, G. A. (1994). *Manual para elaboração de monografias e dissertações*. São Paulo: Atlas.

Messenger, A. M. (2005). *Avaliação de estrutura e processos de serviços de farmácia hospitalar segundo nível de complexidade do hospital*. Dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz, Mangueiras, RJ, Brasil.

Mintzberg, H. (2000). *Safári de Estratégia*. Porto Alegre: Bookman.

Novaes, M. L. O., Gonçalves, A. A., & Simonetti, V. M. M. (2006, novembro). Gestão das farmácias hospitalares através da padronização de medicamentos e utilização da curva ABC. *Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP*, Bauru, SP, Brasil, 13.

Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.

Passos, A. A., Jr. (2004). *Os circuitos da autonomia – uma abordagem técnico-econômica*. Dissertação mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil.

Porter, M. E., & Teisberg, E. O. (2007). *Repensando a saúde: estratégias para melhorar a qualidade e reduzir os custos*. São Paulo: Bookman.

Shimbum, N. K. (1993). *Cuadernos de dirección de fábricas – automatización/ automatización*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.

Silva, M. G. (2010). *Avaliação do alinhamento entre critérios competitivos e práticas da autonomia na indústria eletrônica: um estudo de caso*. Dissertação de mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil.

Wanke, P. (2004). *Tendências da Gestão de Estoques em Organizações de Saúde*. Centro de Estudos de Logística COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro, 2004.

Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.

# Capítulo 32

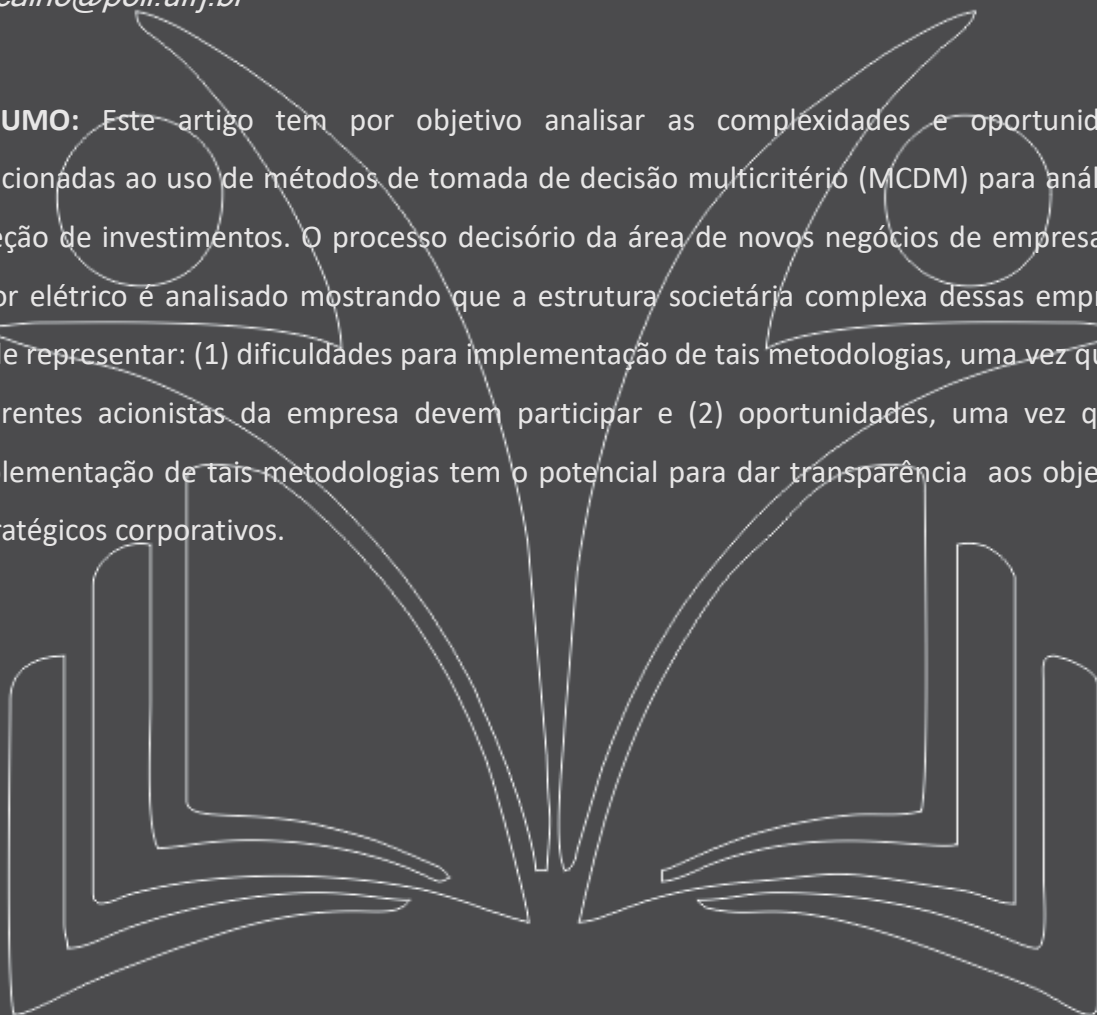
## METODOLOGIAS MULTICRITERIAIS E AS DECISÕES SOBRE INVESTIMENTOS GERIDOS PELA ÁREA DE NOVOS NEGÓCIOS DAS EMPRESAS

[10.37423/200200314](#)

*Klítia Valeska Bicalho, D.Sc. (Professora, Departamento de Engenharia Industrial, Escola Politécnica/UFRJ).*

*kbicalho@poli.ufrj.br*

**RESUMO:** Este artigo tem por objetivo analisar as complexidades e oportunidades relacionadas ao uso de métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM) para análise e seleção de investimentos. O processo decisório da área de novos negócios de empresas do setor elétrico é analisado mostrando que a estrutura societária complexa dessas empresas pode representar: (1) dificuldades para implementação de tais metodologias, uma vez que os diferentes acionistas da empresa devem participar e (2) oportunidades, uma vez que a implementação de tais metodologias tem o potencial para dar transparência aos objetivos estratégicos corporativos.



## 1. INTRODUÇÃO

Dentro de um contexto de maior competição e mudanças, observamos um movimento recente de criação ou ampliação da área de novos negócios em empresas de diversos setores, visando maximizar suas vantagens competitivas e proteger-se de instabilidades do ambiente empresarial.

O processo de análise e seleção de projetos de investimento é naturalmente complexo. O estudo de viabilidade econômico-financeiro faz estimativas que envolvem diferentes graus de incerteza, ao projetar variáveis como receitas e custos. No caso específico da avaliação e seleção de projetos de investimentos conduzidos pela área de novos negócios, a complexidade é maior, uma vez que objetivos estratégicos assumem especial importância no processo de decisão conduzido pelos acionistas das empresas.

Para uma empresa brasileira de distribuição de energia elétrica outras complexidades são acrescentadas ao processo de tomada de decisão. Fatores como a participação de acionistas públicos e privados, sócios com diferentes interesses em termos de horizonte de tempo para valorização de suas participações, a existência ou não de incentivos para determinados tipos de projetos podem adquirir significativa relevância no processo de investimento.

Pesquisadores da área de Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão ou MCDM dedicam-se ao desenvolvimento de metodologias apropriadas para apoiar os tomadores de decisão em situações em que fatores conflitantes de decisão (objetivos, metas, critérios), devem ser considerados simultaneamente.

Nesse trabalho é feita uma revisão bibliográfica sobre a aplicação de metodologias MCDM à tomada de decisão financeira e é analisado o processo decisório da área de novos negócios das empresas brasileiras do setor elétrico sendo identificadas oportunidades e desafios para a utilização de metodologias MCDM nesse contexto. O artigo é parte integrante do projeto de P&D denominado “A Abordagem Fuzzy AHP na Hierarquização de Ativos de Empresas do Setor Elétrico” no âmbito da ANEEL.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Os métodos de tomada de decisão multicritério (Multi-Criteria Decision Making ou MCDM) constituem importante área da pesquisa operacional e baseiam-se no fato de que um único objetivo, critério ou ponto de vista raramente é utilizado pelos tomadores de decisão.

A partir da década de 70, a eficiência dos modelos ortodoxos de pesquisa operacional em análise de problemas gerenciais complexos, começou a ser questionada. Por isso, nas décadas seguintes, passa-se a considerar que não seria adequado analisar problemas procurando uma solução ótima, e sim gerar projetos e soluções de compromisso que permitam ultrapassar a confusão que cerca as situações problemáticas no contexto empresarial. Ou seja, passar do paradigma da otimização para as chamadas soluções de aprendizado e construtivismo (COSTA, 1999).

A maioria dos modelos de tomada de decisão, especialmente multicritério, são conceituados em termos de critérios e alternativas (KEENEY & RAIFFA, 1976 e SAATY, 1980). Critérios que refletem os valores de um tomador de decisão pelos quais alternativas podem ser discriminadas. Alternativas são cursos de ação que podem ser perseguidos e que terão resultados medidos em termos dos critérios.

Os métodos multicritério de tomada de decisão constituem o principal grupo dentre os métodos de Análise de Decisões, como mostrado na figura 1. Os outros dois grupos são os métodos de tomada de decisões com um único objetivo e os sistemas de apoio à decisão. (ZHOU ET AL. ,2006)

Cada método MCDM utiliza uma técnica específica para modelar preferências dos tomadores de decisão. Os métodos AHP (Analytic Hierarchy Process) e MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) são os mais representativos da escola norte-americana de tomada de decisão multicritério, trabalham com a idéia de agregar as informações por meio de uma grande síntese, seguindo os enfoques prescritivo e descritivo e são os métodos mais populares segundo Zhou et al.,2006 . O método MAUT assume que existe uma função U para representar as preferências dos decisores e assume independência, transitividade, dominância e invariância das preferências. O método AHP usa comparações pareadas com uma escala de medição relativa para acessar as preferências dos decisores e interessados na decisão e também prevê independência dos diferentes níveis e elementos hierárquicos ( GUITOUNI & MATEL, 1998).

Por outro lado, os métodos Electre e Promethee, estritamente pertencentes à escola francesa, agregam, a partir do conceito de relação de superação, todas as informações provenientes dos diferentes agentes de decisão sem, no entanto, efetuar uma única operação de síntese. (Gomes, 2007). A agregação das preferências nesses métodos é estabelecida comparando as alternativas segundo cada critério devendo ser possível avaliar entre duas alternativas a e b se aSb ou se bSa, tendo S o significado “no mínimo tão boa que”. No método Electre, as preferências dos decisores são tratadas através de 4 possíveis relações binárias: a) sim para aSb e não para bSa (ou seja a é preferível a b); b) sim para bSa e não para aSb (b é preferível a a); c) sim para aSb e sim para bSa (a é indiferente a b) e d) não para aSb e não para bSa (a e b não são comparáveis).

Além de variar quanto a descrição do sistema de preferências dos indivíduos frente a tomada de decisão, cada método mostra suas propriedades próprias no que diz respeito ao grau de incerteza incorporado no conjunto de dados e a possibilidade de diferentes interessados participar do processo.

É importante ressaltar que apesar das diferenças, todos os métodos MCDM aceitam que a decisão resulta de uma interação entre muitos atores e é influenciada pelo contexto, descartando a hipótese do decisor racional. Para Guitouni & Matel (1997), as considerações feitas pelos tomadores de decisão não seriam exclusivamente racionais, irracionais ou não racionais mas teriam um domínio que inclui os três tipos de comportamento. Dentre os aspectos que influenciariam a decisão incluem: políticos, sociológicos, culturais, psicológicos, urgência, tipo de decisão, econômicos, ambientais, culturais entre outros.

Uma descrição detalhada das etapas de implementação dos métodos de tomada de decisão multicritério é apresentada por Baker et al. (2002) e inclui: (i) definição inicial do problema; (ii) determinação de requisitos; (iii) estabelecimento de objetivos; (iv) identificação de alternativas (v) definição de critério; (vi) seleção da ferramenta ou metodologia; (vii) avaliação das alternativas com base nos critérios seguindo a metodologia escolhida e (ix) validação da solução.

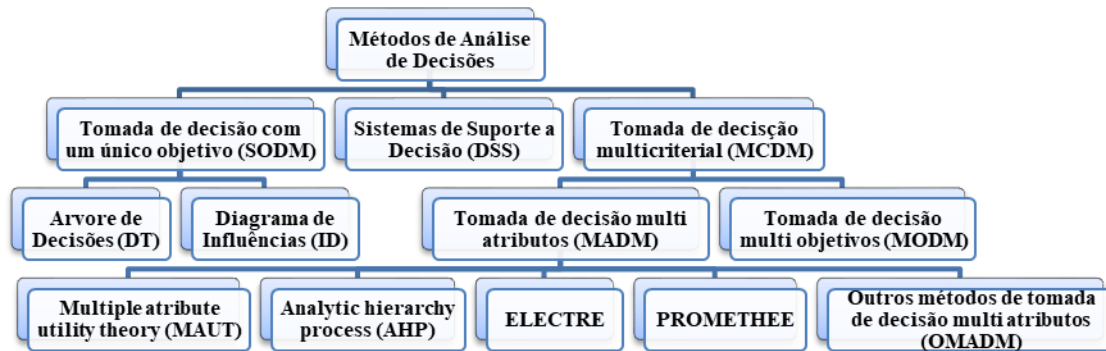


Figura 1: Classificação dos métodos de análise de decisões (ZHOU ET AL., 2006)

## 2.2. MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO E A ÁREA FINANCEIRA

A aplicação dos Métodos MCDM são mais comuns no setor público onde é mais evidente a existência de objetivos múltiplos e conflitantes como a escolha de uma política de saúde, educação, ambiental. (WALLS, 1995), mas os métodos MCDM tem sido propostos para aplicações variadas em processos de tomada de decisão das áreas de planejamento estratégico, controle gerencial e financeira das empresas.

Steuer et al. (2003) identificaram 265 artigos publicados de 1995 a 2000 relativos a aplicação de MCDM a tomada de decisão na área financeira para problemas que vão desde a seleção de gestores, avaliação de crédito, fusões de empresas, seleção e portfólios de ações e análise e seleção de projetos de investimento.

Segundo Spronk et. al (2006), em geral, as principais vantagens que o paradigma MCDM fornece a tomada de decisões financeiras, poderia ser resumido nos seguintes aspectos: (1) a possibilidade de estruturação de problemas complexos de avaliação, (2) a introdução de critérios quantitativos (ou seja, índices financeiros) e qualitativos no processo de avaliação, (3) a transparência na avaliação, permitindo boa argumentação nas decisões financeiras, e (4) a introdução de métodos científicos mais sofisticados e realistas no processo de tomada de decisão financeira.

A implementação de qualquer método de tomada de decisão multicriterial envolve a definição de critérios através dos quais as alternativas serão avaliadas. CANEZ & GRAFIAS (2006) apresentam

exemplos de critérios utilizados na gestão de portfólio de projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) de diferentes empresas. Tais exemplos, acrescidos de poucos exemplos de empresas brasileiros obtidos na literatura são apresentados na tabela 3. Os projetos de P&D podem ser similares aos geridos pelas áreas de novos negócios pela relevância estratégica, por envolverem parceria e terem resultados de longo prazo. Os exemplos brasileiros citados referem-se projetos de novas plantas industriais da Gerência Geral de Desenvolvimento de Negócios Petroquímicos da PETROBRAS (SALIBA, 2009), projetos da área de pesquisa e desenvolvimento da Petrobras (MOURÃO, 2006) e alternativas de investimento da RGE, incorporada a CPFL Energia em junho de 2006 (SONCINI, 2008).

De acordo com BAKER ET AL. (2002) o problema de tomada de decisão deve começar pela identificação dos decisores e dos afetados pela decisão que devem ser envolvidos no processo para evitar conflitos sobre a definição do problema, objetivos e critérios da decisão específica. A seguir foca-se na definição do problema de seleção de investimentos sob a tutela da área de novos negócios de empresas brasileiras do setor elétrico visando avaliar as complexidades e oportunidades da utilização de metodologias MCDM nesse contexto.

<b>Empresa</b>	<b>Crítérios</b>
Celanese	Adequação à estratégia do negócio; Alavancagem da estratégia; Probabilidade de sucesso técnico; Probabilidade de sucesso comercial; Recompensa para a companhia
DuPont	Alinhamento com a estratégia; Valor; Vantagem competitiva; Atratividade de marketing; Adequação à cadeia de suprimento existente; Tempo até o <i>breakeven</i> ; Valor Presente Líquido
Exfo Engineering	Adequação à estratégia; Potencial de mercado; Análise financeira; Capacidade interna de Pesquisa e Desenvolvimento
Lucent/Bell Laboratories	Razão benefício/custo; Risco (cenários otimista, mais provável e pessimista); Contribuição para iniciativas estratégicas; Impacto nas categorias de marketing; Impacto em propriedade intelectual; Impacto na Unidade de Negócio.
Cooper	Alinhamento estratégico e importância; Produto e vantagem competitiva; Atratividade de marketing; Alavancagem das competências; Viabilidade técnica; Retorno financeiro versus risco.
Instituto de Pesquisa Mexicano do Petróleo	Alinhamento com a estratégia, Impacto ao negócio, Valor Presente Líquido (VPL) ajustado ao risco (multiplicado pela probabilidade de sucesso técnico e sucesso comercial), Tempo para lançar o produto, Lucratividade esperada do produto a ser lançado.

Petroquisa/Petrobras (SALIBA, 2009)	Valor Presente Líquido; Alinhamento Estratégico; Nível de Definição do Projeto; Sinergias com Outras atividades do Grupo; Contribuição para a imagem da Cia; Geração de Resíduos Industriais; Acessibilidade a Tecnologia; Aspectos Logísticos; Colocação do produto no mercado; Disponibilidade de Matéria Prima; Apoio Governamental; Benefício da Parceria.
CENPES Petrobras, (MOURÃO, 2006)	Análise financeira; Aplicabilidade; Grau de interesse; Probabilidade de Sucesso; Impacto no meio ambiente; Segurança operacional; Inovação; Sustentabilidade
RGE/CPFL Energia (SONCINI, 2008)	Tipo de Projeto; Análise de risco e Critérios financeiros (como Índice de Lucratividade e VPL).

Fonte: Adaptado de CANEZ & GARFIAS (2006) para incluir SALIBA (2009); SONCINI (2008) e MOURÃO (2006)

Tabela 1 – Exemplos de critérios utilizados por diferentes organizações.

### 3. A SELEÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS SOB A TUTELA DA ÁREA DE NOVOS NEGÓCIOS DE EMPRESAS BRASILEIRAS DO SETOR ELÉTRICO

Como abordado no item 2, os processos de tomada de decisão complexos com múltiplos decisores e critérios caracterizam situações típicas para utilização de metodologias MCDM cuja implementação requer a definição dos objetivos, alternativas e critérios da decisão. .

No problema seleção de investimentos sob a tutela da área de novos negócios de empresas brasileiras do setor elétrico, o objetivo é a seleção dos melhores projetos para investir dado que as oportunidades de investimento são em geral superiores aos recursos disponíveis, as alternativas são os projetos geridos pela área de novos negócios das empresas e os decisores são os acionistas das empresas. Nesse caso a estrutura societária das empresas com acionistas de diferentes perfis podem representar complexidades adicionais ao processo de tomada de decisão da área de novos negócios das empresas.

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O FUNCIONAMENTO DA ÁREA DE NOVOS NEGÓCIOS DAS EMPRESAS

A área de novos negócios, comumente presente em empresas de médio e grande porte tem em geral as seguintes funções: 1) prospectar e capturar as oportunidades de expansão do negócio; 2) executar a função de gestão societária de ativos do portfólio e 3) acompanhar e propor aos acionistas oportunidades de fusões, aquisições e incorporações. Empresas menores tendem a não possuir área de novos negócios e a prospecção de oportunidades de investimentos bem como a tomada de decisão

em relação a tais oportunidades são realizadas pelo acionista controlador da empresa que tende a acumular a função de principal executivo da companhia

Assim, as atividades da área de novos negócios se dividem em dois grandes grupos: prospecção de investimentos a realizar e acompanhamento dos investimentos realizados. Dentre as atividades de prospecção e desenvolvimento de negócios incluem a prospecção propriamente dita, negociação comercial, modelagem econômico-financeira, avaliação técnica, due diligence completa e fechamento das operações. Dentre as atividades de gestão das participações incluem a participação nos Conselhos e Comitês das empresas investidas onde os membros acompanham o orçamento, planejamento estratégico e relatórios gerenciais sobre os investimentos realizados. Para minimizar os riscos societários é fundamental que sejam negociadas e asseguradas regras de governança para as empresas investidas especificando como se dará o relacionamento entre acionistas, conselhos e alta administração de forma a alinhar a gestão operacional e estratégica da companhia com as regras e interesses dos acionistas.

A área de novos negócios das empresas no seu trabalho de prospecção de novos investimentos recebe diretrizes do Conselho de Administração da empresa, órgão que decide sobre os investimentos como mostrado na figura 2. Em geral tais diretrizes incluem: 1) criação de valor para o acionista através do crescimento de receitas e rentabilidade; 2) diversificação de portfólio de negócios visando a mitigação de riscos e captura de sinergias e 3) algum objetivo estratégico específico da empresa, que pode ser por exemplo, melhorar a imagem institucional da companhia ou qualquer outro objetivo específico relacionado a oportunidades e riscos vivenciados pelo setor ou pela empresa.

Os projetos analisados pelo grupo de prospecção são encaminhados aos executivos de topo da companhia (presidente e/ou diretores), e em caso de decisão pela continuidade, passam então para análise do Comitê de Investimento da companhia (se existir) ou diretamente ao Conselho de Administração, composto por representantes dos acionistas relevantes. Este último, dará a decisão final sobre a aprovação ou reprovação do investimento. Na figura 2 é apresentada uma típica estrutura de governança de uma empresa com um Conselho de Administração estabelecido bem como uma Diretoria de Novos Negócios.

O Presidente da Empresa (CEO) tende a interagir com a área de novos negócios e em empresas com alto nível de descentralização pode existir menor envolvimento do CEO da empresa no processo e o gestor da área de novos negócios pode interagir diretamente com o Conselho de Administração.

Assim, embora sejam muitos os envolvidos no processo decisório e sejam variadas as responsabilidades da área de novos negócios, a deliberação final sobre os investimentos prospectados caberá ao Conselho de Administração da empresa, em última análise aos acionistas controladores, quando o controle da empresa é definido.

A separação entre análise e decisão típica dos projetos sob a tutela da área de novos negócios acresce complexidade ao processo de decisão e esta complexidade será tanto maior quanto a heterogeneidade dos acionistas e falta de transparência quanto aos seus objetivos estratégicos.

## 3.2 PARTICULARIDADES DAS EMPRESAS BRASILEIRAS DO SETOR ELÉTRICO

No caso das empresas brasileiras de distribuição de energia elétrica, a criação no passado, de um novo modelo para o setor, atraiu recursos privados e investidores com diferentes perfis. Hoje, as companhias do setor elétrico possuem desde fundos de investimento, a empresas do setor de construção, além daqueles sócios que efetivamente possuem expertise no setor elétrico. Esta estrutura societária heterogênea decorre também da alta necessidade de investimentos no setor. Os Fundos de Investimentos tem um prazo finito para maturação de sua participação e muitas vezes tem interesse em acelerar o crescimento e a valorização de sua participação. Com este cenário, apesar de terem áreas de concessão bem definidas, as companhias de distribuição de energia elétrica competem pela atenção dos investidores que reagem positivamente ou negativamente ao direcionamento estratégico das empresas explicitado principalmente através dos anúncios de investimentos de suas áreas de novos negócios.

Se a existência de tais complexidades podem representar um desafio para a implementação dos métodos MCDM no caso em análise, já que os acionistas da empresa precisarão alocar tempo para participar da implementação, elas também podem representar uma oportunidade, pois o processo de implementação de qualquer metodologia MCDM demandará dos decisores uma reflexão e definição sobre as prioridades dos critérios que norteiam suas decisões de investimento, proporcionando maior planejamento e produtividade da área de novos negócios ante uma vasta opção de projetos a serem analisados.

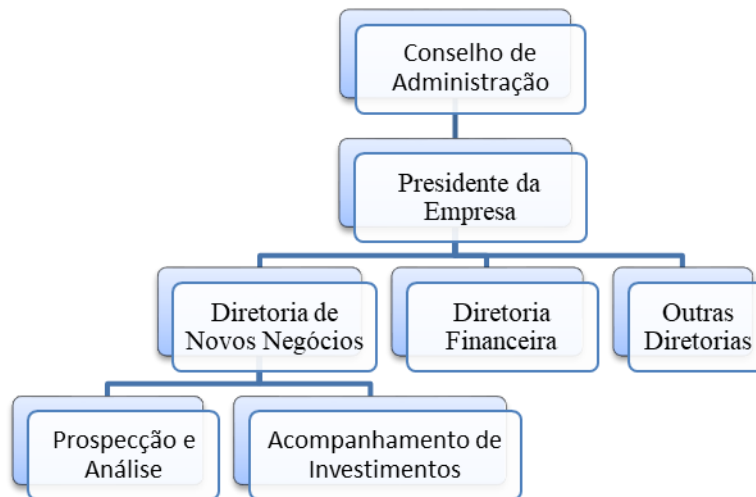


Figura 2: Estrutura de Governança típica de empresas com Diretoria de Novos Negócios.

#### 4. CONCLUSÃO:

O presente trabalho avaliou o potencial de se usar a abordagem de tomada de decisão multicritério para seleção de projetos de investimento sob a tutela da área de novos negócios das empresas do setor elétrico concluindo que a estrutura societária heterogênea de tais empresa e a relevância estratégica de tais investimentos adicionam complexidade ao processo de tomada de decisão, mas representam atrativos adicionais para o uso das metodologias MCDM nos referidos processos de tomada de decisão.

Uma avaliação sobre o funcionamento das áreas de novos negócios e as complexidades societárias das empresas brasileiras do setor elétrico foi feita indicando que (1) a deliberação final sobre os investimentos prospectados pela área de novos negócios caberá ao Conselho de Administração da empresa, em última análise aos acionistas controladores quando o controle da empresa é definido (2) a estrutura societária complexa das empresas de distribuição de energia elétrica tende a motivar que múltiplos e conflitantes critérios nem sempre apresentados de forma transparente sejam levados em conta pelos decisores; (3) apesar de terem áreas de concessão bem definidas, as companhias brasileiras de distribuição de energia elétrica competem por bons projetos de investimento e pela atenção dos investidores.

#### REFERÊNCIAS

BAKER, D., BRIDGES, D., HUNTER, R., JOHNSON, G., KRUPA, J., MURPH, J. & SORENSON, K. Guidebook to Decision- Making Methods, WSRC-IM-2002-00002, Department of Energy, USA, 2002.



- CÁNEZ, L. & GARFIAS, M. Portfolio Management at the Mexican Petroleum Institute. *Research Technology Management*, v. 49, n. 4, p. 46-51, 2006.
- CÁNEZ, L. & GARFIAS, M. Portfolio Management in the Literature. *Research Technology Management*, Vol. 49, n. 4, p. 52-54, 2006.
- COSTA, J. F. DA S. Uma aplicação de metodologia multicritério na qualidade do ensino. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 19, 1999, Rio de Janeiro, Anais UFRJ, 1999.
- GUITOUNI A. & MATEL J.M. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA Method. *European Journal of Operational Research* 109, p. 501-521, 1998.
- GOMES, L. F. A. M. Teoria da decisão. São Paulo, Thomson, 2007.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- MOURÃO, Y. B. Priorização de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria do Petróleo: Uma Aplicação da Teoria dos Prospectos. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2006.
- SAATY T. L. The Analytic Hierarchy Process. New York, McGraw-Hill, 1980
- SALIBA, G.C. Priorização de Projetos em Petroquímica: Análise Multicritério pelo Método Todim. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2009.
- SONCINI, P. Modelagem Multicriterial para análise de Projetos de Investimento – o caso de uma Distribuidora de Energia Elétrica. Tese de Mestrado submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, 2008.
- SPRONK J, STEUER RE. & ZOPOUNIDIS C. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Chapter 1 em J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott, p. 799-858. New York. Springer, 2005.
- STEUER R. E. & NA. P. Multiple Criteria Decision Making Combined with Finance: A Categorized Bibliographic Study, *European Journal of Operational Research*, Vol 150, n. 3, p. 496-515, 2003
- WALLS, M. R. Integrating Business Strategy and Capital Allocation: an application of multi-objective decision making. *The Engineering Economist*. Vol 40. n. 3, p. 247-265, 1995.
- ZHOU P., ANG B.W. & POH K.L. Decision analysis in energy and environmental modeling: An update, *Energy*, n. 31, p. 2604–2622, 2006.
- ZOPOUNIDIS C. & DOUMPOS M. Multi-criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Methodologies and Literature Review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, n. 11, p. 167–186, 2002.

# Capítulo 33

## DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE HOSPITALIDADE NA PRAIA DO FRANCÊS

[10.37423/200200315](#)

*Maria Madalena do Nascimento Silva (UFAL)*

*madalena.slv@gmail.com*

*Gimerson Erick Ferreira (UFRGS)*

*gimeferreira@gmail.com*

*Andre Phylippe Dantas Barros (UFAL)*

*phylippedantas@gmail.com*

*Antonio Carlos Silva Costa (UFAL)*

*acscosta@uol.com.br*

**RESUMO:** Alagoas oferece alguns dos melhores destinos do Nordeste, a Praia do Francês, localizada no município de Marechal Deodoro, que é uma das mais conhecidas e procuradas pelos turistas devido a seus diferentes atrativos. A qualidade na prestação de serviços é um dos fatores determinantes para a satisfação dos clientes, por isso as organizações devem estar atentas em agradá-los. Este trabalho buscou analisar, segundo as perspectivas dos turistas, a qualidade presente nos serviços das pousadas da Praia do Francês, identificando o nível de satisfação dos hóspedes com os serviços oferecidos. Para isso, foi realizada uma pesquisa descritiva com enfoque quantitativo por meio de questionário estruturado com 255 hóspedes que utilizaram os serviços de hospedagem das pousadas.

Os resultados apontam que o perfil dos que visitam a praia do Francês são na sua maioria da região Nordeste. As mulheres são predominantes em relação aos homens, a maior parte encontra-se na faixa etária de 26 a 35 anos e ganha entre 5 a 10 salários mínimos e de uma forma geral o turista está satisfeito com os serviços e atendimento oferecidos. Devido ao crescente aumento no fluxo dos turistas e da alta competitividade que cerca o setor hoteleiro, este levantamento possibilita analisar suas implicações para a sobrevivência das pousadas, possibilitando criar condições necessárias para a oferta de serviços de alta qualidade.

**Palavras-chaves:** Praia do Francês, qualidade, hospitalidade.

## 1.INTRODUÇÃO

O turismo no estado de Alagoas tem como forte apelo o mar e o sol, realçado pelo clima eminentemente tropical, onde a temperatura média é de 28º. Este tipo de atividade é, sem dúvida, um dos setores da economia que mais crescem no Estado. Os dados da Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (INFRAERO) confirmam o crescimento nesse setor, pois o número de passageiros que desembarcaram no Aeroporto Zumbi dos Palmares cresceu expressivamente em relação ao último ano, com aumento de 16,5% no fluxo total de passageiros e 17,8% no nacional (voos nacionais para Maceió).

Alagoas oferece alguns dos melhores destinos do Nordeste, dentre eles, a Praia do Francês, localizada no município de Marechal Deodoro. Detentora de uma área de praia aberta que agrada a todos os públicos, inclusive aos surfistas, conta ainda com uma área protegida por uma barreira de arrecifes, que, na maré baixa, formam uma grande piscina natural. Com tantos atrativos, a região apresenta grande fluxo de visitantes, contando com serviços de hospedagem em 26 pousadas, conforme dados da Secretaria de Turismo de Alagoas (2010).

Cientes de que a qualidade na prestação de serviços com qualidade é um dos fatores determinantes para a satisfação dos clientes, que estão cada vez mais informados e exigentes; e, considerando que os prestadores de serviços hoteleiros devam estar cada vez mais preocupados em adequar o padrão de serviços às necessidades dos turistas, respondendo satisfatoriamente aos desejos de seus hóspedes; a presente investigação teve o objetivo de analisar, segundo as perspectivas dos turistas, a qualidade presente nos serviços de hospitalidade na Praia do Francês, identificando, dessa forma, o perfil deste turista e o nível de satisfação dos hóspedes com os serviços oferecidos.

Para tanto, a pesquisa norteou-se pelas seguintes indagações: “O padrão dos serviços é satisfatório?”; “A qualidade dos serviços oferecidos pelas pousadas apresentam nível aceitável?”; “ Os serviços da praia do Francês estão atendendo as expectativas dos turistas?”.

Faz-se um estudo importante, pois, diante do crescente aumento no fluxo dos turistas e da alta competitividade que cerca o setor hoteleiro em Alagoas, analisar os serviços de hospitalidade da praia do Francês observando o grau de satisfação dos hóspedes das pousadas, possibilita a obtenção de informações relevantes para todos os envolvidos no setor turístico deste local, com vista o aprimoramento dos serviços prestados. É relevante, pois, apesar do local ser um atrativo

internacionalmente conhecido, poucas são as iniciativas e pesquisas científicas que possibilitam ao setor hoteleiro do local incorporar valores capazes de melhor atender às exigências postas pelos hóspedes na atualidade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. TURISMO: DEFINIÇÕES E CONCEITOS

O turismo foi evoluindo ao longo do tempo e como se percebe pela diversidade das definições, trata-se de um fenômeno complexo. Nota-se, no entanto, que todas as definições estão de acordo que o turismo consiste no deslocamento temporário de indivíduos e que esses não estejam vinculados a alguma atividade produtiva. Essa linha de pensamento é vista na definição da OMT – Organização Mundial de Turismo que define turismo como “o deslocamento para fora do local de residência por período superior a 24 horas e inferior a 60 dias motivado por razões não-econômicas”.

O turismo consiste em uma atividade econômica representada pelo conjunto de transações (compra e venda) de serviços turísticos, efetuadas entre os agentes econômicos do turismo (VELOSO, 2003), e que visa o planejamento, a promoção e execução de viagens, e os serviços de recepção, hospedagem e atendimento aos indivíduos e aos grupos, fora de suas residências habituais (ANDRADE, 2000). Trata-se do complexo de relações e fenômenos relacionados à permanência temporária de estrangeiros em uma localidade, pressupondo-se que estes não exerçam uma atividade principal, permanente ou remunerada (VELOSO, 2003); e que se deve, fundamentalmente, a motivos de recreação, descanso, cultura ou saúde, gerando múltiplas inter-relações de importância social, econômica e cultural (DE LA TORRE, 2001).

O turismo atualmente representa um complexo de atividades e serviços que estão diretamente inter-relacionados, sendo assim envolve deslocamentos, transportes, alojamentos, alimentação, circulação de produtos típicos, atividades relacionadas aos movimentos culturais, visitas, lazer e entretenimento, voltados ao atendimento e à satisfação dos turistas e viajantes em geral. Além disto, conforme nos ensina Andrade (2000), o turismo também está diretamente relacionado a conjunto de empresas, equipamentos, serviços e produtos que tem por objetivo o planejamento e a execução de viagens, a recepção, a hospedagem e o atendimento aos turistas e viajantes, além de outros serviços complementares, nos núcleos emissores e receptores.

## 2.2. HOSPITALIDADE EM TURISMO

A hospitalidade é uma palavra proveniente do Latim *hospitalitate* e que expressa o ato de hospedar; a qualidade de quem é hospitaleiro. Grinover (2002, p. 26) afirma que “hospitalidade é fundamentalmente o ato de acolher e prestar serviços a alguém que por qualquer motivo esteja fora de seu local de domicílio”.

Atualmente, o termo hospitalidade concentra-se na importância de se observar alguns aspectos mais indiretos, como a cortesia e a cordialidade dos serviços, a busca de acolher com gentileza aos hóspedes. A questão do bom atendimento torna-se um fator de grande relevância, percebe-se que esse, hoje, é condição básica para a existência de qualquer negócio que busque a excelência nos serviços prestados, o que está diretamente relacionado ao intuito de recepcionar bem o turista.

Quando um destino é desenvolvido para o turismo, o fluxo de turistas causa um grande impacto nas economias local e nacional. Esse impacto pode ser positivo ou negativo, provocando dessa forma benefícios ou custos econômicos. Os custos econômicos poderão ser compensados através dos benefícios gerados, para que isso ocorra com sucesso os prestadores de serviços devem conhecer bem seu público-alvo e a melhor forma de satisfazê-los (CHON; SPARROWE, 2003).

O turismo e a indústria da hospitalidade são tão inter-relacionados que algumas associações e líderes, consideram a combinação da hospitalidade com o turismo uma única indústria – a indústria do turismo e da hospitalidade. Os componentes dessa grande indústria incluem: serviços de alimentos e bebidas; serviços de hospedagem; serviços de recreação; serviços relacionados às viagens (turismo); e produtos oferecidos com serviços personalizados em conjunto acrescidos aos quatro primeiros componentes (CHON; SPARROWE, 2003).

Percebe-se dessa forma a importância de cada componente como forma de melhorar e contribuir com os serviços de hospedagem. Todos os elementos estão interligados formando uma grande rede para suprir o hóspede, a partir do momento que este também usufrui dos serviços de transporte, alimentação, entretenimento, entre outros, quando vai para uma determinada localidade turística.

## 2.3.MEIOS DE HOSPEDAGEM

O atual Regulamento Geral dos Meios de Hospedagem aprovado pela Deliberação Normativa da EMBRATUR nº 429, de 23 de abril de 2002 considera meio de hospedagem, o estabelecimento que satisfaça, cumulativamente, às seguintes condições:

- a) Seja licenciado pelas autoridades competentes para prestar serviços de hospedagem;
- b) Seja administrado ou explorado comercialmente por empresa hoteleira e que adote, no relacionamento com os hóspedes, contrato de hospedagem, com as características definidas no Regulamento Geral dos Meios de Hospedagem e nas demais legislações aplicáveis.

Segundo o mesmo Regulamento, os meios de hospedagem devem, ainda, oferecer no mínimo as seguintes condições:

- a) Alojamento, para uso temporário do hóspede, em Unidades Habitacionais (UH) específicas a essa finalidade;
- b) Serviços mínimos necessários ao hóspede, consistentes em:
- c) Portaria/recepção para atendimento e controle permanentes de entrada e saída;
- d) Guarda de bagagens e objetos de uso pessoal dos hóspedes, em local apropriado;
- e) Conservação, manutenção, arrumação e limpeza das áreas, instalações e equipamentos.

Poop e Silva (2007, p.3) nos apresentam a classificação e conceituação dos meios de hospedagem. Tendo em vista sua classificação, observa-se que na praia do Francês existem apenas dois tipos de meios de hospedagem, pousadas e hotéis de lazer, sendo as pousadas os mais comuns. Pousadas, de acordo com os autores, “são hotéis de pequeno porte, que caracterizam-se por uma acomodação mais simples e informal”, e hotéis de lazer são “são hotéis fora dos centros urbanos que oferecem amplas áreas não edificadas, instalações, equipamentos e serviços especificamente destinados a recreação e ao entretenimento”.

A pousada como modalidade de alojamento turístico, é uma forma alternativa e inovadora de gestão empresarial vinculada à hospitalidade, que vem crescendo bastante nos últimos tempos. A praia do Francês conta com pousadas de pequeno porte, podendo o turista encontrar pousadas que contam

apenas com 5UHs e outras que já contam com até 30 UHs, tendo em média a maioria das pousadas 15 UHs. Percebe-se que as pousadas do Francês possuem um estilo parecido, com uma decoração praiana, colorida e com um ambiente mais intimista, o que agrada aqueles que procuram algo menos formal, com um ar mais caseiro.

## 2.4.QUALIDADE EM SERVIÇOS HOTELEIROS

O consumidor de hoje é muito mais exigente, crítico e bem informado em relação aos produtos e/ou serviços que consomem, pois, diante da globalização econômica existe uma grande competitividade entre as empresas, o que leva à saturação de produtos no mercado, estando os clientes mais cientes do seu poder, já que têm mais opções de escolha. Tendo em vista isso, as empresas buscam oferecer uma melhor qualidade como forma de deixar seu cliente mais feliz e satisfeito.

A qualidade na prestação de serviços engloba vários setores que juntos farão determinar a qualidade do produto final, ou seja, a qualidade dos serviços oferecidos aos clientes. No setor turístico, devido à grande competitividade presente, a qualidade se torna um fator diferencial para atrair cada vez mais consumidores.

Sabe-se que os consumidores possuem uma expectativa sobre a qualidade dos serviços, dessa forma, antes de comprarem um serviço, eles se baseiam em necessidades individuais, experiências passadas, recomendações de terceiros e propaganda de um fornecedor de serviços. (LOVELOCK; WRIGHT, 2001). Quando as expectativas dos clientes são atendidas, esses podem tornar-se clientes fiéis.

É importante salientar que a decisão de voltar ou não a utilizar um serviço depende da forma como o turista o avalia. Essa avaliação é subjetiva, pois vai depender das preferências de cada consumidor, levando esse em consideração não só o valor/custo do serviço, mas também a interação com os responsáveis por sua prestação.

Os hóspedes estão, hoje em dia, muito atentos a qualidade dos serviços recebidos, preços, atendimento cortês, em suma, estão atrás de profissionais diferentes dos existentes e que estejam capacitados a atendê-los dentro dessa nova dinâmica de demanda voltada para a qualidade de serviços e atendimento. (FLORES, 2002, p. 77).

No setor turístico, a qualidade dos serviços é considerada parte fundamental para manutenção das taxas de ocupação dos meios de hospedagem. Por isso, de acordo com Flores (2002) é importante



conhecer o ciclo de vivência dos hóspedes como forma de identificar seu comportamento perante as diferentes circunstâncias desde a sua chegada até a sua saída do local escolhido para sua estadia. Assim, a intenção é poder proporcionar um bom atendimento, de tal maneira que seus clientes tenham suas expectativas satisfeitas e queiram retornar para usufruir dos serviços novamente.

### 3.METODOLOGIA

A abordagem utilizada neste estudo foi do tipo quantitativa, com enfoque descritivo - caracterizada por utilizar técnicas estatísticas; onde foi possível descrever o objeto de pesquisa descobrindo a frequência com que o fenômeno ocorre, sua natureza, características, causas, relações e conexões com outros fenômenos (BARROS; LEHFELD, 2007).

A pesquisa teve como cenário de estudo a praia do Francês, pertencente ao município de Marechal Deodoro e fica a apenas 20 km de distância de Maceió, capital do Estado. A praia está situada entre o mar e a Lagoa Manguaba, a maior de Alagoas, com 34 km de extensão, diversas ilhas e canais, além de um imenso manguezal; um dos destinos mais procurados pelos turistas devido a sua particularidade, pois possui uma área de praia aberta que agrada aos surfistas, além de uma área protegida por uma barreira de arrecifes, que na maré baixa, forma uma grande piscina natural. Segundo dados da Secretaria de Turismo de Alagoas (2010), no local existem 26 (vinte e seis) pousadas.

A população correspondeu aos turistas no momento do enfoque, ou seja, turistas de variados lugares que utilizaram os serviços de hospedagem das pousadas da Praia do Francês. A amostra foi composta por 255 turistas selecionados por acessibilidade, onde se procurou escolher os mais variados tipos de turistas, de pequeno, médio e alto poder aquisitivo.

A coleta de dados aconteceu na praia do Francês, no período de janeiro a abril de 2011. A coleta foi realizada através de um questionário estruturado (apêndice) que possui 8 (oito) questões fechadas de múltipla escolha, 3 (três) questões abertas e uma tabela com escala de classificação contendo 19 (dezenove) atributos para avaliação da pousada e seus serviços. Além do questionário, foram utilizadas outras formas de coleta de dados como entrevistas, observação participante nas próprias pousadas e também abordagens fora dos estabelecimentos.

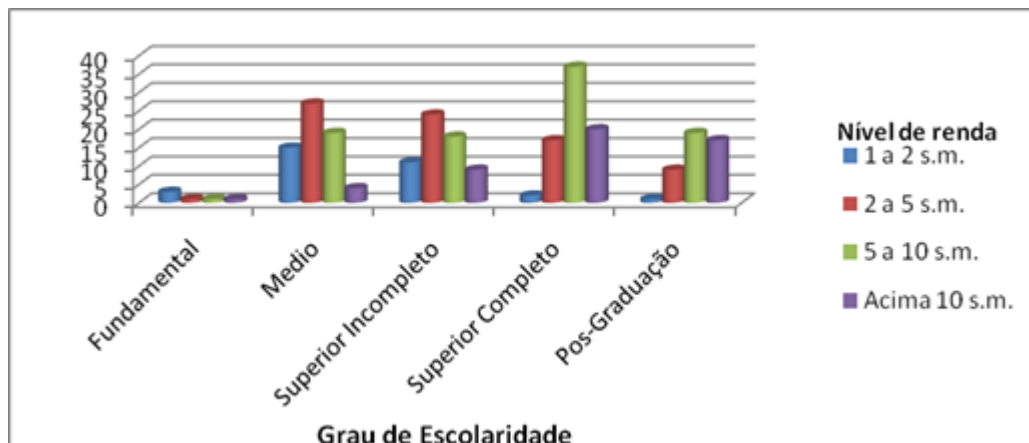
As respostas dos questionários foram tratadas no software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) em termos de frequências e estabelecidas correlações significativas entre os dados levantados. A observação participante foi utilizada como contraponto entre as opiniões expressadas

pela população e os fenômenos observados pelos pesquisadores. Uma vez coletados os dados, aconteceram discussões relacionadas aos principais aspectos delineados estatisticamente e pela observação dos pesquisadores onde se estabeleceu a análise dos elementos estudados.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

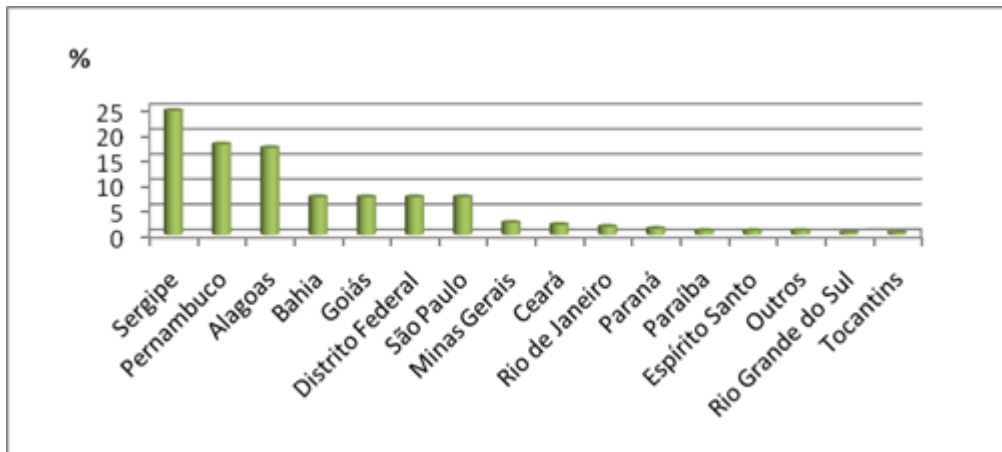
A partir das informações coletadas, constata-se que a maioria dos entrevistados são do sexo feminino 54,1%, contra 45,9% do sexo masculino. Observa-se então uma superioridade do sexo feminino, o que corrobora o trabalho de Costa (2005) realizado na própria praia do Francês, em que se apresentou uma superioridade feminina com 53%.

Com relação à faixa etária dos entrevistados verifica-se que os hóspedes de faixa etária entre 26 a 35 anos têm maior predominância 38%, seguidos dos de 36 a 45 anos 20% e dos 15 a 25 anos 19%. Os dados relativos ao estado civil indicam que 58% são casados e 33,7% são solteiros, isso se deve ao fato de um dos principais públicos da praia ser constituído por famílias, que frequentam a praia especialmente em feriados e fins de semana com intuito de lazer. A opção “não se aplica”, corresponde à situação na qual o hóspede não utilizou ou a pousada não ofereceu esse serviço.



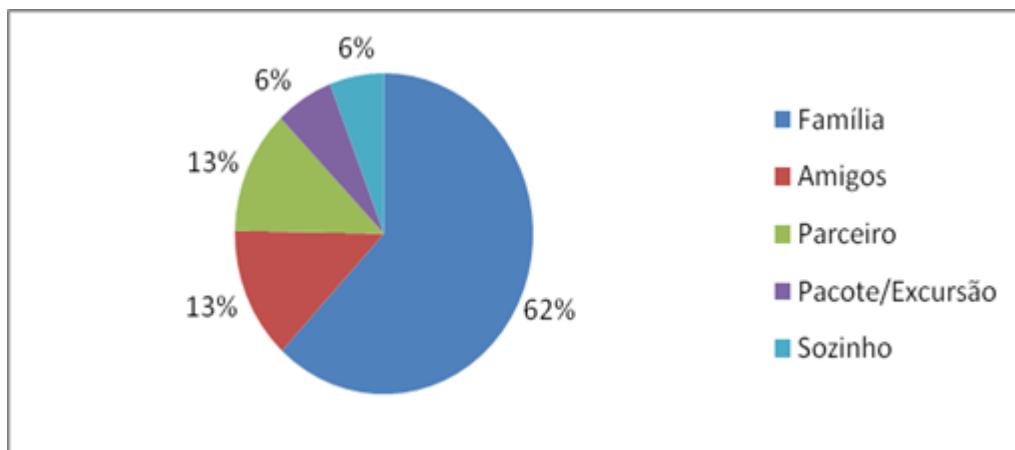
Fonte: Dados da pesquisa

Observando-se o cruzamento do nível de renda com grau de escolaridade, nota-se que quem recebe 5 a 10 salários mínimo ou acima de 10 salários mínimo têm superior completo ou pós- graduação, o que é bom, tendo em vista que este é o maior público da praia do Francês.



Fonte: Dados da pesquisa

Com relação ao local de origem dos entrevistados, a maioria reside na região Nordeste, perfazendo um total de 67,5% dos entrevistados. Os estados de Goiás, São Paulo e o Distrito Federal apresentam um destaque na pesquisa com 7,5% cada, sendo esses os mais representativos ao serem excluídos os estados nordestinos.

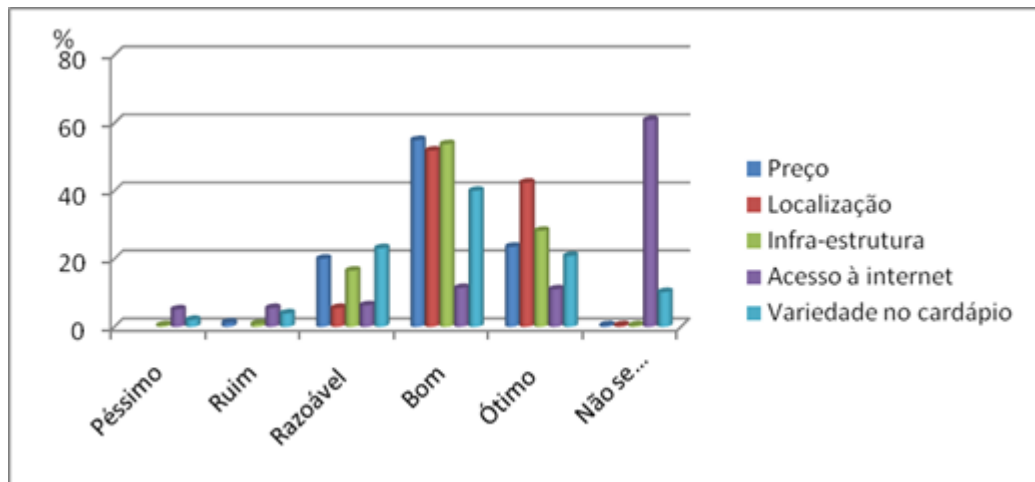


Fonte: Dados da pesquisa

Quanto à forma de viagem, constatamos que a maioria das pessoas viajam com a família 62%, amigos 13,3% e parceiro 12,5%. Dessa forma, percebe-se que a praia do Francês é um destino procurado principalmente por famílias, pois representaram mais da metade dos entrevistados.

É interessante mencionar que o turismo de família é algo rentável para a região, pois nesse caso há mais pessoas para consumir os serviços oferecidos, ou seja, irão ocupar mais unidades habitacionais (UH), gastar mais em alimentação, passeios, compras, etc., movimentando a economia do local.

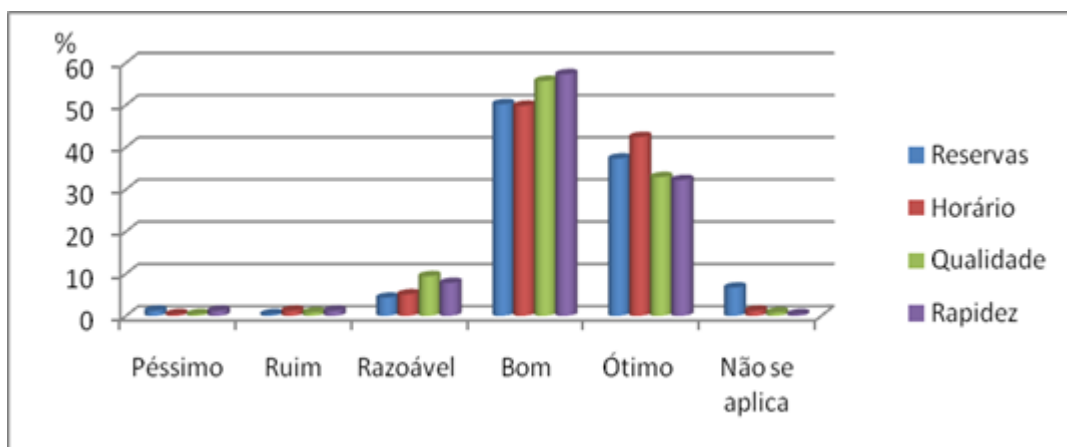
Apresentam-se os resultados obtidos com relação aos aspectos gerais, serviços, atendimento, apartamento e entretenimento das pousadas.



Fonte: Dados da pesquisa

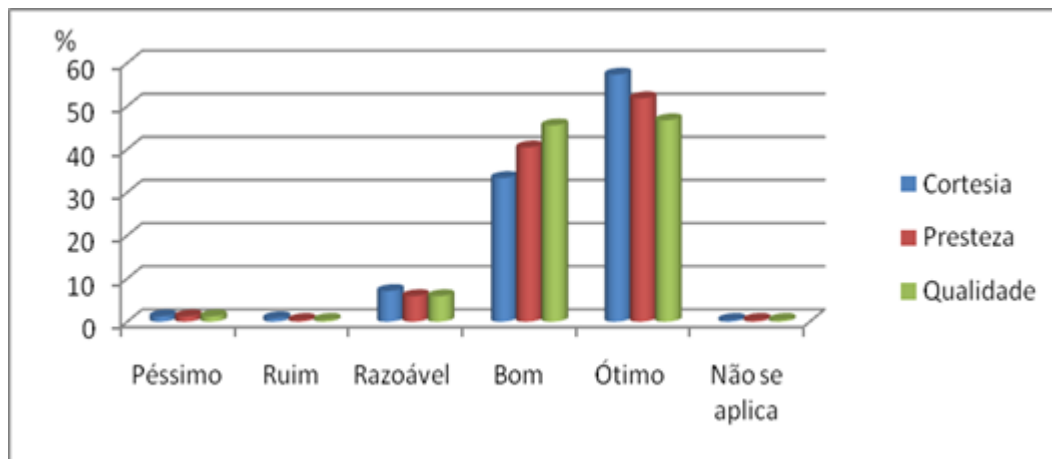
No que tange aos aspectos gerais das pousadas, a maioria classificou como Bom, em três pontos levantados: preço, localização e infraestrutura. Segundo Veloso (2003, p.142), além da qualidade dos serviços, os preços das diárias são um fator determinante para o sucesso de um empreendimento hoteleiro. É necessário que haja um justo equilíbrio entre a qualidade e o preço para garantir o resultado comercial do estabelecimento.

Porém, também é importante uma boa localização do estabelecimento de acordo com o que o hóspede espera ou deseja, assim como uma boa infraestrutura do local, para que suas necessidades possam ser atendidas.



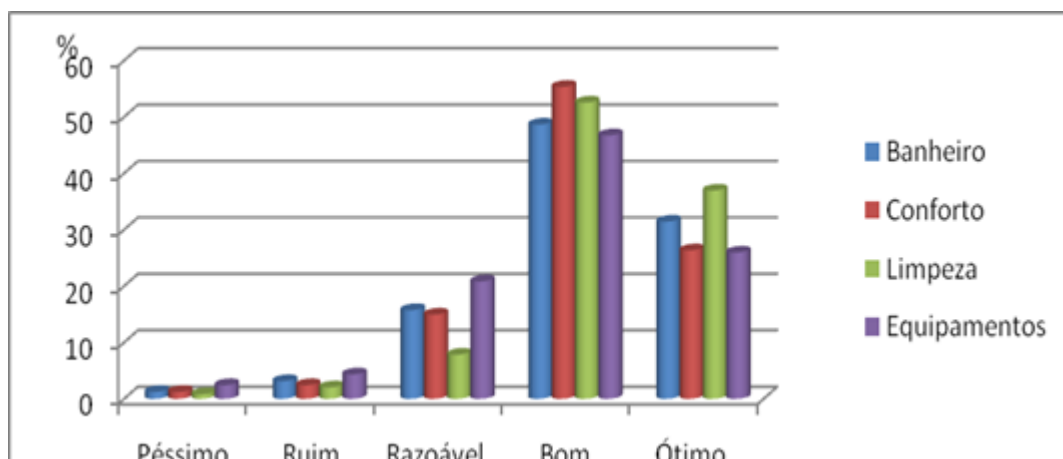
Fonte: Dados da pesquisa

Os serviços das pousadas foram bem avaliados, visto que mais de 85% dos entrevistados pontuaram os serviços como bom ou ótimo, onde as reservas receberam 87,5%, horário 92,2%, qualidade 88,6% e rapidez 89,5%. Desta forma, pode-se concluir que os serviços estão atendendo às expectativas dos hóspedes, conseqüentemente, é importante continuar aperfeiçoando os serviços para fidelizar esses hóspedes e atrair cada vez mais clientes.



Fonte: Dados da pesquisa

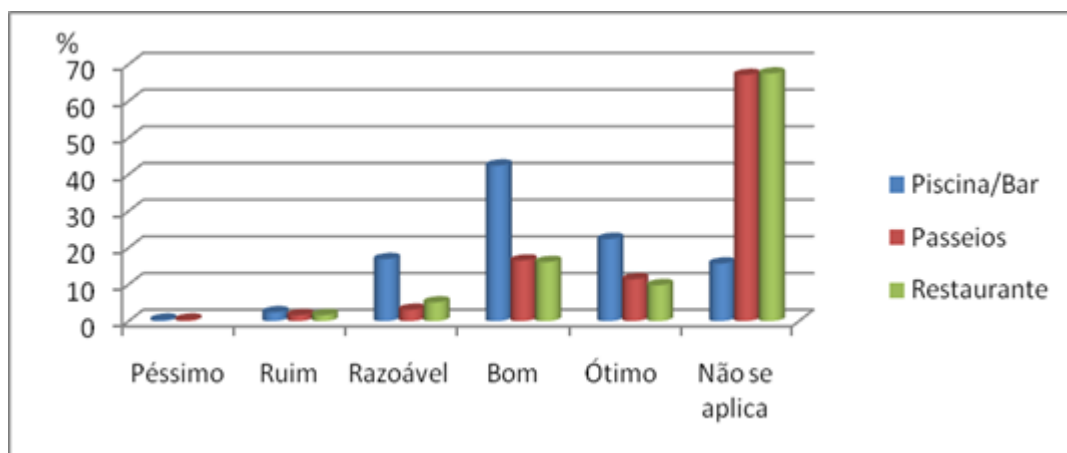
Com relação ao padrão de atendimento oferecido, os dados revelam que os hóspedes encontram-se satisfeitos, pois mais de 90% dos entrevistados consideraram a cortesia, a presteza e a qualidade como boa ou ótima. Apenas 3,6% avaliaram o atendimento como péssimo. “A qualidade total é pensar no cliente. Daí vem higiene, limpeza, cortesia, cuidado no trato com as pessoas, ou seja, querer fazer o melhor” (PETROCCHI, 2001, p. 289), pois uma pessoa que é bem atendida vai fazer uma boa propaganda do estabelecimento e ter pretensões de retorno, enquanto os mal atendidos farão uma propaganda negativa. Ressalta-se que muitas vezes a propaganda negativa tem um maior poder de influência na escolha ou não do destino turístico.



Fonte: Dados da pesquisa

A análise dos apartamentos das pousadas apresentou maior percentual na categoria “Bom”, onde todas as variáveis ficaram acima de 45% e o Conforto obteve destaque com 55,3%. A variável que conseguiu destaque na categoria “Ótimo” foi Limpeza 36,9%.

Os equipamentos (aparelho de TV e som, ar-condicionado, frigobar, etc.) e o banheiro merecem atenção, pelo fato de serem avaliados por 20,8% e 15,7%, respectivamente, como “Razoável”. Segundo Trigo (2001, p.315), os prestadores de serviços devem ter uma postura mais competitiva, mais empresarial, para que se estabeleçam novos padrões de qualidade de serviços e capacitação profissional e a modernização dos equipamentos. As pousadas da praia do Francês devem seguir essa recomendação, pois os hóspedes se queixam de equipamentos obsoletos e/ou com defeitos, portanto, seria relevante investir melhor nesse aspecto para elevar a satisfação dos hóspedes.

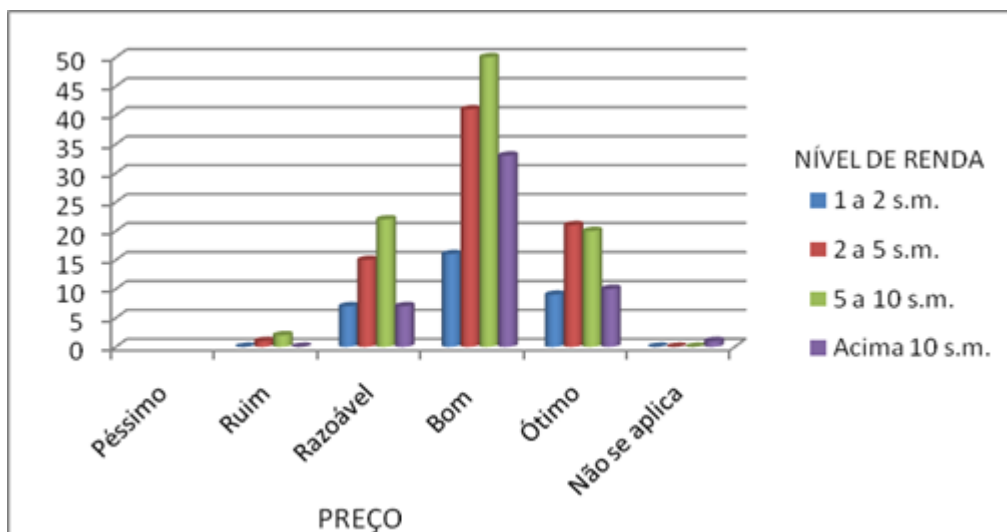


Fonte: Dados da pesquisa

Quanto ao entretenimento das pousadas, o único quesito bem avaliado foi a Piscina/Bar, para 42,4% dos usuários está “Bom” e para 22,4% “Ótimo”. Isso é significativo porque de acordo com Hayes e Ninemeier (2005, p. 248), “as piscinas dos hotéis são excepcionalmente populares, embora em geral sejam usadas apenas por uma porcentagem pequena de hóspedes. Invariavelmente, nas pesquisas de opinião sobre serviços desejáveis, os viajantes classificam a piscina como uma das principais conveniências que influenciam sua opção por um hotel.”

O destaque negativo fica por conta dos Passeios e Restaurante, visto que mais de 67% dos entrevistados assinalaram “Não se Aplica”. Isto quer dizer que a maioria das pousadas não oferece

Passeios (67,1%) e que as mesmas não possuem Restaurante (67,5%), conta apenas com o serviço de café da manhã.



Fonte: Dados da pesquisa

Ao realizar o cruzamento das variáveis nível de renda e preço, pode-se perceber que os entrevistados de todos os níveis de renda consideraram o preço como “Bom” em sua maioria, vale observar que ninguém assinalou o preço como “Péssimo” e foram poucos os que assinalaram como “Ruim”. Isso é relevante visto que o preço é um fator atrativo para os turistas, pois eles o levam muito em consideração na hora de escolher um destino turístico.

Contudo, os consumidores desenvolvem expectativas quanto à relação preço-qualidade, e dentro de certas faixas de preço, eles podem ter a expectativa de que preços altos indiquem um produto de qualidade maior. (MOWEN; MINOR, 2003).

Dos 255 entrevistados, apenas 1 (um) não voltaria a esse destino e 244 afirmaram que voltariam e/ou recomendariam a praia. O número de pessoas que se encontram satisfeitas é relevante, onde 58% consideraram Ótimo e 39% Bom, ressaltando que nenhum entrevistado pontuou sua satisfação como péssima.

Tendo em vista isso, mostra-se que é importante identificar os anseios, necessidades e expectativas dos turistas para poder satisfazê-los. Percebe-se que na praia do Francês, apesar do bom percentual de hóspedes satisfeitos em relação à praia, ainda há muitos aspectos que podem ser melhorados nessa

com o intuito de fidelizar aos seus visitantes, pois existem muitas queixas, principalmente no quesito entretenimento, mas também em relação à limpeza e organização da orla.

## 5.CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que os serviços das pousadas de uma forma geral foram bem avaliados, onde a maioria considerou os aspectos como reservas, horário, qualidade e rapidez como bom.

A infraestrutura e a localização das pousadas foram aspectos de destaque na avaliação dos turistas, que as avaliaram como bom e ótimo, mostrando assim que esse pode ser um diferencial no momento da escolha do destino turístico, aumentando assim a competitividade no mercado.

Outro aspecto que influencia diretamente na avaliação da satisfação dos hóspedes é o atendimento, e nesse fator as pousadas da praia do Francês estão bem avaliadas. No entanto, vale ressaltar a importância de uma continuidade em investimentos nos recursos humanos já que este tem uma estreita ligação com os clientes. Garantir a qualidade dos serviços é fator primordial para que se alcance sucesso e satisfaça a clientela que se encontra cada vez mais exigente.

No tocante aos apartamentos das pousadas, apesar destes terem sido bem avaliados, é preciso maior atenção aos equipamentos, que foram pontuados como obsoletos. Os prestadores de serviços das pousadas deveriam investir melhor na tecnologia de seus equipamentos, para desta forma obter um diferencial e atrair cada vez mais hóspedes.

Concernente aos resultados da pesquisa observou-se que com relação ao nível de satisfação geral dos turistas, a categoria predominante foi a “ótima”, destacando que ninguém pontuou a opção “péssima”; fato que confirma o grande número de pessoas que pretendem voltar e/ou recomendam a praia do Francês como destino turístico.

As informações obtidas através desse estudo são relevantes para todos os envolvidos no setor turístico deste local, por meio delas será possível os prestadores de serviços utilizá-las com vista o aprimoramento dos serviços prestados. Ademais, é importante ressaltar que a responsabilidade pela boa hospitalidade não deve ser apenas dos prestadores de serviços privados, pois o turismo também gera receita pública e para que os turistas possam gastar, gerar receita e lucro para os negócios de



hospitalidade é relevante o investimento em infraestrutura da cidade, oferecer diversas opções de entretenimento, serviços de alimentação e bebidas, dentre outros.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. V. Turismo: fundamentos e dimensões. São Paulo: Ática S.A., 2000.
- BARROS, A. J. P. & LEHFELD, N. A. S. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Pearson, 2007.
- CHON, K. S. & SPARROWE, R. T. Hospitalidade: conceitos e aplicações. Tradução Ana Beatriz de Miranda e Silva Ferreira. Revisão técnica Gleice Regina Guerra. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- COSTA, A.C.S. et. al. Qualidade em serviços de hospedagem na praia do Francês. In: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-ENEGEP. Anais: Porto Alegre, 2005.
- DE LA TORRE, F. Administração hoteleira. Tradução Dolores Martin Rodriguez Corner. São Paulo: Roca, 2001.
- DUARTE, V. V. Administração de sistemas hoteleiros: conceitos básicos. São Paulo: Editora Senac, 1996.
- EMBRATUR. Deliberação normativa nº 429 de 23 de abril de 2002. Regulamento Geral dos Meios de Hospedagem. Brasília, 2002.
- FLORES, P. S. O. Treinamento em Qualidade: fator de sucesso para desenvolvimento de hotelaria e turismo. São Paulo: Roca, 2002.
- GRINOVER, L. Hospitalidade: um tema a ser reestudado e pesquisado. In: DIAS, Célia Maria de Moraes (org.). Hospitalidade: reflexões e perspectivas. São Paulo: Manole, 2002.
- HAYES, D. K. & NINEMEIER, J. D. Gestão de operações hoteleiras. Tradução Vivian Fittipaldi e Beth Honorato. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- LOVELOCK, C. & WRIGHT, L. Serviços: marketing e gestão. São Paulo: Saraiva, 2001.
- MALHOTRA, N. K. Introdução à pesquisa de marketing. Tradução Robert Brian Taylor. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. Lei geral do turismo. Brasil: 2009. Disponível em: [http://www.turismo.gov.br/turismo/legislacao/legislacao\\_geral/](http://www.turismo.gov.br/turismo/legislacao/legislacao_geral/). Acesso em: 02 jun. de 2010.
- MOWEN, J.C. & MINOR, M. S. Comportamento do consumidor. Tradução Vera Jordan. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- PETROCCHI, M. Gestão de Pólos Turísticos. São Paulo: Futura, 2001.
- POOP, E. V. & SILVA, V. C. Hotelaria e Hospitalidade. In: Caminhos do futuro. Ministério do Turismo – AVT/IAP – NT/USP; MTUR/AVT/IAP/USP, 2007.

SECRETARIA DE TURISMO. Meios de hospedagem: Marechal Deodoro-AL. Maceió, 2010. TRIGO, L. G. G. Turismo e qualidade: tendências contemporâneas. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2000. VELOSO, M. P. Turismo simples e eficiente. São Paulo: Roca, 2003.

# Capítulo 34

## SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA MELHORIA DE PROCESSOS EM MICROEMPRESAS

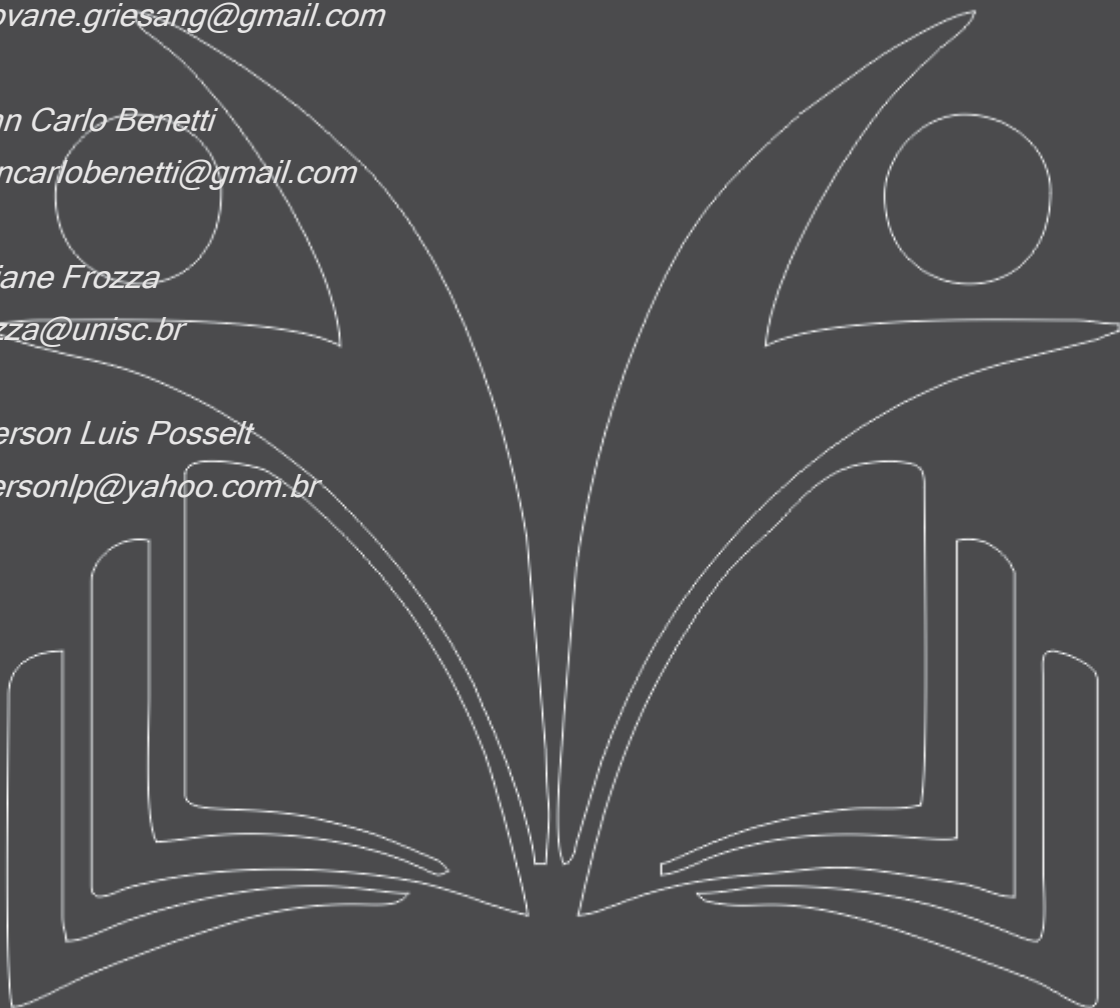
[10.37423/200200324](#)

*Geovane Griesang*  
*geovane.griesang@gmail.com*

*Jean Carlo Benetti*  
*jeancarlobenetti@gmail.com*

*Rejane Frozza*  
*frozza@unisc.br*

*Ederson Luis Posselt*  
*edersonlp@yahoo.com.br*



## 1. INTRODUÇÃO

Na rescente configuração de negócios das empresas, é cada vez mais importante a valorização do conhecimento, tanto na organização, na estratégia, e na competitividade entre as companhias (WU e LIN, 2009; DRUCKER, 1997; NONAKA, 1994). Contudo, Cortimiglia et. al. (2006) se baseiam em Davenport e Prusak (1998) para destacar que Gestão de Conhecimento (GC) é um fator de grande importância para a sobrevivência das atuais organizações.

Um sistema baseado em conhecimento tem por objetivo extrair informações de um ou mais especialistas humanos referentes a um determinado domínio. Desta forma, essa informação obtida é organizada e armazenada em uma base de conhecimento. Portanto, uma das funções dos sistemas inteligentes é a recuperação de informações para o auxílio à tomada de decisões (REZENDE, 2003).

Neste contexto, o trabalho de Urnau et. al. (2010) propõe o uso da técnica de raciocínio baseado em casos, como modelo de representação e de manipulação do conhecimento, no intuito de auxiliar os processos de tomada de decisão no setor comercial de uma empresa.

Por outro lado, o trabalho de Baierle et. al. (2011) visa a criação de um método de tratamento de dados dentro da empresa, usando técnicas de inteligência competitiva, com o auxílio de sistemas baseados em conhecimento. Com isso, as companhias com mais “competência na gestão de informação e que souberem criar estratégias que venham ao encontro das necessidades da empresa e dos clientes terão maiores condições de atuação”.

Um sistema especialista (SE) é um sistema baseado em conhecimento e possui a capacidade de emular a estratégia de resolução de problemas de um especialista humano e é composto por uma base de conhecimento formada de fatos, regras e heurísticas sobre determinado domínio (FEIGENBAUM, 1981).

Os SE podem ser divididos em três partes: base de regras, memória de trabalho e um motor de inferência. A base de regras e a memória de trabalho são chamadas base de conhecimento e o motor de inferência é responsável por inferir conhecimento sobre as regras presentes nesta base.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo mapear e modelar um sistema baseado em conhecimento para a melhoria de processos em Microempresas (ME). Portanto, o conhecimento de um determinado especialista humano foi utilizado para o desenvolvimento e validação do SE proposto.

Contudo, a modelagem do conhecimento adquirido tem como intenção auxiliar a identificação de possíveis problemas relacionados ao mau funcionamento de máquinas de lavar roupas.

Desta forma, o software Expert Sinta foi usado com o objetivo de auxiliar o processo de criação e validação das regras de produção. Os principais objetivos do SE proposto é auxiliar funcionários novos; capacitações; triagem inicial do problema; e orçamento inicial.

A metodologia utilizada para desenvolver este trabalho é de caráter exploratório, visto que proporciona maior familiaridade com o problema analisado e o procedimento aplicado é o estudo de caso, o qual consiste em uma investigação detalhada de uma ou mais organizações, ou grupos dentro de uma organização para prover a análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em estudo (GIL, 2002; WAZLAWICK, 2008).

O artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta características do software utilizado para modelar o SE, enquanto a seção 3 aborda a descrição do problema. Já a seção 4 apresenta as variáveis utilizadas para modelar o SE. A seção 5 apresenta alguns resultados e exemplos homologados com a ajuda do especialista humano e, por fim, as considerações finais são discutidas na seção 6.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE EXPERT SINTA

O Expert SINTA é uma ferramenta visual utilizada para modelar sistemas especialistas, e utiliza regras de produção associadas a cálculos de probabilidade para criar o modelo de representação do conhecimento. Este software foi desenvolvido pelo Grupo SINTA, do Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará (LIA-UFC). O programa em questão é classificado como um sistema de classificação ou diagnóstico e possui as seguintes características (SPIRLANDELLI, 2011):

- Utilização do encadeamento para trás (backward chaining).
- Utilização de fatores de confiança.
- Ferramentas de depuração.
- Possibilidade de incluir ajudas online para cada base.

Este ambiente utiliza um mecanismo denominado máquina de inferência, o qual apresenta ao usuário uma sequência de menus com respostas condizentes com o caso em questão.

A descrição do problema prático abordado neste artigo é apresentada a seguir.

## 3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: SE PARA AUXILIAR NO CONSERTO DE MÁQUINAS DE LAVAR ROUPAS

Uma empresa localizada na cidade de Venâncio Aires/RS desejava obter um software para auxiliar seus funcionários no conserto de máquinas de lavar roupas. Portanto, um SE foi desenvolvido com base nas informações fornecidas pelo proprietário da empresa (especialista humano do sistema), com mais de 30 anos de experiência na área.

Neste cenário, o SE deve sugerir as possíveis soluções para os problemas de uma máquina, tendo como base perguntas respondidas pelo funcionário/cliente através de sua iteração com o ambiente. No final do processo, o SE deve ser capaz de sugerir os componentes a serem trocados/consertados por um funcionário da empresa em questão.

Para modelar o cenário proposto, são apresentados alguns dados fornecidos pelo especialista humano.

### 3.1 TIPOS DE MÁQUINAS DE LAVAR ROUPAS

Existem diversos tipos, marcas e modelos de máquina, entretanto, neste trabalho, os equipamentos foram divididos em três grupos, com base nas características de cada máquina. Essa divisão foi sugerida pelo próprio especialista humano, já que as máquinas apresentam o mesmo conjunto de peças e mesma ideia de funcionamento.

Com isso, as máquinas foram classificadas em:

- Máquina simples: Possuem apenas uma função, ou seja, apenas lavam e não centrifugam. Alguns modelos possuem mais funcionalidades se comparado a outros modelos, no entanto, não são suficientes para que sejam classificados em um grupo mais completo. Pode-se citar o exemplo de algumas máquinas que possuem timer apenas para controlar o tempo de lavagem, enquanto, em máquinas mais completas essa peça controla diferentes funcionalidades.
- Máquina com tampa: A roupa é colocada pela parte superior da máquina. Possuem mais funcionalidades que a máquina simples, pois possuem processos de centrifugação e enxague, por exemplo.
- Máquina com porta: A roupa é colocada pela parte frontal. Esse tipo de máquina possui praticamente as mesmas características e funcionalidades das máquinas com tampa, no

entanto, podem usar um conjunto diferente de peças para uma determinada função. Por exemplo: uma máquina com porta possui uma trava na própria porta para acionar o seu funcionamento, enquanto as máquinas com tampa possuem um interruptor na tampa.

Portanto, a primeira pergunta do SE vai ser referente ao tipo de máquina, onde o usuário terá que responder com que tipo de máquina ele está trabalhando. A partir desta resposta, o SE pode direcionar suas perguntas às características da máquina escolhida.

O próximo tópico especifica possíveis problemas que uma máquina pode apresentar.

## 3.2 ESPECIFICAÇÃO DOS POSSÍVEIS PROBLEMAS

Uma máquina pode apresentar diversos e simultâneos problemas, ou seja, ela pode estar vazando e não lavando, assim como pode não estar lavando por causa de um vazamento que acabou queimando o motor. Uma máquina também pode apresentar um problema e ter uma solução diferente de outra máquina, assim como uma máquina pode possuir um conjunto de peças e outra pode não possuir.

Portanto, percebe-se que, sugerir uma possível solução não é uma tarefa trivial. Por isto, a presença de um especialista humano torna-se tão importante para este tipo de sistema. As informações passadas por esta pessoa devem ser analisadas cuidadosamente para que o resultado esperado possa ser alcançado. Além disto, os resultados obtidos pelo sistema devem ser confrontados com a solução real, verificando se a solução foi corretamente sugerida.

Com base nas informações fornecidas pelo especialista, pôde-se desenvolver uma tabela com os principais problemas e soluções. Tais informações foram diferenciadas para cada tipo de máquina. A Tabela 1 apresenta uma legenda para cada tipo de máquina, onde “S” determina um tipo de máquina simples, “T” um tipo de máquina com tampa e “P” um tipo de máquina com porta.

<b>Tipo de máquina</b>	<b>Sigla</b>
Máquina simples	S
Máquina com tampa	T
Máquina com porta	P

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 1 – Sigla para cada tipo de máquina

A Tabela 2 exibe uma legenda dos problemas de uma máquina, onde a numeração da coluna 1 (código do problema) representa o problema descrito na coluna 2 (descrição do problema).

Código	Descrição do problema
01	Não liga
02	Não lava
03	Sem força para lavar
04	Sem força para centrifugar
05	Lava e não centrifuga
06	Faz barulho ao centrifugar
07	Não tira água
08	Não entra água
09	Cheiro de queimado (ao entrar água)
10	Cheiro de queimado (ao tirar água)
11	Cheiro de queimado (ao lavar)
12	Cheiro de queimado (ao centrifugar)
13	Vazamento

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 2 – Legenda de problemas

A Tabela 3 apresenta uma relação entre problemas e possíveis soluções referentes às máquinas, onde as colunas apresentam os problemas e as linhas apresentam as possíveis soluções (peças a serem trocadas ou consertadas).

Produto com problema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Interruptor liga/desliga	S	S											
Puxador da porta	P												
Timer	S,T ,P	S,T ,P	S,T ,P	T,P	T,P		T,P	T,P	T,P	T,P	T,P	T,P	T,P
Correia	T,P	S,T ,P	S,T ,P	T,P	T,P								
Retentor do motor							T,P						S



Produto com problema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Fiação	S,T ,P	S,T ,P			T,P		T,P	T,P					
Interruptor da tampa	S,T	T			T		T	T	T	T	T	T	
Batedor (Agitador)													S
Motor		S,T ,P	S,T ,P	T,P	T,P						S,T ,P	T,P	
Capacitor do motor		S,T ,P	S,T ,P	T,P	T,P						S,T ,P	T,P	
Válvula entrada água		T						T,P	T,P				
Pressostato		T											T,P
Cano do pressostato		T											T,P
Placa eletrônica		T,P			T,P		T,P	T,P	T,P	T,P	T,P	T,P	
Pino da tampa	T												
Bomba drenagem					T,P		T,P			T,P			T,P
Atuador do freio					T								
Solenóide					T								
Mangueira de saída													T,P
Mangueiras internas													T,P
Retentor da caixa													T,P
Guarnição da porta													P
Rolamento do motor							T,P						
Tubo da caixa							T						
Eixo da caixa							T						
Rolamento da caixa							T						
Eixo quebrado							P						
Rolamento do eixo							P						

Produto com problema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Trava da porta	P	P			P		P	P	P	P	P	P	

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 3 – Relação entre problemas e possíveis soluções

Através dos dados apresentados na Tabela 3, pode-se observar que as máquinas simples não possuem problemas e soluções referentes às operações de centrifugação, entrada e drenagem (saída) de água.

Entretanto, apenas as máquinas simples possuem problema no interruptor liga/desliga, pois as máquinas mais completas controlam o acionamento da máquina pelo timer.

A Tabela 3 ainda demonstra que as máquinas com tampa não lavam se a válvula de entrada da água não estiver funcionando, assim como não lava se o pressostato ou o cano deste estiverem com problema. Isto pode ser justificado pelo fato desse tipo de máquina apenas iniciar o processo de lavagem quando o nível da água for atingido.

Ainda pode-se observar que há o problema de correia, tanto no processo de lavagem quanto no processo de centrifugação. Isto ocorre frequentemente, já que a correia pode ter arrebentado durante o processo de centrifugação.

A seção 4 apresenta a modelagem realizada sobre os problemas e soluções especificados nesta seção.

## 4. MODELAGEM DO SE

Além de participar da especificação dos problemas e soluções, o especialista humano contribuiu na elaboração das perguntas, opinando sobre as questões elaboradas, assim como a sua ordem de execução. Constantes ajustes foram feitos com auxílio do especialista, corrigindo algumas falhas e melhorando outras ideias.

A Tabela 5 apresenta as variáveis criadas e utilizadas no sistema. A primeira coluna apresenta o nome das variáveis utilizadas, a coluna central mostra uma breve descrição da variável e a terceira coluna indica se a variável faz parte da interface do sistema. Se a variável faz parte da interface do sistema, uma pergunta referente a essa variável é exibida na tela.

Nome da variável	Descrição	Interface
MaqCompleta	Indica se a máquina é completa.	
PergCheiroCentrifuga	Há cheiro de queimado na máquina? Pergunta exibida se há algum problema de centrifugação.	Sim
PergCheiroLava	Há cheiro de queimado na máquina? Pergunta exibida se há algum problema de lavagem.	Sim
PergEntraAgua	Está entrando água na máquina? Pergunta exibida se há algum problema de lavagem.	Sim
PergMaqCentrifuga	A máquina está centrifugando?	Sim
PergMaqLava	A máquina está lavando?	Sim
PergMaqLiga	A máquina está ligando?	Sim
PergTemAgua	Tem água na casa?	Sim
PergTemLuz	Tem luz na casa?	Sim
PergTipoMaq	Qual o tipo de máquina?	Sim
PergTiraAgua	A máquina está tirando água? Pergunta exibida se há algum problema de centrifugação.	Sim
PergVazamento	A máquina está vazando? Pergunta exibida na centrifugação e lavagem.	Sim
RespCheiroCentrifuga	Indica se a máquina está com problemas de centrifugação e apresentou cheiro durante este processo.	
RespCheiroLava	Indica se a máquina está com problemas de lavagem e apresentou cheiro durante este processo.	
RespEntraAgua	Indica se a máquina está com problemas de lavagem e não está entrando água na máquina.	
RespMaqCentrifuga	Indica se a máquina centrifuga, não centrifuga, não tem força para centrifugar, ou se faz barulho ao centrifugar.	
RespMaqLava	Indica se a máquina lava, não lava, ou se não tem força para lavar.	
RespMaqLiga	Indica se a máquina liga.	
RespTemAgua	Indica se na residência tem água.	
RespTemLuz	Indica se na residência tem energia elétrica.	
RespTipoMaq	Resposta da variável PergTipoMaq.	
RespTiraAgua	Indica se a máquina está com problemas de centrifugação e não está tirando água.	
RespVazamento	Indica se há vazamento.	
SistemaEspecialista	Apresenta as possíveis soluções.	

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 5 – Lista de variáveis utilizadas no SE

Portanto, o SE foi desenvolvido com um total de 67 regras, que vão desde regras específicas para cada tipo de máquina até regras gerais (qualquer tipo de máquina).

A Tabela 6 apresenta o conjunto de regras definidas para o SE desenvolvido. As possíveis soluções apresentadas na tabela seriam a troca ou conserto das peças que apresentaram problema.

Regra	Descrição
01-06	Definirem o tipo de máquina: simples, com tampa ou com porta; completa ou simples.
07-12	Possíveis soluções para máquinas que não ligam.
13-16	Como a máquina liga, essas regras definem se ela lava, não lava ou se não tem força para lavar.
17-28	Possíveis soluções para as máquinas simples.
29-36	Verifica se entra água. Possíveis soluções, caso não entre água.
37-44	Como a máquina liga, não lava e entra água, essas regras indicam uma possível solução, com base em outras informações fornecidas para o usuário, como por exemplo: se a máquina tem cheiro de queimado ou se está vazando.
45-49	Possíveis soluções das máquinas que não possuem força para lavar.
50	Verifica se uma máquina completa está centrifugando, não está centrifugando, parece estar fazendo força para centrifugar, ou se está fazendo barulho ao centrifugar.
51-52	Possíveis soluções para máquina que faz barulho ao centrifugar.
53-55	Possíveis soluções para máquina que não tem força para centrifugar.
56-59	Possíveis soluções para máquina que não centrifuga.
60	Verifica se a máquina está tirando água.
61-64	Possíveis soluções para máquina que não centrifuga e não tira água.
65-66	Possíveis soluções para máquina que possui vazamento.
67	Problema pode ser na guarnição da máquina com porta (vazamento).

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 6 – Lista de regras utilizadas no SE

A próxima seção apresenta um conjunto de testes/exemplos de execução do SE desenvolvido.

## 5. RESULTADOS E EXEMPLOS

Para a validação do SE, alguns testes e exemplos foram realizados, inclusive com a implantação do sistema na oficina de propriedade do especialista humano. Em um primeiro momento, apenas simulações foram realizadas, através de problemas fictícios.

O Quadro 1 exibe um exemplo fictício para verificar o problema de uma máquina simples. Pode-se observar as perguntas realizadas pelo SE e as supostas respostas do funcionário (FU). É importante destacar que o funcionário apenas seleciona a resposta desejada. Por fim, pode-se observar as possíveis soluções apresentadas (peças a serem consertadas/trocadas).

---

Problema 1: Máquina simples apresentou cheiro de queimado e, depois disto, parece não ter força para lavar.

Perguntas e respostas:

SE: Qual o tipo de máquina com problema?

FU: Máquina simples.

SE: A máquina está ligando?

FU: Sim.

SE: A máquina está lavando?

FU: Máquina lava, mas parece não ter força.

SE: Há cheiro de queimado na máquina?

FU: Sim.

SE: Há vazamento de água na máquina?

FU: Não.

Provável solução: Conserto ou troca dos seguintes itens: Capacitor do motor ou o próprio motor.

---

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 01 – Exemplo 1: máquina simples não tem força para lavar (exemplo fictício)

O Quadros 2 abordada o problema fictício de uma máquina com tampa que possui vazamento. É possível observar que o único problema da máquina é o vazamento. Portanto, apenas itens relacionados a vazamento são sugeridos para troca ou conserto.

---

Problema 2: Máquina com tampa está com vazamento.

Perguntas e respostas:

SE: Qual o tipo de máquina com problema?

FU: Máquina com tampa.

SE: A máquina está ligando?

FU: Sim.

SE: A máquina está lavando?

FU: Sim, máquina está lavando.

SE: A máquina está centrifugando?

FU: Sim.

SE: A máquina está tirando água?

FU: Sim.

SE: Há vazamento de água na máquina?

FU: Sim.

Provável solução: Pressostato, cano do pressostato, bomba drenagem, mangueira de saída, mangueiras internas e/ou retentor da caixa.

---

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 02 – Exemplo 2: máquina com tampa possui vazamento (exemplo fictício)

O Quadro 3 apresenta o problema fictício de uma máquina com porta que possui vazamento. Este quadro apresenta as mesmas soluções utilizadas para resolver o Quadro 2, no entanto, acrescenta a guarnição, existente apenas nas máquinas com porta.

---

Problema 03: Máquina com porta está com vazamento.

Perguntas e respostas:

SE: Qual o tipo de máquina com problema?

FU: Máquina com porta.

SE: A máquina está ligando?

FU: Sim.

SE: A máquina está lavando?

FU: Sim, máquina está lavando.

SE: A máquina está centrifugando?

FU: Sim.

SE: A máquina está tirando água?

FU: Sim.

SE: Há vazamento de água na máquina?

FU: Sim.

Provável solução: Pressostato, cano do pressostato, bomba drenagem, mangueira de saída, mangueiras internas e/ou retentor da caixa e guarnição da porta.

---

Fonte: elaborado pelos autores

Além dos testes fictícios, testes reais também foram realizados, onde os funcionários da oficina utilizaram o sistema. Pode-se destacar o caso real apresentado no Quadro 4, onde o funcionário precisava consertar uma máquina com tampa que não estava lavando.

O Quadro 4 apresentou um resultado muito interessante, pois considerou as seguintes peças como possíveis problemas da máquina: válvula de entrada da água, pressostato e cano do pressostato. Esse conjunto de itens controlam o nível da água e apenas máquinas com tampa iniciam o processo de lavagem após o nível de água ser atingido. Como o problema real era o cano do pressostato que estava furado, o SE acertou em seu diagnóstico.

---

Problema 4: Máquina com tampa não está lavando.

Perguntas e respostas:

SE: Qual o tipo de máquina com problema?

FU: Máquina com porta.

SE: A máquina está ligando?

FU: Sim.

SE: A máquina está lavando?

FU: Não, máquina não está lavando.

SE: Está entrando água na máquina?

FU: Sim.

SE: Há cheiro de queimado na máquina?

FU: Não.

SE: Há vazamento de água na máquina?

FU: Não.

Provável solução: Timer, correia, fiação, interruptor da tampa, capacitor do motor, motor, válvula de entrada da água, pressostato, cano do pressostato e, placa eletrônica (se possuir).

---

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 04 – Exemplo 4: máquina com tampa que não estava lavando (exemplo real)

Mediante observações, percebe-se que os resultados apresentados pelo software realmente condiziam com o problema real, ou seja, as peças defeituosas foram sugeridas corretamente pelo sistema. No entanto, em alguns casos, uma quantidade muito grande de peças foi sugerida, ficando evidente que o problema seria uma daquelas peças.

Os testes reais foram feitos nos dias 05, 06 e 08 de setembro de 2011. Ainda foi possível observar que os funcionários com mais experiência demonstraram maior resistência no uso do sistema. Isto se justifica, pois esses funcionários já adquiriram conhecimento suficiente para serem classificados como especialistas do domínio em questão.

Por outro lado, os funcionários com menos experiência aceitaram melhor a ideia. Desta forma, os objetivos principais deste trabalho foram alcançados, pois o SE proposto pode ser usado para as seguintes atividades:

- Novos funcionários: Funcionários com menos experiência demonstraram maior interesse no sistema, pois aceitaram este tipo de aplicação como uma ferramenta auxiliar, ou seja, observaram que o software poderia contribuir e facilitar o diagnóstico inicial do problema de uma máquina.
- Capacitação: O sistema proposto também pode ser usado em uma etapa de capacitação para novos funcionários da empresa. Isto permite que os futuros funcionários passem por uma etapa de treinamento antes de iniciarem o seu serviço na empresa contratante.
- Triagem inicial: O sistema é útil mesmo nos casos em que o sistema apresenta uma grande quantidade de soluções (peças a serem trocadas/consertadas), pois ao menos oferece uma triagem inicial do problema, deixando a cargo do técnico o aprofundamento no problema.
- Orçamento inicial: Pode ser usado para informar ao cliente os possíveis problemas de sua máquina, além de possibilitar o fornecimento de um orçamento prévio, pois neste momento, já se tem o conhecimento das possíveis peças a serem trocadas e/ou consertadas.

Portanto, os resultados e exemplos foram satisfatórios, como pode ser observado na próxima seção.

## 6. CONCLUSÃO

O SE desenvolvido demonstrou bons resultados, pois conseguiu sugerir possíveis soluções para cada tipo de problema, de acordo com cada tipo de máquina e respostas fornecidas pelo utilizador do sistema. O auxílio do especialista humano durante todo o processo de desenvolvimento e validação foi determinante para o sucesso da solução desenvolvida.

No entanto, foi possível observar que os funcionários novos, demonstraram mais interesse no assunto. Por outro lado, os funcionários com mais experiência não viram a necessidade neste tipo de aplicação (exceto o especialista que esteve sempre disposto a ajudar).

Contudo, o sistema pode ser muito útil, principalmente no diagnóstico inicial do problema, e conseqüentemente na sua solução. Então, o SE proposto possui como objetivo: auxiliar os funcionários



com menos experiência; capacitação de novos técnicos; triagem inicial de um problema mais complexo; e fornecimento de orçamento inicial aos clientes.

Como trabalho futuro, seria possível acrescentar algumas informações, como por exemplo, marcas e modelos. Uma máquina pode variar muito, mesmo dentro de uma mesma marca. Portanto, classificar as máquinas apenas em simples, com tampa e com porta pode ser muito superficial.

Além disso, algumas soluções apresentadas pelo SE ficaram genéricas, com muitas possibilidades. Seria interessante aprofundar mais para determinar soluções mais próximas do problema. Uma alternativa seria a elaboração de mais perguntas que, por consequência, poderiam eliminar algumas possíveis soluções sugeridas pelo sistema.

## REFERÊNCIAS

BAIERLE, I. C.; FROZZA, R.; BENITEZ, E. O; KIPPER, N. L. M.; O ciclo da produção de inteligência como apoio à estratégia de tomada de decisão organizacional. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.11, n. 4, p. 1086-1113, out./dez. 2011.

CORTIMIGLIA, M. N.; DUTRA, C. C.; GABRIELI, L. V.; iProject - Uma aplicação de tecnologias de Internet para Gestão do Conhecimento em Projetos. XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, outubro de 2006.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L.; Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DRUCKER, P. F; A sociedade pós-capitalista. 6ª ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

FEIGENBAUM, E. & AVRON, B. The Handbook of Intelligence. Vol I. 1981.

GIL, A. C.; Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Edição Atlas, 2002.

NONAKA, I.; A dynamic theory of organizational knowledge creation. Organization Science, v. 5, p. 14-37, 1994.

REZENDE, S. O.; Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Manole, 2003.

SPIRLANDELLI, L. P.; SANTOS, G. H. D.; RODRIGUES, L.; BANDOS, M. F. C. Sistemas Especialista: Um estudo de caso com o Expert SINTA. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica. Volume 1. março de 2011.

URNAU E.; KIPPER, L. M.; FROZZA, R.; Técnica de raciocínio baseado em caso para auxiliar processos de tomada de decisão estratégica. XXX encontro nacional de engenharia de produção. São Carlos, SP, Brasil, outubro de 2010.

WAZLAWICK, R. S.; Metodologia de pesquisa para ciência da computação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

WU, I. L.; Lin, H. C.; A strategy-based process for implementing knowledge management: an integrative view and empirical study. *Journal of The American Society for Information Science and Technology*, v. 60, n.4, p.789–802, 2009.

# Capítulo 35

## ETNOMETODOLOGIA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

[10.37423/200200333](#)

*Flávio Régio Brambilla (Doutor em Administração. É o Coordenador Adjunto e Docente do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Rio Grande do Sul, Brasil).*

**Resumo:** Através de ensaio teórico que propõe alternativa para a pesquisa em engenharia de produção, este artigo, baseado nos paradigmas sociológicos propostos por Burrell e Morgan (1979), apresenta a relevância da etnometodologia como alternativa para estudos complexos. A noção de complexidade mencionada aqui se refere aos contextos imersos em significação social por meio de seus atores, o que faz de uma abordagem interpretativa mais relevante para entender a rotina e os procedimentos diários de seus atores. Nos ambientes produtivos, mesmo estes sendo os mais tradicionais do ponto de vista operacional, há diferenças resultantes de questões subjetivas, inerentes aos sujeitos e seus grupos. A etnometodologia é uma abordagem que pode favorecer na descoberta dos significados gerados no ambiente. O presente ensaio teórico apresenta a conceituação de etnometodologia no contexto interpretacionista, e faz algumas sugestões para o emprego desta abordagem nas pesquisas da engenharia de produção.

**Palavras-chave:** Pesquisa; Interpretação; Etnometodologia.

## 1. INTRODUÇÃO

Buscando ampliar a profundidade dos estudos em engenharia de produção, ou qualquer área relacionada ao contexto empresarial, as abordagens interpretativas podem proporcionar conhecimentos geralmente não acessíveis por métodos tradicionais. Este fenômeno decorre das dificuldades em analisar contextos sociais que se constroem mediante significados promovidos por seus próprios membros. Neste sentido, a etnometodologia é primeiramente uma alternativa para a identificação de fenômenos imersos em contextos sociais.

Para localizar a etnometodologia dentro da concepção de ciência, uma alternativa relevante são os quatro paradigmas sociológicos de Burrell e Morgan (1979), ainda que sejam criticados com relação aos detalhes de sua concepção. Basicamente, Burrell e Morgan (1979), propuseram quatro paradigmas distintos, mas conectados, para analisar as teorias sociais, sendo estes os paradigmas: Interpretativo, Funcionalista, Humanista Radical e, Estruturalista Radical. O presente estudo se limita ao paradigma interpretacionista.

Em Burrell e Morgan (1979), no que tange a sociologia interpretativa, uma pequena parcela do capítulo foi destinada ao estudo da etnometodologia. Tal como outros autores a definem, “Etnometodologia é baseada no estudo detalhado do mundo da vida cotidiana”, mencionam Burrell e Morgan (1979, p.247) destacando o interesse nas práticas. etnometodologia foi o termo cunhado por Harold Garfinkel, que se destina “a aprender sobre as maneiras com as quais as pessoas ordenam e fazem sentido para suas atividades diárias e como fazem com que sejam passíveis de relato aos outros”, no sentido de serem observadas e relatadas (BURRELL, MORGAN, 1979, p.247). Na perspectiva gerencial, por exemplo, pode ser utilizada.

Busca-se ‘dar sentido’ aos aspectos da vida prática, através de descrições e da busca por evidências que sejam adequadas para que proporcionem descrições. O sociólogo Kenneth Liberman, mediante entrevista para Sacrini (2009, p.673) destaca que a etnometodologia “foi desenvolvida por Harold Garfinkel durante os anos 1950 e por seus muitos alunos nos anos 1960 e 1970, [com o foco nas] maneiras pelas quais o pensamento e o conhecimento são formalizados e transformados em um sistema social”. Conforme o autor, sua preocupação consiste em entender o detalhamento do mundo cotidiano real, tendo em vista uma ordenação social local, suportada pelos fenômenos reais. Em termos simples, busca “identificar o que está realmente acontecendo” (SACRINI, 2009, p.674). Trata-

se do entendimento do mundo real através da análise em aspectos de caráter prático, subjetivo e imerso.

Garfinkel (2006, p.12) destaca que a etnometodologia possibilita “explicar as ações como uma contínua realização prática de seus membros”. Os envolvidos são capazes de refletir e proporcionar explicações racionais de seu meio, o que representa a projeção das organizações socialmente estabelecidas, além de como o comportamento se consolida. Burrell e Morgan (1979, p.268) salientam que a realidade é “específica aos contextos sociais particulares”.

## 2. CONCEITO E PERSPECTIVA TEÓRICA DA ETNOMETODOLOGIA

Como mencionado na introdução deste artigo, o estudo se origina na concepção dos quatro paradigmas para investigação social. A figura 1, ilustrada com pequenas modificações, apresenta o framework completo para análise dos contextos sociais, neste caso de engenharia de produção, amplamente tratado aqui como ambiente empresarial. Seu objetivo genérico consiste em “entender o mundo como ele é, e entender a natureza fundamental do mundo social ao nível de experiência subjetiva”, quando tratada na face interpretativa, qual orienta a etnometodologia e aparece em destaque na figura (BURRELL, MORGAN, 1979, p.28).



Figura 1: Quatro paradigmas para análise da teoria social.

Fonte: Adaptado de Burrell e Morgan (1979, p.22).

Destacam os autores acerca de uma concepção de mundo social visto como um processo criado através das preocupações individuais. Ou seja, interesses dos indivíduos moldam o interesse da maioria. Em linhas gerais, a “sociologia interpretativa é centrada no entendimento da essência do mundo de todo o dia”, ou do ‘everyday world’ (BURRELL, MORGAN, 1979, p.31). Salienta o estudo de Daft e Weick (2005, p.74), que a “construção de interpretações acerca do ambiente é uma necessidade básica dos indivíduos e das organizações”. E a interpretação é um dos aspectos distintivos dos seres humanos e de suas construções perante sistemas mais simples. As organizações, como estruturas sociais, constituem sistemas complexos. Nestes casos, a intervenção etnometodológica se mostra adequada.

A etnometodologia deve procurar a ordenação das atividades cotidianas, não em busca de uma estruturação formal, mas para obter a compreensão do fenômeno junto ao ambiente em que ocorre. A mudança é uma variável que está inerente ao contexto, e faz com que as observações e relatos não sejam estáticos ou definitivos. Conforme Burrell e Morgan (1979, p.248) se buscam indexação (mediante o “uso de expressões e atividades que são compartilhadas”), e reflexividade (na “capacidade de olhar para trás no que fora feito antes”). Resume-se em “como as pessoas fazem sentido de algo e como ordenam seu ambiente [...], proporcionando explicações da ordenação natural do mundo social” (BURRELL, MORGAN, 1979, p.249). Os indivíduos são investigados para que, mediante perspectivas individuais, seja possível a identificação das macroperspectivas ambientais.

A grande diferença do Paradigma Interpretativo está em analisar as situações em contexto, e conforme Burrell e Morgan (1979, p.260), “rejeita qualquer visão que atribua ao mundo social uma realidade que seja independente da mentalidade dos homens [...], a construção subjetiva e individual dos seres humanos”. Os significados são compartilhados e existem processos contínuos, seja para a reafirmação ou para mudanças que ocorram. O senso comum entre os envolvidos em uma situação equivale com a noção de ‘estrutura’. A convergência do presente estudo com o paradigma é observável quando salientada a importância do “entendimento da maneira pela qual o mundo organizacional é construído pelos atores envolvidos” (BURRELL, MORGAN, 1979, p.263), neste caso, os atores são os stakeholders do ambiente corporativo empresarial, o que inclui todos os níveis de atividade e inclusive interações externas.

Como mencionado por Vergara e Caldas (2005), a etnometodologia é situada no paradigma interpretacionista, (vertente contrária ao Funcionalismo, que é o paradigma dominante). O trabalho de Morgan e Smircich (1980) é um exemplo de comparação entre as perspectivas interpretativas e positivas no que conceituam como paradigmas de ciência. Com base nos preceitos dos autores, a abordagem etnometodológica está próxima de uma análise subjetiva dos fenômenos sociais. Caracterizam esta contraposição da abordagem objetivista, como as intervenções de pesquisa de ordem subjetiva, onde a realidade pode ser entendida como uma construção social dos indivíduos interagentes da realidade, tendo em vista a compreensão de como é criada esta 'realidade' (MORGAN, SMIRCICH, 1980).

Estas respostas podem ser extraídas de técnicas que envolvam, por exemplo, análise textual e da conversa. No contexto interpretacionista, “as organizações são processos que surgem das ações intencionais das pessoas, individualmente ou em harmonia com as outras”, uma vez que, a realidade social é complexa e predominantemente subjetiva (VERGARA, CALDAS, 2005, p.67). Destaca Paixão (1986) a etnometodologia, como uma corrente de pensamento oriunda de uma preocupação com as questões de intencionalidade e acerca dos significados imersos em subjetividade das ações dos seres humanos. Como destacam também os demais autores referenciados, “a etnometodologia está comprometida com o estudo do mundo cotidiano”, ou da vida cotidiana, que é o dia a dia também da empresa (PAIXÃO, 1986, p.94).

Na concepção de Morgan e Smircich (1980), a pesquisa qualitativa é configurada mais como uma abordagem, do que como um conjunto de técnicas em particular. Sua orientação deve relevar a natureza do fenômeno social em observação. As empresas, mesmo que centradas em atividades de manufatura, acabam por se tornar sistemas de relacionamentos próprios, com regras específicas do meio. Etnometodologia é uma alternativa que caracteriza a iniciativa de aproximar a construção teórica ao método do estudo. Nas palavras dos autores, é fundamental “examinar a importante relação entre teoria e método” (MORGAN, SMIRCICH, 1980, p.491). A escolha dos gestores ou de empregados, na condição de informantes centrais para o estudo do ambiente produtivo, se sustenta com base no argumento de Paixão (1986, p.99) de que, “se o mundo existe como realidade intersubjetiva, ele não é uma construção individual – comunidades são maiores que indivíduos”. A ideia é transcender a perspectiva das consciências individuais e abordar as estruturas próprias de cada ambiente. Trata-se de reconhecer o “caráter social de construções de realidade” (PAIXÃO, 1986, p.100).

O dinamismo e a fluência dos fenômenos sociais são relevados neste tipo de investigação. Para fins didáticos, na figura abaixo, a contextualização da etnometodologia diante do paradigma interpretacionista, e sua localização diante de enfoques similares.

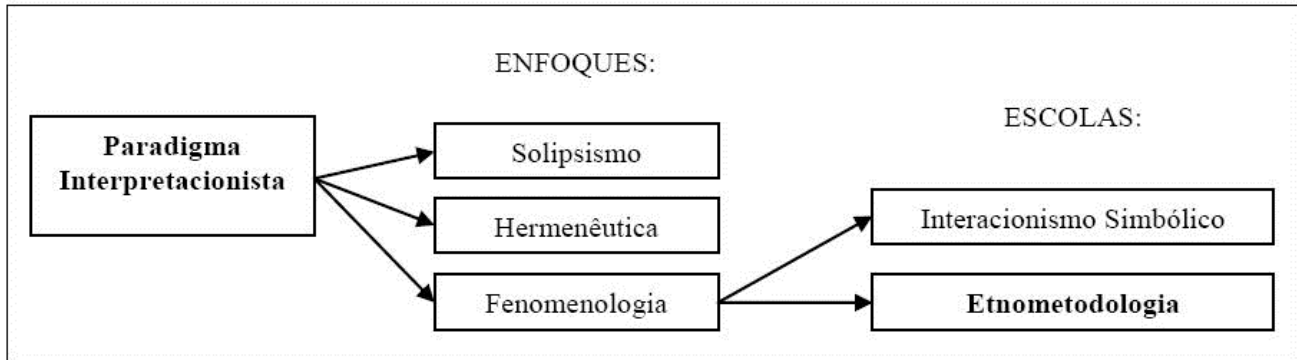


Figura 2: Localização da etnometodologia no paradigma interpretacionista.

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Burrell e Morgan (1979); Vergara e Caldas (2005).

Um dos pilares da etnometodologia como procedimento científico reside na concepção de que “os fatos sociais são construções práticas” (OLIVEIRA et al., 2010, p.10). Esta linha de pesquisa opta pela imersão nas interações sociais para a construção de sentido no que é objeto de estudo. Carolillo, Cortese e Donato (2008, p.2) entendem a etnometodologia como uma “abordagem para o estudo da realidade, fruto da experiência”, na adoção de métodos que proporcionem sentido e ordem social reconhecida através da intervenção junto aos grupos de interesse, em contextos por vezes inobservados. Complementam destacando que o objetivo é o entendimento dos “comportamentos da vida de todos os dias”, como é o caso do estudo com colaboradores da indústria, por exemplo (CAROLILLO, CORTESE, DONATO, 2008, p.4).

Uma interessante concepção desta estratégia de pesquisa é provida por Morgan e Smircich (1980, p.493) no que descrevem como “a importância de entender os processos através dos quais seres humanos concretizam seu(s) relacionamento(s) com o mundo”. Nesta perspectiva da realidade como uma construção social, o ambiente social, ou mundo social é um processo cíclico e constante, cocriado através das relações sociais, ou nos encontros do dia-a-dia. A realidade social é uma questão de como se vive no mundo, imersa na natureza dos usos e simbolismo das ações. Como mencionam Morgan e Smircich (1980), é um desenvolvimento de característica compartilhada ou interativa, fruto de múltiplas realidades. Ao encontro das premissas propostas, o entendimento central é que os



“indivíduos podem trabalhar juntos para criar uma realidade compartilhada”, o que caracteriza e viabiliza uma intervenção por etnometodologia (MORGAN, SMIRCICH, 1980, p.494).

Oliveira et al. (2010) apresentam etnometodologia sendo mais que um método, uma abordagem teórico-metodológica adotada na pesquisa social, qual releva as atividades humanas específicas em contexto. O foco reside na compreensão de fenômenos cotidianos, aparentemente simples, mas que devem ser estudados contextualmente. É uma abordagem interpretativista, oriunda da fenomenologia, qual procura entender os fenômenos com base nas interações sociais (OLIVEIRA et al., 2010). É uma abordagem condizente com o escopo da cocriação de valor, porque na etnometodologia a centralidade está na “cognoscitividade dos indivíduos no que tange à habilidade destes descreverem e/ou produzirem uma ação em circunstâncias de interação” (OLIVEIRA et al., 2010, p.8).

Jenkings (2009) destaca que a investigação social é referente ao fato que é cocriado, ou seja, a ordem social em estudo é o resultado da interação entre os atores envolvidos. Para justificar a importância da abordagem etnometodológica em fenômenos arraigados no tecido social, Jenkins (2009, p.776) menciona: “Lieberman acredita que nos tornamos prisioneiros de nossa razão, o que ele vê como endêmico nas ciências sociais, parcialmente porque não entendemos nosso processo de razão; para isso devemos olhar etnometodologicamente”.

A etnometodologia, conforme Wilson (2003), se divide em duas fases distintas: os estudos clássicos e estudos dos fenômenos radicais. Neste artigo é apresentada a concepção clássica.

### 3. APLICAÇÃO DA ETNOMETODOLOGIA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Kenneth Lieberman, em resposta para Sacrini (2009, p.671), salientou que “certamente não podemos prescindir da teoria, mas acabamos excessivamente agarrados às estruturas objetificadas da nossa própria teorização e precisamos nos guiar por eventos do mundo real em vez das teorias que adotamos”. Em essência, o paradigma interpretativo define que a “realidade é socialmente construída, socialmente sustentada e socialmente modificada” (BURRELL, MORGAN, 1979, p.266). A multiplicidade de realidades para os autores é natural à medida que os indivíduos procuram ‘dar sentido’ ao que fazem. Este estudo procura integrar, em uma proposta acerca de como pode ser, ao menos na situação, a cocriação de valor no ambiente produtivo.

Na concepção adotada por Kirschbaum e Hoelz (2010, p.6), etnometodologia consiste no método “para obter material qualitativo que evidencie os elementos culturais mobilizados na interpretação,

formação de julgamentos e estabelecimento de metáforas e analogias por parte dos indivíduos”. Todos os atores do ambiente empresarial representam seu significado. Como é o caso em interações, tipo a empresarial, esta aplicação metodológica permite a análise dos agentes em ambiente criativo. Em essência, por ser uma verificação acerca da cocriação das atividades produtivas, este método se torna aderente. Outra força desta opção de pesquisa consiste na busca do entendimento interativo e na identidade coletiva do grupo de interesse. A utilização da etnometodologia apresenta escopo diferenciado na concepção de rigor.

Se por um lado, a aparente falta de rigor do ponto de vista positivista clássico pode ser identificada na estruturação flexível, em outros aspectos o método é mais robusto. Em primeiro momento, responde ao problema, ou utopia do ‘pesquisador neutro’, já que o posicionamento do autor é definido e explicitado no próprio procedimento metodológico. Como segundo aspecto de robustez, a proposta da etnometodologia se mostra mais realista para a investigação contextual, onde os fenômenos não podem ser separados dos contextos (tempo e espaço) nos quais ocorrem. Trata-se do que Granovetter (2007) define como *embeddedness*, acerca da dificuldade de criar fronteiras entre fenômenos. Etnometodologia além de ser mais adequada ao contexto, pode ser um primeiro passo para a elaboração de escalas mais realistas, para futuras averiguações multiparadigmáticas. Este termo é concebido admitindo que interpretação e funcionalismo possam ser utilizados em conjunto, para identificação de um fenômeno perante diferentes paradigmas de ciência. Um contraponto ao paradigma dominante de ciência é proposto por Morgan e Smircich (1980, p.496), ao dizer que os “relacionamentos mudam em contexto e não podem ser reduzidos a conjuntos de leis determinadas e proposições, como a epistemologia positivista deseja”.

A base de identificação do entendimento desejado advém da apresentação de situações complexas e incompletas, propositalmente estabelecidas, quais requerem a abstração dos atores para proposição de soluções/procedimentos/ação (KIRSCHBAUM, HOELZ, 2010). A produção, por não ser uniforme em termos de procedimentos (cada empresa adota a sua maneira de trabalhar), impede uma boa adequação para uso de todas as métricas numéricas, proporcionando o emprego e a necessidade de uma abordagem interpretativa. Enquadra-se no cenário mencionado em Kirschbaum e Hoelz (2010) porque requer o constante gerenciamento da tensão, pelo menos bivalente, representada no caso do presente estudo pela busca do aprendizado mútuo e defesa de interesses na relação entre chefias e colaboradores.

Como base para obtenção dos relatos necessários para análise, a técnica adotada está vinculada ao fornecimento de situações escritas, incompletas e complexas, e que requerem uma decisão do ator de interesse no estudo. Com base nas definições individuais, através de comparações sistemáticas, os resultados são obtidos. Estas situações escritas, ou Vignettes, estão “incompletas, exigindo a interpretação do indivíduo para dar sentido à situação” (KIRSCHBAUM, HOELZ, 2010, p.8). Trata-se de situações hipotéticas do contexto empresarial, especialmente focando nas relações de fábrica (situações cotidianas). Estas relações podem ser entendidas como “sistemas de significados” (DAFT, WEICK, 2005, p.83).

Atendendo a uma das sugestões de Carolillo, Cortese e Donato (2008), a definição de relação dual serve como referência para a análise etnometodológica. O entendimento da percepção do colaborador diante das chefias, por exemplo, poderá favorecer nas melhorias de trabalho. Pesquisas que trabalhem com o pedido de descrições mais abertas das ocorrências ou fenômenos, se adequadamente mapeados, servem para orientar práticas futuras.

Como destaca Heritage (1999) o preceito de investigação etnometodológica entende que tanto a análise das ações, quanto do conhecimento gerado nos fenômenos sociais estão intimamente relacionados. Os conhecimentos dos envolvidos nas situações sociais e seus relatos são importantes para que seja viável desenvolver possibilidades de explicação. Refere-se a “como os participantes criam, reúnem, produzem e reproduzem as estruturas sociais para as quais se orientam” (HERITAGE, 1999, p.332). Integra também a “investigação sobre o modo como a inteligibilidade mútua da atividade ordinária é concretizada e mantida” (HERITAGE, 1999, p.333), ou seja, proporciona a identificação de como as atividades ocorrem e seus fluxos.

Através das situações desenvolvidas para pesquisa, o objetivo é identificar as soluções dos atores assim como “empregados no fluxo da vida cotidiana [...], atribuindo sentido aos eventos, nas interações com os outros, como seres humanos participantes” do processo empresarial (CAROLILLO, CORTESE, DONATO, 2008, p.5). Conforme os autores, o foco está na interação, a qual é constituída de uma relação dual entre realidades que são cogeradas. Identifica-se que o completo entendimento da cocriação no ambiente de produção é uma meta inatingível, conforme destacam Vergara e Caldas (2005, p.71) ao lembrar que “a realidade social, grupal, individual transborda de nossa capacidade de dela dar conta”. Apesar desta observação, uma aproximação contextual e temporal da realidade é

viável, e pode auxiliar na constante busca de um entendimento mais geral e amplo das práticas produtivas.

A utilização de situações que demandem decisões hipotéticas dos colaboradores da fábrica pode representar as suas opiniões pessoais, e prover pontos convergentes para o entendimento do comportamento de trabalho. Como relevam Bendapudi e Leone (2003, p.26), a “expertise percebida pode afetar nas respostas psicológicas” dos atores. Como esperado, durante a operacionalização deste tipo de pesquisa, em muitos momentos respondentes são empáticos com as situações hipotéticas, e manifestaram suas crenças ou posicionamentos. O emprego da técnica das Vignettes está associado com a ideia de avaliação profunda, que advém da consulta aos atores (por meio de pareceres – compreensões individuais e sentimentos diante das situações). Mais que alternativas de objetividade articuladas em termos de respostas, a técnica proporciona o estudo da percepção diante de seu entendimento acerca das situações, e mediante uma interpretação autêntica dos fatos, baseada em contextos de caráter formativo e não superficial e/ou passivo (GARCIA, 2009). Conforme defensores do interpretacionismo, o positivismo pode tornar estática uma realidade que é essencialmente dinâmica.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

DeShields Jr., Kara e Kaynak (2005, p.129) mencionam que para mensurar comportamento é adequado utilizar “o acesso por meio de experiências de autopreenchimento”. Corroborando com a ideia das vignettes como instrumento para coleta de dados, Oliveira et al. (2010, p.10) destacam a importância deste tipo de pesquisa “em que se empreende uma desarrumação (breaching) das rotinas”, para que os respondentes expressem opiniões e impulsos. Em situações complexas e difíceis de se intervir, a Etnometodologia proporciona a coleta e a interpretação do material com ação e entendimento dos sujeitos. Consiste em estudos do tipo ‘abrir a caixa preta’ para futuras métricas (KIRSCHBAUM, HOELZ, 2010). A utilidade da etnometodologia neste contexto também ganha relevância pelas palavras de Alves, Pereira e Bazzo (2010, p.15), quando existe a “complexidade dos conceitos abstratos e as dificuldades em relacioná-los à prática”. É uma abordagem para pesquisa em contexto complexo, onde as evidências são levantadas através dos sentidos comuns expressos pelos indivíduos, membros do grupo (exemplo: operários de uma fábrica). Tendo como base para isso, a compreensão das ações sociais dos atores e, ao mesmo tempo, provendo atribuições de sentido às ações dos sujeitos (CAROLILLO, CORTESE, DONATO, 2008).

O principal método para elaboração de pareceres é a reflexão acerca das evidências coletadas. Conforme Daft e Weick (2005), interpretações podem ser construídas através dos fragmentos de informação. Assim como adotado no estudo da cocriação por Pini (2009), a abordagem de coleta de dados proposta também está orientada pelo entendimento essencial do ator central, que neste caso é o colaborador. A prerrogativa que orienta esta decisão recai em “mapear os comportamentos e atitudes através da cocriação”, relevando os papéis (PINI, 2009, p.63). Propõe-se a intervenção de pesquisa em contexto institucional (que neste caso, poderia ser uma empresa), o que preconiza “propor uma ordem nas atividades concretas” (CAROLILLO, CORTESE, DONATO, 2008, p.16). A ideia está na observação, ou busca de entendimento das ações, tendo em vista uma compreensão da racionalidade contextual.

A contribuição deste conjunto de orientações metodológicas reside em reflexividade e entendimento das situações particulares e cotidianas. Isto permite a ousadia de afirmar que “a etnometodologia dá um passo evolucionário adiante” na compreensão e no estudo científico dos fenômenos de ordem/construção social (SACRINI, 2009, p.671). Assim, “o entendimento e a experiência excedem a conceitualidade e suas descrições de como dirigir a atenção ao feitiço do mundo como um tópico primordial para a pesquisa formal” (SACRINI, 2009, p.678).

Quanto ao aspecto aplicado de pesquisa (através da utilização de vignettes), é importante destacar sobre sua formulação. Algumas sentenças devem ser dúbias, incompletas e, até mesmo preconceituosas, o que serve para provocar os sujeitos (respondentes) a manifestarem seus pensamentos e crenças mais íntimas. Saliencia-se que este formato de situações polêmicas é proposital, e faz parte da técnica. Como enfatizam Edvardsson, Tronvoll e Gruber (2011), o estudo dos grupos sociais deve contemplar para além das respostas individuais, e aprofundar ao estudo que seja próximo ao ambiente. Corroborando com a premissa orientadora deste estudo, os autores também destacam a importância de pesquisas que utilizem das técnicas de autopreenchimento, e que fazem uso de narrativas, onde os dados devem ser capturados no local em que os fenômenos ou fatos de interesse ocorrem. Trata-se de investigar diretamente com os atores centrais, através de suas próprias palavras, e diante das suas situações de interação e contexto (lembrando que etnometodologia é o estudo da vida em sua rotina).

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. N.; PEREIRA, B. A. D.; BAZZO, P. S. Confiança, Conhecimento e Aprendizagem nos Relacionamentos Interorganizacionais: Diagnóstico e Análise dos Avanços sobre o tema. In: Anais do VI EnEO. Florianópolis/SC: ANPAD, 2010.
- BENDAPUDI, N.; LEONE, R. P. Psychological Implications of Customer Participation in Co-Production. *Journal of Marketing*, v.67, p.14-28, 2003.
- BURRELL, G.; MORGAN, G. *Sociological Paradigms and Organisational Analysis*. Aldershot, England: Ashgate, 1979.
- CAROLILLO, G.; CORTESE, F.; DONATO, D. L'etnometodologia: Profili Teorici Ed Ambiti Applicativi. Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali, Giuridiche, Merceologiche e Geografiche: Università degli Studi di Foggia. *Quaderno*, n.2, p.1-28, 2008.
- DAFT, R. L.; WEICK, K. E. Por um Modelo de Organização Concebido como Sistema Interpretativo. *Revista de Administração de Empresas, RAE*, v.45, n.4, p.73-86, 2005.
- DeSHIELDS Jr., O. W.; KARA, A.; KAYNAK, E. Determinants of Business Student Satisfaction and Retention in Higher Education: Applying Herzberg's Two-Factor Theory. *International Journal of Education Management*, v.19, n.2, p.128-139, 2005.
- EDVARDSSON, B.; TRONVOLL, B.; GRUBER, T. Expanding Understanding of Service Exchange and Value Co-Creation: A Social Construction Approach. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v.39, n.2, p.327-339, 2011.
- GARCIA, J. Avaliação e Aprendizagem na Educação Superior. *Est. Aval. Educ.*, v.20, n.43, p.201-213, 2009.
- GARFINKEL, H. *Estudios en Etnometodología*. Barcelona: Anthropos, 2006.
- GRANOVETTER, M. Ação Econômica e Estrutura Social: O Problema da Imersão. *RAE-eletrônica*, v.6, n.1, p.1-40, 2007.
- HERITAGE, J. C. Etnometodologia. In: GIDDENS, A.; TURNER, J. (Organizadores). *Teoria Social Hoje*. São Paulo: UNESP, p.321-392, 1999.
- JENKINGS, K. N. Studies in and as Ethnomethodology: Garfinkel and his Ethnomethodological 'Bastards' Part Two. *Sociology*, v.43, n.4, p.775-781, 2009.
- KIRSCHBAUM, C.; HOELZ, J. C. Mecanismos Mediadores entre Controle e Confiança. In: Anais do VI EnEO. Florianópolis/SC: ANPAD, 2010.
- MORGAN, G.; SMIRCICH, L. The Case for Qualitative Research. *Journal of the Academy of Management Review*, v.5, n.4, p.491-500, 1980.
- OLIVEIRA, S. A.; MONTENEGRO, L. M.; MACHADO-DA-SILVA, C. L.; RESE, N. Etnometodologia: Desvelando a Alquimia da Vivência Cotidiana. In: Anais do VI EnEO. Florianópolis/SC: ANPAD, 2010.

PAIXÃO, A. L. A Etnometodologia e o Estudo do Poder: Notas Preliminares. *Anal. & Conj.*, v.1, n.2, p.93-110, 1986.

PINI, F. M. The Role of Customers in Interactive Co-Creation Practices: The Italian Scenario. *Journal of Know Techn Pol*, v.22, p.61-69, 2009.

SACRINI, M. Da Fenomenologia à Etnometodologia: Entrevista com Kenneth Liberman. *Scientia e Studia*, v.7, n.4, p.669-679, 2009.

VERGARA, S. C.; CALDAS, M. P. Paradigma Interpretacionista: A Busca da Superação do Objetivismo Funcionalista nos Anos 1980 e 1990. *RAE Clássicos - Revista de Administração de Empresas*, v.45, n.4, p.66-72, 2005.

WILSON, T. P. Garfinkel's Radical Program. *Research on Language and Social Interaction*, v.36, n.4, p.487-494, 2003.

# Capítulo 36

## ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS DE GESTÃO TRADICIONAL E ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO INTERNACIONAL

[10.37423/200400652](#)

*Joaquim Teixeira*

*joaquimtnetto@gmail.com*

*Walter Passos Filho*

*wpassosfilho@gmail.com*

*João Alberto Neves dos Santos*

*joaoalbertoneves@gmail.com*

*Hamilton Lopes de Miranda Junior*

*hamilton\_miranda@id.uff.br*

**Resumo:** A pesquisa tem por objetivo comparar as metodologias de gestão tradicional e enxuta nas empresas de construção civil. Verificando seus efeitos nos atrasos e aumentos de custo que ocorrem de maneira freqüente nestas empresas. Inicialmente foi realizada uma revisão da literatura, onde foi observado vantagens e desvantagens em cada metodologia. Posteriormente foi realizado um estudo de caso em empresas do Brasil, Índia, México, Ucrânia e Alemanha para verificar a utilização das metodologias de gestão e seus efeitos. Foi observado, que a maior parte das empresas não conhece a gestão enxuta e utiliza a gestão tradicional, mesmo assim de maneira incompleta apenas com o controle do cronograma. Contribuindo para a ocorrência de atrasos e aumentos de custo.

**Palavras-chave:** gestão enxuta, gestão na construção civil, gestão de projetos, LPS, TTP.



## 1. INTRODUÇÃO

Os projetos da indústria da construção sofrem atrasos frequentes e aumentos de custos (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016b). Obras de construção civil apresentam um enorme desperdício e uma baixa eficiência quando comparada com outras indústrias. Prejuízos gerados em obras de infraestrutura no mundo geram prejuízos de 1 trilhão de dólares em todo o mundo (DOBBS; POHL; LIN, 2013). Os atrasos e aumentos frequentes de custo na construção civil foram os grandes impulsionadores para que as empresas passassem a direcionar um maior esforço no planejamento e no monitoramento dos projetos de construção (ARROTÉIA; AMARAL; MELHADO, 2014). Entretanto, problemas relacionados à falta de planejamento, falta de metodologia de gestão, obras atrasadas, projetos concluídos com valores muito acima do orçamento são frequentes na construção civil (NAZÁRIO; AZEVEDO, 2016). As empresas de construção civil, em geral, utilizam as metodologias de gestão da construção de maneira incompleta (NETTO et al., 2015b).

A proposta da pesquisa foi avaliar a gestão da construção civil, comparando a metodologia de gestão tradicional e gestão enxuta, identificando fatores que possam influenciar mudanças de prazos e custos do projeto. Inicialmente foi realizada uma revisão da literatura sobre as metodologias de gestão suas vantagens e desvantagens. Em seguida, foi realizada uma pesquisa empírica em empresas no Brasil e no exterior em diferentes tipos de construção totalizando 6 empresas. Foi observado, que a maior parte das empresas utiliza a gestão tradicional, mesmo assim de maneira incompleta, afetando negativamente o desempenho dos projetos de construção.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 GESTÃO DO PMBOK

As empresas de construção civil em sua maioria utilizam o monitoramento do projeto através dos processos do PMI, sendo denominado, por este motivo como gestão tradicional (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016). Os processos do PMI são resumidos através do guia de boas práticas (PMBOK, 2017), que incluem diversas áreas de conhecimento incluindo prazo, custo, risco, dentre outros.

O processo utilizado para o controle de prazo utilizado pelo PMBOK é o cronograma através do CPM (Critical Path Method) ou método do caminho crítico. Para o controle de custos e o monitoramento do desempenho destaca-se o Earned Value Management (EVM) que é utilizado a mais de 40 anos (DE MARCO; NARBAEV, 2013). Pesquisas recentes sobre os problemas na gestão na construção civil

utilizando o EVM abordam deficiências na integração do cronograma com o custo, trazendo dificuldades no uso da metodologia (NETTO et al., 2015).

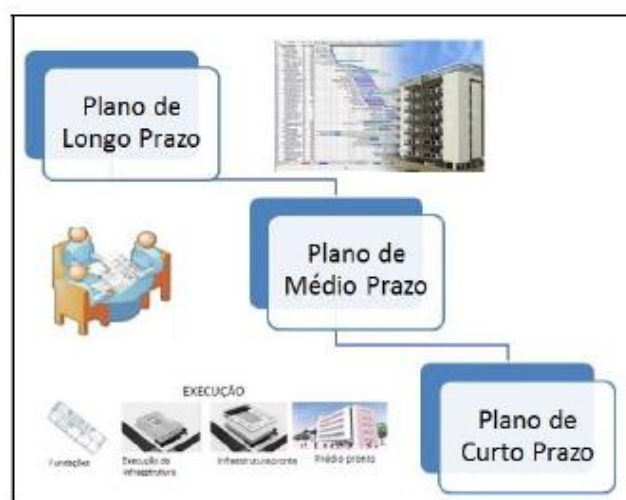
A gestão de risco busca minimizar os efeitos de eventos não previstos, através da sua identificação e tratamento antecipado dos seus possíveis efeitos. Necessitando de equipe experiente para a identificação dos fatores de risco (RENUKA; UMARANI; KAMAL, 2014). Apesar da sua grande utilização, alguns autores consideram o planejamento do PMBOK deficiente quando comparado à metodologia Lean ou Gestão Enxuta (ZHANG, 2017).

Segundo Koskela et al.(2014), a utilização de cronograma baseado no CPM apresenta dificuldades no seu acompanhamento no canteiro de obras e problemas nas informações de longo prazo sugerindo a utilização dos processos de gestão enxuta para a construção civil.

## 2.2. GESTÃO LEAN

O Lean Manufacturing foi originalmente criado pela Toyota<sup>®</sup>, durante o período de reconstrução do Japão após a Segunda Guerra Mundial. Os conceitos de manufatura enxuta foram utilizados para a área de gestão, e atualmente é conhecido como gestão enxuta (Lean Management) sendo focada na redução dos desperdícios(ZHANG, 2017). O Last Planner System- LPS (Sistema do último Planejador) utiliza o conceito de gestão enxuta de produção através da organização das tarefas para a indústria da construção civil (KIM; BALLARD, 2010). O último planejador é o responsável por organizar as tarefas de curto prazo a partir do fluxo de trabalho. O planejamento no LPS é desdobrado em três planos principais (MELO; DESCHAMPS; DA COSTA, 2017). A Figura 1 exibe os planos principais.

Figura 1: Planejamento LPS



Fonte: Adaptado de Melo, Deschamps, Da costa (2017)

Os três planos do LPS contemplam aos todos cinco processos integrados: planejamento mestre, planejamento faseado, planejamento de médio prazo, planejamento de curto prazo e a análise de percentual de pacotes concluídos. A conclusão semanal das atividades auxilia na atualização do cronograma mestre, bem como no planejamento adiante, possibilitando o cálculo do indicador de percentual de pacotes concluídos (PPC) que é calculado pela divisão do total de pacotes concluídos divididos pelo total de pacotes previstos no período (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016).

O Planejamento Takt Time Planning (TTP) é baseado no processo Lean para a construção, tendo uma origem na expressão alemã “takt” que significa cadência como “ tic- tact” de um relógio. Apesar de a expressão ser antiga para a utilização da manufatura na Alemanha, este conceito na construção civil é relativamente recente, pois a mesma não apresenta um ciclo constante de produção. Entretanto, este conceito tem sido aperfeiçoado por diferentes autores, que buscam melhorar o fluxo de produção identificando sua localização e aperfeiçoando o planejamento de curto prazo do LPS. Necessitando, entretanto, a colaboração de diferentes especialistas da obra (FRANDSON; BERGHEDE; TOMMELEIN, 2013).

Na revisão da literatura realizada pode-se verificar que cada metodologia de gestão apresenta vantagens e desvantagens que se encontram resumidas no Quadro 1.

Quadro 1: Características das metodologias na gestão da construção

Método de Gestão	Método	Vantagens	Ref.	Desvantagens	Ref.
Gestão de Cronograma (CPM)	PMBOK	Controla o prazo do projeto a partir de cada atividade e o relacionamento o entre as mesmas.	PMBOK (2017)	Dificuldade no seu acompanhamento no canteiro de obras e nas informações de longo prazo.	Koskela (2014), Zhang (2017)

Gestão por Valor Agregado (EVM)	PMBOK	Através da execução do cronograma físico-financeiro, permite o acompanhamento do prazo e do custo e os desvios através do uso de indicadores e o acompanhamento pela visualização gráfica da curva "S".	Netto et al. (2015a)	É complexo uma vez que envolve a integração dos processos de custo, escopo e o prazo da obra. Necessitando de experiência em projetos e treinamento da equipe.	Netto et al. (2015b)
Gestão de Riscos	PMBOK	Permite gerenciar os riscos e diminuir as incertezas do projeto.	Renuka et al. (2014)	A identificação dos riscos depende de equipe experiente.	Renuka et al. (2014).
<i>Last Planner System (LPS)</i>	LEAN	Divide os planos em: longo prazo, médio prazo e curto prazo. Bem como o PPC, para os indicadores.	Melo; Deschamps; Da Costa, (2017)	Não detalha como obter o detalhamento de curto prazo.	Fransson, Berghede e Tommelein (2013)
TTP	LEAN	Busca a melhoria dos processos de produção no canteiro de obras. Identificando o local das atividades de produção	Fransson, Berghede, Tommelein (2013).	Deve haver colaboração entre os diferentes especialistas.	Fransson, Berghede, Tommelein (2013).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A Pesquisa foi do tipo exploratória, com um estudo de caso múltiplo em empresas no Brasil, e no exterior com diferentes tipos de construção. O estudo de caso iniciou-se em 2017, no Brasil e posteriormente foi desenvolvida na Alemanha. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, observações diretas e análise documental em construtoras de pequeno, médio e grande porte em projeto de construção predial, shopping, condomínio, museu, hotel, laboratório. A amostra selecionada foi por conveniência devido à disponibilidade de tempo, fácil acesso e desejo de participar da pesquisa (FARROKHI e HAMIDABAD, 2012), além disto, buscou-se uma diversificação da amostra conforme sugerido por (GIL, 2002) com projetos de construção de diferentes tamanhos nas áreas públicas e privadas no Brasil e no exterior.

No Quadro 2, encontra-se resumido o perfil das empresas que foram utilizadas na pesquisa.

Quadro 2: Síntese descritiva da amostra Fase 2

Item	Empresa	Tipo de Construção	Tamanho do empreendimento	Tamanho da Empresa	Tipo de Cliente	País	Fontes de Evidência
1	D	Prédio	Médio	Média	Privado	Brasil	(1)(2)(3)
2	E	Laboratório, Hospital	Grande	Grande	Autarquia	Brasil	(1)(2)(3)
3	F	Hotel	Grande	Pequena	Privado	Índia	(1)
4	G	Shopping	Grande	Pequena	Privado	México	(1)
5	H	Condomínio Residencial	Médio	Pequena	Privado	Ucrânia	(1)
6	I	Museu	Grande	Grande	Privado	Alemanha	(1) (4)

Pode-se verificar no Quadro 2 que a amostra é bem diversificada apresentando empreendimentos de diversos tipos no Brasil, Índia, Ucrânia, México e Alemanha em quinze projetos de construção. As fontes de evidência foram classificadas em (1) entrevista semiestruturada, (2) observação direta, análise documental na empresa (3) e análise documental no web site da empresa (4).

Nesta Fase da pesquisa, buscou-se verificar as seguintes hipóteses da pesquisa que se encontram no Quadro 3. Quadro 3: Hipóteses da Pesquisa

Hipótese	Item	Variável Derivada	Referências
H1- As metodologias de gestão na construção civil possuem pontos positivos, pontos negativos e lacunas.	H1.1	A gestão do cronograma pelo método CPM controla o prazo. Entretanto, apresenta dificuldade de acompanhamento no canteiro de obra e deficiência no planejamento de longo prazo	Koskela (2014), Zhang (2017)
	H1.2	Permite o acompanhamento do prazo e do custo e os desvios através do uso de indicadores. Entretanto, é complexa e necessita integração de processos de custo e prazo e maturidade em gestão de projetos	Netto et al. (2015a)
	H1.3	A utilização da gestão de riscos permite o controle das incertezas. Entretanto, a identificação dos riscos não é simples e depende da opinião de especialistas e o histórico de obras anteriores.	De Filippi e Melhado (2015)

	H 1.4	A metodologia LEAN, busca reduzir o desperdício na construção. Para o controle de cronograma o LPS é adequado e o TTP traz benefícios na gestão de curto.	Theis, Tommelein e Emdanat (2017)
H2 - A gestão na construção civil é deficiente	H2.1	As empresas de construção civil apresentam deficiências no planejamento	Nazário e Azevedo, (2016) ,
	H2.2	A utilização das metodologias de gestão é feitas de maneira incompleta.	Netto et al. (2015b)

As hipóteses da pesquisa qualitativa se encontram descritas no Quadro 3. Os aspectos que foram estudados através da construção de hipóteses e se referem à metodologia teórica (H1).

A primeira hipótese H1, busca verificar se existem lacunas nas metodologias de gestão da construção conforme preconizado por alguns autores. Esta hipótese foi dividida em cada metodologia de gestão, ou seja: H1.1 Gestão de Cronograma pelo método CPM, H1.2 - Gestão pela metodologia do EVM, H1.3 Gestão de risco, H 1.4- Gestão LEAN.

## 4. ESTUDO DE CASO

Brasil O estudo de caso iniciou no Brasil no estado do Rio de Janeiro, com uma entrevista com uma empresa construtora privada (empresa “D”) que atua em construção de prédios residenciais na cidade de Niterói. Foi entrevistado o Diretor Técnico que informou a utilização do cronograma nas obras, entretanto, têm ocorrido dificuldades na sua atualização devido ao acompanhamento das tarefas no canteiro de obras. Em relação às ferramentas de gestão de Risco, EVM e Lean informou que não utiliza nos projetos, devido à falta de conhecimento destas ferramentas.

Em Março de 2017, foi entrevistado o gerente de planejamento de uma Organização Governamental (empresa “E”), com obras em, Laboratórios e Hospitais em diferentes estados. Foi identificado que a empresa utiliza para a gestão dos projetos o cronograma físico e financeiro e a curva “S” (EVM) sem utilização dos indicadores, não utilizando a gestão de risco e Lean nos projetos. Foi observada baixa maturidade em gestão de projetos e dificuldades em atualização do EVM, devido à dificuldade na atualização do cronograma no canteiro de obras.

A segunda etapa da pesquisa de campo ocorreu na Alemanha em Outubro de 2017, onde foram entrevistados gerentes de projeto dos seguintes países: Índia, México, Ucrânia e Alemanha.

## ÍNDIA

O gerente de informou que os atrasos são frequentes, citando a obra de construção de um Hotel em Indore. Em relação às ferramentas de gestão utilizadas foi informado à utilização do controle de custo no MsExcell® e o cronograma é feito no MsProject®. E relação ao controle de risco, informou que o mesmo em geral não é feito. Em relação à utilização do Lean informou que desconhece.

## MÉXICO

às ferramentas de gestão utilizadas, informou que utiliza o cronograma físico e financeiro para o controle de prazo e custo e o EVM, para o seu acompanhamento. Sob o aspecto da gestão do tempo do projeto, foi relatado que os atrasos na construção no México ocorrem com frequência. O controle de risco não é feito, mas citou como exemplo a obra do Shopping onde a instabilidade política provocou aumento de material e mão de obra. Foi informado ainda que a abordagem LEAN não é utilizada nos projetos.

## UCRÂNIA

O gerente da empresa “H” informou que controla as obras apenas com um cronograma. Informou que tem feito obras em condomínios residenciais na cidade de Smila na Ucrânia. O controle de risco não é feito, mas considera o maior risco a instabilidade política e econômica. O controle de risco, o EVM e a abordagem LEAN não é utilizada nos projetos.

## ALEMANHA

O entrevistado é gerente de projetos de uma empresa de construção (empresa “I”), com 2.400 funcionários e sede na cidade de Stuttgart, capital do estado de Baden-Württemberg na Alemanha. Em relação às principais obras realizadas, foi citada: o Museu da Mercedes em Stuttgart (Alemanha). O controle de risco é iniciado juntamente com a concepção da obra, onde são identificados os fatores de risco, posteriormente é feito o acompanhamento mensal juntamente com o cliente e demais empresas que participam da obra. Em relação à utilização da ferramenta de EVM, informou que é feito e atualizado mensalmente através de relatórios de gestão de obras. Em relação à utilização da gestão LEAN, informou que esta abordagem tem sido muito utilizada na empresa para a otimização dos



processos de construção tendo tido resultados positivos no canteiro de obras. A utilização do controle do cronograma utilizando o LPS e o TTP está sendo introduzidos na empresa com grande aceitação e ótimos resultados.

O resumo do estudo de caso em relação ao uso das metodologias de gestão se encontra resumida no Quadro 4.

Quadro 4: Resumo do uso das Metodologias de Gestão

Projeto	Empresa	País	Cronograma	Custo	EVM	Risco	Lean
1	D	Brasil	✓	✓	X	X	X
2	E	Brasil	✓	✓	✓	X	X
3	F	Índia	✓	✓	X	X	X
4	G	México	✓	✓	✓	X	X
5	H	Ucrânia	✓	✓	X	X	X
6	I	Alemanha	✓	✓	✓	✓	✓

No Quadro 4, encontra-se resumida a utilização das metodologias de gestão utilizadas pelos projetos de cada empresa, estando assinalado com “X” os casos que a metodologia não é utilizada e com “✓” os casos em metodologia é utilizada. Pode se observar que em todas as empresas entrevistadas a gestão do cronograma e custo são realizadas. A gestão por EVM é realizada em apenas 3 empresas, já a gestão de risco e LEAN em apenas 1 empresa.

Apenas a empresa Alemã utilizou todas as metodologias de gestão estudadas.

## 5. RESULTADOS

Em relação às hipóteses da pesquisa foram identificados os seguintes aspectos. Em relação a hipóteses, H 1.1 foi verificado que as empresas D e E apresentaram dificuldades no acompanhamento do cronograma devido ao controle da execução das atividades no canteiro de obras. Em relação à hipótese H 1.2, foi verificado que nas empresas “E” ocorreu dificuldade na utilização do EVM devido à necessidade de integração do cronograma e devido à baixa maturidade em gestão de projetos. A hipótese H 1.3 foi verificada que apenas a empresa I utiliza a gestão de risco. Sob o aspecto da gestão LEAN contida na hipótese H 1.4. A hipótese H 2.1 foi confirmada, uma vez que as empresas D, E, F, G, H apresentam deficiências no planejamento. Foi verificado também que as empresas D, E, F, G, H utilizam as metodologias de gestão de maneira incompleta. Pode-se observar que apenas a empresa “I” utiliza a metodologia de gestão do PMBOK de maneira completa e ainda a gestão LEAN obtendo



benefícios com a sua utilização, no aspecto de diminuição de custos e prazos. Os resultados encontrados se encontram resumidos no Quadro 5.

Quadro 5: Resultados das Hipóteses da Pesquisa

Hipótese	Item	Variável Derivada	Resultados
H1- As metodologias de gestão na construção civil possuem pontos positivos, pontos negativos e lacunas.	H1.1	A gestão do cronograma pelo método CPM apresenta dificuldade de acompanhamento no canteiro de obra e deficiência no planejamento de longo prazo.	Nas empresas D e E houve dificuldades no acompanhamento do cronograma devido ao controle da execução das atividades no canteiro de obras.
	H1.2	A gestão pela metodologia do EVM é complexa e necessita integração de processos de custo e prazo e maturidade em gestão de projetos	As empresas D,F e H não utilizam o EVM. Na empresa E ocorreram dificuldades na utilização do EVM devido à necessidade de integração do cronograma e o custo e baixa maturidade de gestão de projetos.
	H1.3	As empresas em geral não utilizam a gestão de risco e não identificam os fatores de risco desde o início do projeto.	Apenas a empresa "I" utiliza a gestão de risco.
	H 1.4	A metodologia LEAN, busca reduzir o desperdício na construção. Trazendo benefícios na gestão de curto prazo no canteiro de obras.	Apenas a empresa I utiliza o LEAN. Obtendo benefícios com a sua utilização.
H2 - A gestão na construção civil é deficiente	H2.1	As empresas de construção civil apresentam deficiências no planejamento.	As empresas D, E, F, G, H apresentam deficiências no planejamento.
	H2.2	A utilização das metodologias de gestão é feita de maneira incompleta.	As empresas D, E, F, G, H utilizam a metodologia de gestão de maneira incompleta.

## 6. CONCLUSÃO

O presente artigo buscou comparar as metodologias de gestão tradicional (PMBOK) e a gestão enxuta (LEAN) na construção civil. Inicialmente foi realizada uma revisão da literatura, posteriormente um estudo de caso envolvendo empresas no Brasil, Índia, Ucrânia, México e Alemanha. Apesar das vantagens identificadas nas diferentes metodologias, foi observado que a maior parte das empresas utiliza apenas a gestão tradicional de maneira incompleta através do controle de cronograma e desconhecem em sua maioria o LEAN.

Em relação à gestão tradicional, pode-se observar que a utilização do cronograma utilizando o método do caminho crítico (CPM) apresentou deficiências do planejamento no canteiro de obras. A utilização do EVM (metodologia do valor agregado) é pouco utilizada pelas empresas, mas foi considerada importante para uma visão gerencial do empreendimento.

A gestão de risco também é pouco utilizada, entretanto sua utilização pelas empresas permitiria evitar, que o custo ou o prazo possam ser excedidos em relação ao planejamento.

Apesar de pouco utilizada, a gestão LEAN se mostrou adequada como filosofia para minimizar o desperdício durante a construção, podendo ser utilizada em conjunto com as demais metodologias de gestão. Para o controle de prazo, a utilização da metodologia do LPS juntamente com o TTP no curto prazo se mostrou adequada.

Por fim, pode-se afirmar que a gestão pelo tradicional e LEAN para a construção civil devem ser utilizadas em conjunto, uma vez que cada uma apresenta vantagens e desvantagens em algum aspecto. Entretanto, as empresas utilizam em sua maior parte apenas a gestão tradicional, e na maior parte das vezes apenas o controle de prazo pelo cronograma. Afetando o acompanhamento e controle das obras e ocasionando na maior parte das vezes aumentos de prazo e custo tão comuns na indústria da construção.

## 7. AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Phd Bertran Lomuller da Steinbeis Global Institute. Pela oportunidade de desenvolver a pesquisa na cidade de Tubingen na Alemanha.

## 8. REFERÊNCIAS

ANDÚJAR-MONTOYA, M. D. et al. A construction management framework for mass customisation in traditional construction. *Sustainability*, v. 7, n. 5, p. 5182-5210, 2015.

ARROTÉIA, A. V.; AMARAL, T. G. DO; MELHADO, S. B. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras. *Ambiente Construído*, v. 14, n. 4, p. 183-200, 2014.

DE FILIPPI, G. A.; MELHADO, S. B. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. *Ambiente Construído*, v. 15, n. 3, p. 161-173, 2015.

DE MARCO, A.; NARBAEV, T. Earned Value-Based performance monitoring of facility construction projects. *Journal of Facilities Management*, v. 11, n. 1, p. 69-80, 15 fev. 2013.

- DOBBS, R.; POHL, H.; LIN, D. Y. Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year. McKinsey Global Institute. [s.l.] Print, 2013.
- FARROKHI, F.; MAHMOUDI-HAMIDABAD, A. Rethinking convenience sampling: Defining quality criteria. *Theory and practice in language studies*, v. 2, n. 4, p. 784, 2012.
- FLEMING, Q. W.; KOPPELMAN, J. M. Earned value project management. Project Management Institute, 2016
- FRANDSON, A.; BERGHEDE, K.; TOMMELEIN, I. D. Takt time planning for construction of exterior cladding. *Proc.21 st Ann.Conf.of the int'l group for lean Construction*. Anais...2013.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16 17, 2002.
- HORSTMAN, A.; WITTEVEEN, W. Performance indicators in the best value approach. *Journal for the Advancement of Performance Information & Value*, v. 5, n. 2, 2013.
- KIM, Y.-W.; BALLARD, G. Management thinking in the earned value method system and the last planner system. *Journal of Management in Engineering*, v. 26, n. 4, p. 223 228, 2010.
- KOSKELA, L. et al. If CPM is so bad, why have we been using it so long? 2014.
- LANTELME, E. M. V. Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. 1994.
- MELO, M.; DESCHAMPS, F.; DA COSTA, S. E. G. Application of Lean Construction A Systematic Literature Review. *Journal of Lean Systems*, v. 2, n. 3, 2017.
- NETTO, J. et al. Proposta de indicadores de valor agregado e ppc (percentual de pacotes concluídos) em obras: estudo de caso. p. 20, 2015a.
- NETTO, J.; QUELHAS, O. L. G.; FRANÇA, S.; MEIRINO, M. J. Estudo comparativo entre as práticas Empresariais e a teoria de gerenciamento por Valor Agregado: o caso da construção civil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 145-160, jul./set. 2015
- OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. *Ambiente Construído*, v. 16, n. 1, p. 265 283, 2016a.
- PMBOK, G. Guia de Gerenciamento de Projetos. Project Management Institute. Anais...: Quinta Edição.PMI, 2017
- RENUKA, S. M.; UMARANI, C.; KAMAL, S. A review on critical risk factors in the life cycle of construction projects. *Journal of Civil Engineering Research*, v. 4, n. 2A, p. 31 36, 2014.
- NETTO, J. et al. Performance Monitoring Using EVM Indicator: A Study Case of Construction Projects in the Public Sector in Brazil. *Sistemas & Gestão*, v. 10, n. 1, p. 194 202, 2015.
- ZHANG, Y. A Framework to Improve Modular Construction Manufacturing Production Line Performance.[s.l.] University of Alberta, 2017.