

# Meio Ambiente e Saneamento Básico:

impactos e desafios no Brasil



Frederico Celestino Barbosa

Meio ambiente e saneamento básico: impactos e desafios no Brasil

1ª ed.

Piracanjuba  
Editora Conhecimento Livre  
2020

1ª ed.

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

Barbosa, Frederico Celestino

B238a Meio ambiente e saneamento básico: impactos e desafios no Brasil.  
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO: Editora  
Conhecimento Livre, 2020.

1151 f.: il.

DOI: 10.37423/2020.b4

**ISBN:** 978-65-86072-04-4

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Saneamento. 2. Infraestrutura. 3. Meio Ambiente L. 4.  
Desenvolvimento Sustentável 5. Sustentabilidade. I. Barbosa,  
Frederico Celestino. I. Título.

CDU: 624

<https://doi.org/10.37423/2020.b4>

**O conteúdo dos artigos é de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.**

# Sumário

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>7</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200011">https://doi.org/10.37423/191200011</a>	
UTILIZAÇÃO DO POLIETILENO VERDE NA INDÚSTRIA PLÁSTICA .....	7
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>21</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200023">https://doi.org/10.37423/191200023</a>	
QUALIDADE DA ÁGUA EM TRECHO DO EIXO LESTE DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL ..	21
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>37</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200027">https://doi.org/10.37423/191200027</a>	
PROJETO ATLAS: INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA QUE TRANSFORMA DADOS EM CONHECIMENTO .....	37
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>45</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200028">https://doi.org/10.37423/191200028</a>	
VI-039 - PROGRAMA REGIONAL DE RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS .....	45
.....	.....
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>75</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200031">https://doi.org/10.37423/191200031</a>	
UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NO LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA ORÇAMENTAÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	75
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>89</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200032">https://doi.org/10.37423/191200032</a>	
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA OFERECIDA AO SOLO PELO VETIVER NO CONTROLE DE EROÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES DE ATERRO SANITÁRIO .....	89
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>102</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200034">https://doi.org/10.37423/191200034</a>	
PRODUÇÃO DE TIJOLOS DE CONCRETO INTERTRAVADO POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	102



<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>113</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200035">https://doi.org/10.37423/191200035</a>	
UTILIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE CINZA PESADA E FERRO COMO MEIO SUPORTE DE BIOFILME EM FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR EM PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES .....	113
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>130</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200037">https://doi.org/10.37423/191200037</a>	
PROPOSTA DE GERAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O AGRONEGÓCIO DO AÇAÍ NO AMAZONAS.....	130
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>145</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200038">https://doi.org/10.37423/191200038</a>	
XI-055 – SIMULAÇÃO HÍDRICA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE .....	145
ÁGUA DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO .....	145
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>164</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200040">https://doi.org/10.37423/191200040</a>	
ANÁLISE SOBRE O DESCARTE PELA POPULAÇÃO DE MEDICAMENTOS VENCIDOS NO MUNICÍPIO DE ITAPEMIRIM-ES COM CAMPANHA DE DESCARTE CORRETO .....	164
<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>178</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200043">https://doi.org/10.37423/191200043</a>	
GESTÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE DRENAGEM URBANA.....	178
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>192</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200046">https://doi.org/10.37423/191200046</a>	
III-054 – DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS - ESTUDO DE CASO.....	192
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>209</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200047">https://doi.org/10.37423/191200047</a>	
PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SOBRAL: O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE.....	209
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>217</b>
<a href="https://doi.org/10.37423/191200048">https://doi.org/10.37423/191200048</a>	
REFLEXÃO SOCIOAMBIENTAL SOBRE O IGARAPÉ DO MESTRE CHICO COM BASE NOS ESTUDOS DE PERCEPÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	217
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>230</b>

<https://doi.org/10.37423/191200051>

ANÁLISE ECONÔMICA DE PREJUÍZOS POR INUNDAÇÕES A PARTIR DE MODELAGEM HIDRÁULICO-HIDROLÓGICA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO DOS PERUS – SÃO PAULO/SP..... 230

**CAPÍTULO 17..... 249**

<https://doi.org/10.37423/191200055>

II-316 - PROPOSTA DE DIMENSIONAMENTO DE PÁTIOS DE HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO, POR ESTABILIZAÇÃO ALCALINA PROLONGADA, COM BASE EM PARÂMETROS OPERACIONAIS ..... 249

**CAPÍTULO 18..... 262**

<https://doi.org/10.37423/191200058>

SAÚDE NO TRABALHO: MULHERES PESCADORAS DE CAMARÃO ..... 262

**CAPÍTULO 19..... 275**

<https://doi.org/10.37423/200100065>

IMPORTÂNCIA DA MOBILIZAÇÃO SOCIAL NA REALIZAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE MÂNCIO LIMA-AC ..... 275

**CAPÍTULO 20..... 285**

<https://doi.org/10.37423/200100066>

AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL EM 11 MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS ..... 285

**CAPÍTULO 21..... 294**

<https://doi.org/10.37423/200100072>

REAPROVEITAMENTO DE CORPOS DE PROVA NA ..... 294

CONSTRUÇÃO CIVIL ..... 294

**CAPÍTULO 22..... 303**

<https://doi.org/10.37423/200100076>

TRATAMENTO CONJUGADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO..... 303

**CAPÍTULO 23..... 318**

<https://doi.org/10.37423/200100079>

ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DE DISCENTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA).....317

**CAPÍTULO 24..... 338**

[https://doi.org/ 10.37423/200100089](https://doi.org/10.37423/200100089)

ESTADO DA ARTE SOBRE SUBSTRATO E PLANTAS UTILIZADOS EM TELHADOS VERDES ..... 338

**CAPÍTULO 25..... 365**

<https://doi.org/10.37423/200100091>

AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA BENTONITA ATRAVÉS DE ISOTERMA DE ADSORÇÃO ..... 365

**CAPÍTULO 26..... 373**

[https://doi.org/ 10.37423/200100092](https://doi.org/10.37423/200100092)

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM NO ESTADO DE SERGIPE ..... 373

**CAPÍTULO 27..... 391**

<https://doi.org/10.37423/200100094>

REFLEXÕES SOBRE A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM MANAUS - A CACHOEIRA DAS ALMAS NO TARUMÃ..... 391

**CAPÍTULO 28..... 400**

[https://doi.org/ 10.37423/200100105](https://doi.org/10.37423/200100105)

CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES CLIMÁTICOS E OS FOCOS DE QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE CAROLINA – MA NO PERÍODO DE 2018..... 400

**CAPÍTULO 29..... 410**

[https://doi.org/ 10.37423/200100109](https://doi.org/10.37423/200100109)

TRANSPORTE DE COLIFORMES EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA..... 410

**CAPÍTULO 30..... 420**

[https://doi.org/ 10.37423/200100114](https://doi.org/10.37423/200100114)

VI-247- ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENCALHADOS NA COSTA LESTE DA ILHA DA RESTINGA – CABEDELO/PB E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE TERRESTRE E AQ..... 420

**CAPÍTULO 31..... 440**

[https://doi.org/ 10.37423/200100115](https://doi.org/10.37423/200100115)

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MORINGA OLEÍFERA E SEUS EFEITOS NAS PROPRIEDADES COAGULANTES ..... 440

**CAPÍTULO 32..... 451**

<https://doi.org/10.37423/200100119>

IV- 192 – AVALIAÇÃO ATRAVÉS DE UM TESTE PILOTO DAS VARIÁVEIS DA.....	451
SUBSOLAGEM EM PASTAGENS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO DOCE.....	451

**CAPÍTULO 33..... 463**

<https://doi.org/10.37423/200100127>

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL: A EVOLUÇÃO EM MINAS GERAIS E NO RIO GRANDE DO SUL.....	463
--	-----

**CAPÍTULO 34..... 473**

<https://doi.org/10.37423/200100128>

RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO E PRODUÇÃO DE CASTANHA-DAAMAZÔNIA.....	473
EM COMUNIDADE AGROEXTRATIVISTA.....	473

**CAPÍTULO 35..... 488**

<https://doi.org/10.37423/200100132>

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA EMISSÃO ATMOSFERICA DE VEÍCULOS MOVIDOS A DIESEL DA EMPRESA DPL CONSTRUÇÕES LTDA, MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MA.....	488
---	-----

**CAPÍTULO 36..... 495**

<https://doi.org/10.37423/200100135>

ANÁLISE DO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA, BELÉM-PA.....	495
--	-----

**CAPÍTULO 37..... 506**

<https://doi.org/10.37423/200100136>

AGROFLORESTAS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR NO NORDESTE PARAENSE.....	506
--	-----

**CAPÍTULO 38..... 516**

<https://doi.org/10.37423/200100139>

SABERES INDÍGENAS SOBRE PLANTAS MEDICINAIS NA ALDEIA JUÇARAL, AMARANTE-MA.....	516
--	-----

**CAPÍTULO 39..... 525**

<https://doi.org/10.37423/200200144>

VI-178 – DESENVOLVIMENTO DE MANIPULAÇÃO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS DELIMITADORES DE ÁREA DE MUNICÍPIOS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES AMBIENTAL.....	525
--	-----

**CAPÍTULO 40..... 536**

<https://doi.org/10.37423/200200168>

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS PARÂMETROS OXIGÊNIO DISSOLVIDO E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM UM CANAL DE DRENAGEM URBANO.....535

**CAPÍTULO 41..... 536**

<https://doi.org/10.37423/191200060>

DESAFIOS DA REGULAÇÃO: ANÁLISE DOS CONSÓRCIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM OPERAÇÃO EM MINAS GERAIS..... 525

# Capítulo 1

## UTILIZAÇÃO DO POLIETILENO VERDE NA INDÚSTRIA PLÁSTICA

*Sandro Breval Santiago*

*sbreval@gmail.com*

*Manoel Carlos de Oliveira Júnior*

*manjr26@hotmail.com*

*Rafael Freitas dos Santos*

*sbreval@gmail.com*

**RESUMO:** As ameaças do aquecimento global impõem o desafio de reduzir a poluição por lixo e emissão dos gases de efeito estufa a toda sociedade. E ligado ao tema, destaca-se o uso do petróleo na produção de plásticos, o que contribui para a imagem negativa do mesmo, pois o petróleo é de origem fóssil e não renovável. Em resposta a isso, a indústria do setor plástico foi provedora de soluções e inovação ao desenvolver o bioplástico, produzido a partir de matérias-primas renováveis. É a partir do etanol da cana-de-açúcar que se desenvolveu o polietileno “verde”. E alguns fatores estão relacionados ao crescente interesse ao uso de polietileno verde: os grandes impactos ambientais causados pelos processos de extração e refino do petróleo e para produção e utilização dos polímeros provenientes do mesmo, a escassez do petróleo e o aumento do seu preço e o forte apelo ambiental apoiado pela sustentabilidade, temas que estão sendo amplamente difundido atualmente. Este artigo tem o objetivo de descrever o processo de utilização do polietileno verde na indústria plástica, suas aplicações e vantagens ao meio ambiente. A metodologia utilizada foi baseada na pesquisa



bibliográfica e documental em sítios eletrônicos, artigos e livros na área de estudo, levando à discussões sobre o papel brasileiro na produção do polietileno. Como resultado apresentam-se as vantagens e desvantagens desse produto, com destaque para benefícios que conferem competitividade aos fabricantes e usuários de produtos oriundos do plástico, bem como algumas implicações para o meio ambiente, por incentivarem uma cadeia de produção agrícola que não afeta a produção de alimentos e que é baseada na sustentabilidade.

**Palavras Chave:** bioplástico, polietileno verde e sustentabilidade .

## INTRODUÇÃO

O plástico comum é um aliado indispensável na conquista de uma sociedade mais sustentável. Entretanto, com frequência, o reconhecimento de seus benefícios é prejudicado por dois aspectos, devido ao seu descarte incorreto e baixa reciclagem, bem como, pela sua origem no petróleo, ainda que se utilize apenas de quatro por cento de toda produção mundial de petróleo para sua fabricação.

Quadro 1 – Uso de petróleo no mundo

DESTINAÇÃO	%
Climatização	35
Transporte	29
Energia	22
Outros	7
Plásticos	4
Pod. Químicos	3

Fonte: Plastvida (2012).

Plásticos são compostos de muitos carbonos, elemento essencial por sua capacidade de fazer diferentes combinações químicas, inclusive consigo mesmo. Seus átomos são estruturados em moléculas menores, os monômeros que, por sua vez, combinam entre si e com outros – neste caso, os copolímeros – por meio de reações químicas. Esse processo, chamado de polimerização, dá origem a macromoléculas ou polímeros, que também se interligam. Os polímeros formam longas cadeias, e suas propriedades variam em relação ao tamanho, à composição, à estrutura química e às interações moleculares existentes. É por isso que os plásticos são tão diferentes entre si.

No mundo, a indústria de plástico vem crescendo continuamente nos últimos 50 anos. A produção mundial passou de 1,5 milhão de toneladas em 1950, quando se iniciou o desenvolvimento comercial da indústria, para 288 milhões de toneladas em 2012, representando um crescimento aproximado de 9% ao ano. Em 2010, o maior produtor de plásticos passou a ser a China, com produção de 69 milhões de toneladas em 2012, maior do que toda a Europa, o segundo maior produtor.

No Brasil, a produção nacional de plásticos aumentou cerca de 33% entre 2000 e 2009, acompanhada de um aumento no consumo bastante similar (35%). Apesar disso, os 6 milhões de toneladas fabricadas em 2012 representam menos de 2% do total produzido no mundo. Assim como na Europa

e nos Estados Unidos, os plásticos mais consumidos no Brasil são os polietilenos, seguidos de polipropileno e do PVC.

Como o plástico é um material indispensável na vida moderna, tornar sua distribuição mais sustentável pode ter um impacto positivo muito importante para o meio ambiente. O consumo anual de plástico no mundo inteiro cresceu 20 vezes desde os anos 50, totalizando 150 milhões de toneladas. Estima-se que a produção de 1kg do plástico mais comum exija o equivalente a 2 kg de matéria-prima fóssil (petróleo) e de energia, e libere aproximadamente 6kg de dióxido de carbono. Os plásticos verdes, ou não-poluente, poderiam aliviar em grande medida esses impactos negativos.

Conforme explicam os funcionários da Braskem, principal produtora de produtos petroquímicos e de plástico da América Latina, o desenvolvimento do bioplástico não apenas contribuirá para evitar o aquecimento global e o esgotamento das reservas de petróleo; sua natureza reciclável também influenciará a gestão do lixo em áreas urbanas. Além disso, dará livre curso a uma tecnologia que revolucionará o ciclo de produção e de uso da energia sob vários aspectos. Surgirá daí um ciclo de produção, reciclagem e reutilização que alimentará a si mesmo.

Tabela 2 – Principais produtores de plástico no mundo

<b>Produtores</b>	<b>%</b>
China	23,9
Europa	20,4
EUA, Canadá e México	19,9
Ásia (exceto China e Japão)	15,8
Oriente Médio e África	7,2
Japão	4,9
Outros	3,0
América Latina	2,9
Brasil	2,0

Fonte: Plastics Europe (2013).

O presente trabalho tem sua justificativa baseada na relevância ambiental, uma vez que o tratamento inadequado pós-consumo faz com que os materiais plásticos se acumulem nos aterros, nos mares e nas cidades ou em qualquer lugar onde seja descartado, prejudicando o meio ambiente.

Considerando este cenário, surge o polietileno de fonte renovável, batizado de polietileno verde, que é resultado do investimento em inovação e preocupação com as questões ambientais.

O desenvolvimento sustentável promovido pelo polietileno verde cria valor para a cadeia produtiva do setor, clientes e sociedade, contribuindo para a redução das emissões de gases do efeito estufa. Combina alto desempenho e processabilidade e o uso de matérias-primas renováveis que ajudam contra o aquecimento global.

O objetivo deste trabalho é descrever, por meio de referencial bibliográfico, o processo de utilização do polietileno verde na indústria plástica, suas aplicações e vantagens ao meio ambiente.

## DESENVOLVIMENTO

### POLIETILENOS COMUNS

O polietileno (PE) é um dos plásticos mais importantes da atualidade, principalmente entre os termoplásticos, que são aqueles que se deformam com o calor. No caso do polietileno, a temperatura de deformação e fusão é entre 110 e 115°C.

O polietileno pode existir em cinco diferentes variações, que são: PEAD (polietileno de alta densidade), PEBD (polietileno de baixa densidade), PELBD (polietileno linear de baixa densidade ou PEBDL), PEUAPM (polietileno de ultra alto peso molecular) e PEUBD (polietileno de ultrabaixa densidade), todos podem ser reciclados e comercializados como material recuperado.

O polietileno, em suas variadas formas possui propriedades únicas, tais como resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa trabalhabilidade e estabilidade térmica e química (em determinadas condições). A população brasileira movimentou, em 2012, um total de 2320 milhões de toneladas de polietileno (o que corresponde a 36% do total de termoplásticos consumidos no país, neste período), em suas diversas variações, o que indica que cada brasileiro foi responsável por consumir 11,2 kg de polietileno, principalmente, através de embalagens.

O polietileno pode ter diversas aplicações, mas uma das principais é a indústria de embalagens flexíveis que consome cerca de 80% de todo PELBD consumido no país, o que corresponde a 770 mil toneladas. E é a indústria de alimentos a maior consumidora de embalagens flexíveis, absorvendo 35% do total dessas embalagens produzidas.

Segundo dados da ABIEF - Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis, o setor de embalagens flexíveis absorve ainda 444 mil toneladas de PEBD, o que corresponde a 75% de toda a demanda nacional pelo polímero. Novamente, a indústria de alimentos é a responsável pelo maior consumo, com 28% da produção de embalagens.

Além desse grande consumo de polietileno de baixa densidade, há um consumo considerável de PEAD na indústria de embalagens flexíveis de 262 mil toneladas por ano, o que equivale a 26% do consumo total do PEAD no Brasil (aproximadamente de 1 milhão de toneladas).

Em todo o mundo, incluindo o Brasil, o PEBD, PEAD e PELBD são os principais derivados do polietileno, correspondendo praticamente com 100% de toda a produção de PE. No entanto, o consumo individual de PEAD e PEBD é bem superior ao consumo de PELBD.

## POLIETILENO VERDE

O primeiro polietileno verde, PE verde, foi produzido no Brasil, a partir do etanol da cana-de-açúcar. A tecnologia foi desenvolvida no Centro de Tecnologia e Inovação da Braskem ([www.braskem.com.br](http://www.braskem.com.br)), empresa brasileira que atua no setor petroquímico. O produto foi certificado por um dos principais laboratórios internacionais, o *Beta Analytic*, como contendo 100% de matéria-prima renovável. (BRITO et al., 2012).

O polietileno verde é produzido no polo petroquímico de Triunfo, no Rio Grande do Sul (RS), localizado na região sul do Brasil, em uma planta com capacidade para a produção de 200 mil toneladas anuais. Para a viabilização da produção do polietileno verde, a Braskem investiu US\$ 290 milhões de dólares na planta de eteno verde, que consome o etanol de cana-de-açúcar. A transformação do eteno em polietileno verde é realizada nas mesmas plantas de polimerização que produzem o polietileno de fonte fóssil.

Seu carbono é proveniente de processo biológico, a fotossíntese. O “sequestro de carbono” feito pela planta, ao absorver gás carbônico da atmosfera durante seu crescimento, permite afirmar que o polietileno verde captura esse gás de efeito estufa. No Brasil, a cana-de-açúcar destaca-se como a fonte amplamente utilizada para a produção de bioplásticos por suas vantagens em relação a outras matérias-primas renováveis, como o milho ou a batata.

A relação dos bioplásticos com a sustentabilidade tem sido cada vez mais discutida e tem mobilizado cientistas do mundo inteiro na busca por soluções cada vez mais ambientalmente corretas, motivadas tanto pela redução de gases de efeito estufa quanto por sua decomposição na natureza.

Para associar o polietileno verde à sustentabilidade é preciso recorrer à Avaliação de Ciclo de Vida, que considera a disponibilidade da matéria-prima, as características do processo de produção e sua degradação. Levando esses aspectos em conta, é importante observar que nem todo bioplástico é degradável e que, entre aqueles degradáveis, nem todos são bioplásticos, pois há plásticos comuns que usam aditivos para estimular esse processo.

## MATÉRIA-PRIMA DO PE VERDE

A cana-de-açúcar é um exemplo de cultura renovável e versátil, que pode ser utilizada como fonte de energia limpa e matéria-prima de produtos. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, responsável por 490 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano (safra 2011/2012). Cerca de 90% da produção brasileira de cana-de-açúcar é colhida na região Centro-Sul, principalmente no estado de São Paulo que é responsável por 60%.

Para garantir que a cultura da cana-de-açúcar não ameace áreas de grande biodiversidade, que são protegidas pela legislação brasileira, novas áreas de plantio devem respeitar o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar vigente desde 2009. Este é o caso da região da Amazônia que, além de possuir clima impróprio para o plantio da cana-de-açúcar, não está incluída no Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar. O mesmo ocorre com outros importantes biomas brasileiros, como o pantanal.

Diferentemente do que se acredita, a produção de etanol da cana-de-açúcar não tem impacto negativo sobre a produção de outros bens agrícolas. Na verdade, a produção de cana-de-açúcar e de alimentos aumentou de forma constante no Brasil em anos recentes.

A preocupação do Brasil em transformar a produção da cana num agronegócio de excelente desempenho e sustentabilidade resultou no maior volume de produção do mundo e permitiu um aumento paralelo na produção de outras lavouras agrícolas, como a de cereais e de soja. Em média, o rendimento do etanol da cana-de-açúcar brasileira é de 6,8 mil litros por hectare, ante 5,5 mil da beterraba europeia e 3,8 mil do milho americano. Além disso, novas tecnologias deverão aumentar de forma expressiva o rendimento da cana nos próximos anos.

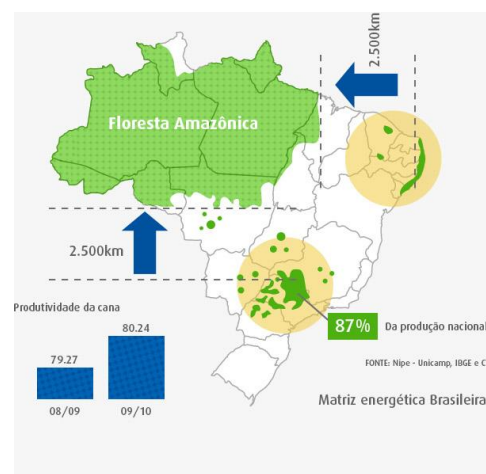
A utilização de tecnologia de ponta e de operações de alta eficiência nas destilarias significa também que o etanol da cana brasileira tem uma vantagem de custo evidente. A eficiência da produção mantém o custo baixo, a US\$ 0,23 o litro, ante US\$ 0,39 no caso do etanol de milho nos EUA e US\$ 0,52 para o etanol de trigo na Europa. Essas vantagens de custo e de recursos estão atraindo o



interesse do investidor pela indústria, além de incrementar os esforços das empresas visando à utilização do etanol para a criação de outros produtos, e não só combustível.

O país produz atualmente 487 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e 22 bilhões de litros de etanol. Na colheita de cana de 2007-2008, a produção do etanol brasileiro deverá chegar a 22 bilhões de litros. Ao longo de 2008, cerca de 29 destilarias entraram em funcionamento, enquanto o investimento na indústria totalizou US\$ 33 bilhões no decorrer de 2012. A Dow e a Braskem utilizaram cerca de 300 litros de etanol até 2012 na produção de plásticos verdes no Brasil.

Figura 1. Área de produção da cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: [www.brakem.com](http://www.brakem.com) (2009)

## PRODUÇÃO DE POLIETILENO VERDE

A migração do combustível fóssil para fonte renovável, inicialmente vista com desconfiança, ganhou novo status no Brasil menos de um ano após o início das operações da primeira fábrica local de resina fabricada a partir do etanol.

O produto, impulsionado pela demanda de embalagens alimentícias e de itens de higiene e beleza e pelo forte apelo mundial por sustentabilidade, deixou de ser visto como um concorrente direto do plástico produzido com petróleo e deu origem a um novo mercado, cujo protagonismo tende a ser brasileiro.

O primeiro passo foi dado pela Braskem, com a instalação de uma fábrica em Triunfo (RS) em 2012 e anúncio de construção de uma nova unidade de resinas em 2013.

A americana Dow Chemical e a belga Solvay também têm projetos anunciados para o Brasil, todos com base na cana-de-açúcar e voltados para nichos de mercado.

A produção de resinas com uso de fontes renováveis ainda é bastante restrita mundialmente, com capacidade total de pouco mais de 700 mil toneladas anuais, segundo dados da associação europeia que acompanha o mercado de bioplásticos.

A Braskem é líder, com capacidade anual de 200 mil toneladas de polietilenos (PE) verdes, volume que, entretanto, representa menos de 1% da produção mundial dessa resina. O volume excedente é concentrado principalmente em países do Hemisfério Norte que utilizam como matéria-prima milho e trigo, entre outros produtos.

Até 2015, a produção mundial de biopolímeros teve um salto de 136%, dados da *European Bioplastics*, para 1,7 milhão de toneladas anuais. Tendo o Brasil como um dos principais destaques dessa projeção.

O projeto da Solvay de construir uma linha de produção de PVC a partir de fontes renováveis, interrompido durante a crise econômica iniciada nos Estados Unidos em 2008, previa a produção de 60 mil toneladas anuais de eteno verde, a partir de cana-de-açúcar, e capacidade praticamente idêntica de PVC.

A Dow, cujo projeto também ficou interrompido durante a crise, mantém em sigilo a capacidade da fábrica que construirá no Brasil em parceria com a japonesa Mitsui. O plano é ter uma fábrica com escala mundial, conceito que nos padrões de resinas produzidas a partir do petróleo representa uma capacidade mínima de 300 mil a 350 mil toneladas anuais. O projeto, assim como a unidade da Solvay, será abastecido por etanol, o que deverá ampliar a representatividade do produto extraído da cana-de-açúcar na fabricação total de biopolímeros.

A novidade do projeto da Dow, será a integração das plantações com a usina e a fábrica de resinas. Modelo semelhante será adotado nos futuros projetos "verdes" da Braskem - a fábrica em operação em Triunfo é abastecida por etanol produzido nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

O objetivo da Dow é, assim como a Braskem, ter um produto viável financeiramente e capaz de abrir novos mercados para a resina "verde".

O avanço virá principalmente do desenvolvimento de novas tecnologias para a rota verde de resinas e das pesquisas sobre a cana-de-açúcar. A produtividade comercial da cana, que em regiões mais competitivas é de 90 a 100 toneladas por hectare ao ano, poderá atingir 180 a 200 toneladas por

hectare ao ano dentro de 10, 15 ou 20 anos. A cana-de-açúcar tem capacidade para produzir em média o dobro de biomassa do milho, o mais próximo dentro seus concorrentes.

Além das perspectivas otimistas, o ambiente atual de preços elevados do petróleo também é um ponto favorável à produção de resinas "verdes".

## VANTAGENS PARA A PRODUÇÃO DE POLIETILENO VERDE

O Brasil tem potencial enorme para a produção de polietileno verde, onde vale ressaltar que o mesmo já possui grande vantagem em ser o desenvolvedor do PE verde. As principais vantagens são as seguintes:

O Brasil é o maior produtor mundial de cana, responsável por mais de 600 milhões de toneladas na safra de 2013/2014, e o segundo maior produtor de etanol;

O custo de produção do etanol de cana chega a ser um quarto de seus principais concorrentes, como o etanol de açúcar de beterraba;

A produtividade da cana na produção de etanol é maior: 7 mil litros por hectare plantado contra 5,5 mil litros por hectare de beterraba na Europa e 3,8 mil litros por hectare de milho nos Estados Unidos;

Sua cultura requer menos fertilizantes e defensivos, em função de um ciclo de produção de cinco anos;

Sua produtividade ainda pode ser ampliada com adoção de novas tecnologias;

É possível aumentar sua área de plantio sem desmatar, aproveitando áreas degradadas que podem ser recuperadas;

Estudos apontam que a cana no Brasil se beneficiará dos cenários de mudanças do clima que apontam elevação de temperatura nas próximas décadas;

O cultivo da cana para a produção de plásticos verdes, além de reduzir a dependência de matérias primas de origem fóssil, promove a absorção de quantidades significativas de CO<sub>2</sub> da atmosfera. Para cada tonelada de PE verde produzida, 2,5 toneladas, em média, de CO<sub>2</sub> são removidas da atmosfera ao invés de se ter 2,5 toneladas do gás liberadas para a mesma, como ocorreria no processo de produção de um polietileno comum, produzido a partir da nafta petroquímica, por exemplo (BRASKEM, 2009).

A reciclagem é o resultado de atividades intermediárias de coleta, separação e processamento, por meio da quais materiais pós-consumo são usados como matéria-prima na manufatura de bens, anteriormente feitos com matéria-prima virgem. O sucesso da reciclagem está diretamente ligado ao fornecimento de matéria-prima, à tecnologia de reciclagem e a um mercado diferenciado para o produto reciclado.

Os plásticos podem ser recuperados sob três formas: mecânica, química e energética. O processo de reciclagem mecânica constituiu-se basicamente por lavagem, moagem, secagem e reprocessamento. O resultado da reciclagem mecânica é um artefato ou grânulos (*pellets*). Na reciclagem química o

polímero é despolimerizado ou degradado a produtos de baixo peso molecular (normalmente oligômeros), porém esse último método leva a formação de subprodutos e gasto de solvente. Na reciclagem energética, o plástico é queimado e a energia resultante da queima é utilizada. O índice de reciclagem de plástico gira em torno de 12%.

No Brasil a reciclagem mecânica é a mais utilizada. A reciclagem química é pouco utilizada em nosso país e a reciclagem energética ainda não faz parte de nossa realidade. As reciclagens mecânica e química parecem ser as mais interessantes, pois exigem etapas anteriores ao reprocessamento propriamente dito, etapas de coleta e separação que podem gerar empregos para nossa população.

A reciclagem no Brasil enfrenta muitos problemas e, por essa razão, ainda não deslanchou. De um modo geral, a reciclagem ainda deve resolver questões básicas, entre os mais importantes, têm-se:

- Incentivo fiscal - a cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), superior no caso de produtos reciclados que são 12% contra 10% para a embalagem confeccionada a partir de matéria-prima virgem. As empresas recicladoras de plástico mal sobrevivem no mercado em que seu produto é bitributado, não há fornecimento constante e segura de matéria-prima pós-consumo para ser reciclada e ainda não há confiança por parte da população em adquirir artefatos reciclados.
- Aquisição de matéria-prima - a falta de gerenciamento integrado do lixo no Brasil prejudica o fornecimento de material a ser reciclado para as empresas com uma frequência necessária para a produção não parar. O fortalecimento das cooperativas de catadores também poderá melhorar esse item.
- Qualidade da matéria-prima - normalmente o material fornecido por sucateiros ou atravessadores para as recicladoras não apresentam uma homogeneidade com relação ao tipo de plástico fornecido. A perda relacionada à quantidade de material fornecido e a quantidade do material que realmente vai ser reciclado chega em torno de 40% no caso dos recicladores que trabalham com material oriundo de “lixão”.
- Tecnologia - algumas empresas recicladoras são atraídas a entrar no mercado pelo fato de se trabalhar com lixo, material teoricamente adquirido com custo zero, e por falta de tecnologia e conhecimento do mercado enfrentam problemas, como por exemplo, de gasto excessivo de energia, custos ligados a produção altos que podem levar ao fechamento da empresa. Muitas empresas fecham antes de completar dois anos no mercado.

- Qualidade do material reciclado - seus produtos entram no mercado sem qualidade. Isso vem prejudicar as empresas do ramo que trabalham seriamente.
- Mercado consolidado - deveria haver uma conscientização por parte da população na maior utilização de artefatos feitos de material reciclado.

Os resultados do trabalho em parceria desses pontos citados acima são em forma de benefícios para a sociedade, entre esses impactos positivos tem-se, a geração de empregos e melhoria nas condições de vida da população; questões primordiais para nosso país.

O alcance de bons resultados nesse setor, também, depende de se investir em etapas anteriores e posteriores a reciclagem, ou seja, na coleta seletiva e no mercado para o produto reciclado.

Na reciclagem de plásticos no Brasil, deve-se analisar três pontos primordiais, que uma vez interligados resolveriam grande parte dos problemas nacionais:

- No primeiro ponto têm-se as empresas com problemas técnicos, falta de incentivos fiscais e problemas no fornecimento de material para ser reciclado;
- O segundo ponto tem-se as universidades, os centros de pesquisas e organizações não-governamentais (ONG), que estudam e/ou produzem trabalhos na área de gerenciamento ambiental;
- O terceiro elo seria o governo, representado também pelas prefeituras, que enfrentam problemas relacionados com o lixo como: a falta de espaço para novos aterros sanitários, o entupimento de bueiros com lixo na época de chuvas, aumento de vetores de doenças, etc.

As opções para as disposições finais do plástico que já foi consumido, oriundo de aglomerados urbanos são: aterro sanitário, incineração, usina de triagem e coleta seletiva. O material coletado seletivamente ou separado em uma usina de triagem poderá ser submetido à reciclagem ou à reutilização.

Dentre essas opções, a reciclagem é considerada uma das alternativas mais importantes dentro do conceito de desenvolvimento sustentável definido pela Organização das Nações Unidas (ONU). O processo deve ser utilizado em dois casos:

- Quando a recuperação dos resíduos seja técnica e economicamente viável, bem como higienicamente utilizável;

- Quando as características de cada material sejam respeitadas.

## CONCLUSÕES

Os fatos, números e discussões apresentados neste trabalho mostram que os plásticos são aliados da sociedade moderna e podem contribuir para a solução dos problemas tecnológicos, ambientais e sociais que enfrentamos atualmente.

Por suas características, como durabilidade, leveza, resistência, baixo custo e sua ampla flexibilidade para o desenvolvimento de novos produtos, o plástico apresenta muitas vantagens quando comparado a outros materiais. Mesmo os plásticos de origem fóssil (petróleo) apresentam grande contribuição para a cadeia de valor que os utiliza, pois poupam energia e reduzem o nível de emissões de gases de efeito estufa. Em sua maioria, trazem benefícios que conferem vantagem competitiva aos produtores e usuários de produtos oriundos do plástico.

Os polímeros verdes trazem melhorias ainda maiores ao incentivarem uma cadeia de produção agrícola que não afeta a produção de alimentos e que é baseada na sustentabilidade. Graças ao investimento em pesquisas, é possível utilizar recursos renováveis para a produção dos mesmos tipos de plásticos provenientes de fontes petroquímicas.

Ao observar-se que a sustentabilidade deve ser encarada de forma sistêmica, na perspectiva planetária não existe o “jogar fora”, tudo permanece nos ecossistemas, seja na terra, nas águas, seja na atmosfera –, é imprescindível retornar à cadeia produtiva tudo o que já não tem mais utilidade, em um ciclo fechado, a fim de que a energia e os recursos naturais já empregados não sejam perdidos. Isso será ainda mais fundamental ao considerar-se o aumento de demanda por recursos que uma sociedade de 9 bilhões de pessoas deve impor até 2050.

Vale ressaltar que o grande desafio é o pós-consumo. É necessário encorajar a reutilização e a reciclagem desses materiais ou a recuperação energética de forma mais eficiente e em maiores quantidades, pois as possibilidades são infinitas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. BONELLI, C. M. C; ELZUBAIR, A.; SUAREZ, J. C. M.; MANO, E. B. **Comportamento térmico, mecânico e morfológico de compósitos de polietileno de alta densidade reciclado com fibra de piaçava**. Polímeros: Ciência e Tecnologia. v. 15, n. 4, p. 256-260, 2005

BRASKEM. **Poliétileno Verde (PE Verde)**. Disponível

em: <<http://www.baskem.com.br/siteaspx/produtos-verdes>>. Acesso: 10 de abril de 2018.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

FECHINE, G. J. M. **A Era dos Polímeros Biodegradáveis**. Plástico Moderno. n. 423, 2010.

SALLES, A. C. N. **Plástico Verde**. Disponível em <<http://www.oeco.org.br/colunas/ana-claudia-nioac-de-salles/18308-oeco-27218/>>. Acessado em: 12 de abril de 2018.

ZANIN, Maria; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos: UFSCar, 2004. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto. 1996.

# Capítulo 2

## QUALIDADE DA ÁGUA EM TRECHO DO EIXO LESTE DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

*ÉRIKA ALVES TAVARES MARQUES*

*erikatmbio@gmail.com*

*ARIANE SILVA CARDOSO*

*arianecardoso8@gmail.com*

*Maristela Casé Costa Cunha*

*maristelacase@gmail.com*

*Maria do Carmo Sobral*

*mariadocarmo.sobral@gmail.com*



## INTRODUÇÃO

Ocupando uma das áreas com maior escassez hídrica do Brasil, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, apresenta um espaço geográfico composto por 18 municípios, inseridos parcial ou totalmente na Bacia (SANTOS, 2014). A disponibilidade hídrica no semiárido paraibano sempre foi um elemento limitante em relação ao desenvolvimento desta região. A seca prolongada nos últimos seis anos não apenas tem diminuído a oferta de abastecimento de água por parte da rede pública, mas aliados à carência de políticas públicas e à má utilização dos recursos hídricos, vem tornando a região pouco desenvolvida em relação às demais regiões do Brasil. Cirilo et al. (2010) apontam para o fato de que grandes esforços vêm sendo implantados com o intuito de desenvolver infraestruturas capazes de disponibilizar água para tentar garantir o abastecimento humano e animal, além de viabilizar a irrigação.

Neste sentido, para amenizar o problema da escassez hídrica foram construídas na bacia, várias barragens de modo a garantir o abastecimento em períodos de crise. Os resultados absolutos obtidos, por exemplo, em número de obras realizadas, foram significativos, entretanto a gestão dos recursos hídricos foi ineficiente, o que acarretou na persistência dos problemas com escassez desta região. O Ministério da Integração Nacional elaborou o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), Eixo Leste, com o objetivo de garantir o atendimento de todas as demandas urbanas e industriais gerando uma oferta hídrica contínua, possibilitando o desenvolvimento econômico da região. O Eixo Leste do PISF levará as águas do Rio São Francisco para o Rio Paraíba, que será responsável pela manutenção dos níveis dos açudes Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Acauã. De acordo com os estudos feitos pelo consórcio executor da obra, foram destacados alguns impactos gerados pelo PISF, dentre eles, o assoreamento e erosão de rios e áreas de risco, alteração na qualidade da água, perdas de áreas produtivas, dentre outras (ARAÚJO SEGUNDO NETO e VIANA, 2016).

O mal uso dos recursos hídricos vem contribuindo para agravar a qualidade de água e ampliando os problemas na região semiárida. Apesar dos esforços, os problemas com a escassez ainda são recorrentes, tornando as populações, em especial as dispersas das áreas urbanas, vulneráveis à ocorrência das estiagens prolongadas.

## OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água de reservatórios localizados na Bacia do Alto Rio Paraíba, no trecho do Eixo Leste do Projeto de Transposição do Rio São Francisco.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba (Figura 1) possui uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35"; e 37°2'15"; Oeste de Greenwich, é a segunda maior do estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total (AESAs, 2018). Além disso, a sua área é composta pelas sub-bacia do Rio Taperoá e pelas regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba, que com exceção do baixo Curso do Rio Paraíba, as demais regiões e a sub-bacia se incluem no perímetro do Semiárido brasileiro que historicamente sofre um complexo e cíclico cenário de escassez hídrica que assola a região (MIRANDA, 2017).

Na região do Alto Curso do Rio Paraíba, área de estudo do trabalho, o clima é do tipo BSw<sup>h</sup>' (segundo a classificação climática de Köppen) ou seja, semiárido quente, com precipitação pluvial média anual variando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses. Nessa região, estão localizados importantes reservatórios de água, tais como: Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa.

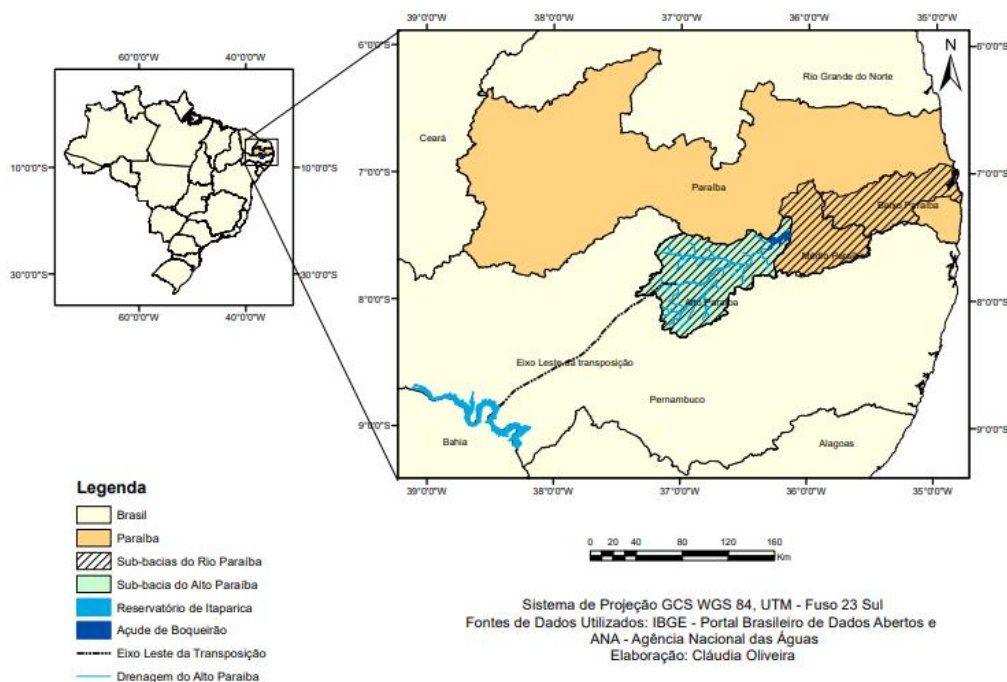
Os dados climatológicos foram obtidos do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos (INPE/CPTEC, 2019), referentes ao período 2010 a 2017.

Para avaliar a qualidade da água, foram monitorados 9 pontos amostrais durante 2011 a 2017 para coleta dos parâmetros temperatura (°C), pH, demanda biológica de oxigênio (DBO), turbidez, fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), oxigênio dissolvido (OD), sólidos dissolvidos totais (SDT) e coliformes termotolerantes (CT) (Tabela 1). Posteriormente foi calculada a média de cada parâmetro para ponto amostral. Os dados referentes à vazão foram fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) e pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) forneceu os dados físico-químicos e bacteriológicos dos parâmetros monitorados nos pontos amostrais. As coordenadas geográficas foram fornecidas pelo Ministério da Integração Nacional (MIN). Os dados referentes à precipitação na bacia do Rio Paraíba foram fornecidos por Xavier et al. (2013).

**Tabela 1:** Coordenadas geográficas dos pontos amostrais localizados na Bacia do Rio Paraíba.

Ponto	Localidade	Latitude	Longitude
Q68	Reservatório Poções (Eixo)	-07°53'21.19958"	-36°59'50.58801"
Q69	À montante do remanso do Açude Camalaú	-07°52'15.39056"	-36°53'11.94487"
Q70	Açude Camalaú	-07°53'13.76235"	-36°49'59.12300"
Q71	Rio do Meio (Caraúbas)	-07°43'03.43465"	-36°29'59.25429"
Q72	Remanso do Reservatório Epitácio Pessoa	-07°31'04.65834"	-36.18'33.12235"
Q73	Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	-07°29'13.92651"	-36°08'24.21558"
Q74	À jusante do Açude Epitácio Pessoa	-07°30'18.79123"	-36°03'56.27791"
Q75	Rio Bodocongó-PB	-07°31'40.54900"	-35°59'57.83268"
Q76	Rio Paraíba à jusante do Açude Acauã	-08°16'37.98899"	-35°10'19.66386"

**Figura 1:** Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Paraíba.



O cálculo do IQA foi feito por meio do produtório ponderado dos parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO<sub>5,20</sub>, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total segundo as equações 1 e 2. Onde: IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100; q<sub>i</sub> = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise); w<sub>i</sub> = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \text{ (Equação 1)} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ (Equação 2)}$$

Sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros. Para a avaliação da qualidade de água foi considerada a faixa de IQA utilizada no Estado da Paraíba: 80-100 ótima; 52-79 boa; 37-51 razoável; 20-36 ruim; 0-19 péssima (ANA, 2018a).

O cálculo do IET foi feito segundo o Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo (CETESB, 2007), onde se considera: ≤47 Ultraoligotrófico; 47<IET≤52 Oligotrófico; 52<IET≤59 Mesotrófico; 59<IET≤63 Eutrófico; 63<IET≤67 Supereutrófico; >67 Hipereutrófico.

## RESULTADOS

O Alto curso do Rio Paraíba está inserido em uma das regiões mais secas do País, o Cariri, com médias anuais pluviométricas em torno de 500 mm e extremamente mal distribuídas, concentrando 65% do total anual em até 4 meses (Lacerda, 2003). Como forma de amenizar a escassez hídrica da região, foram construídas várias barragens com o intuito de garantir reservas hídricas durante o período úmido para serem utilizadas na complementação das demandas do período seco (Lanna, 2002).

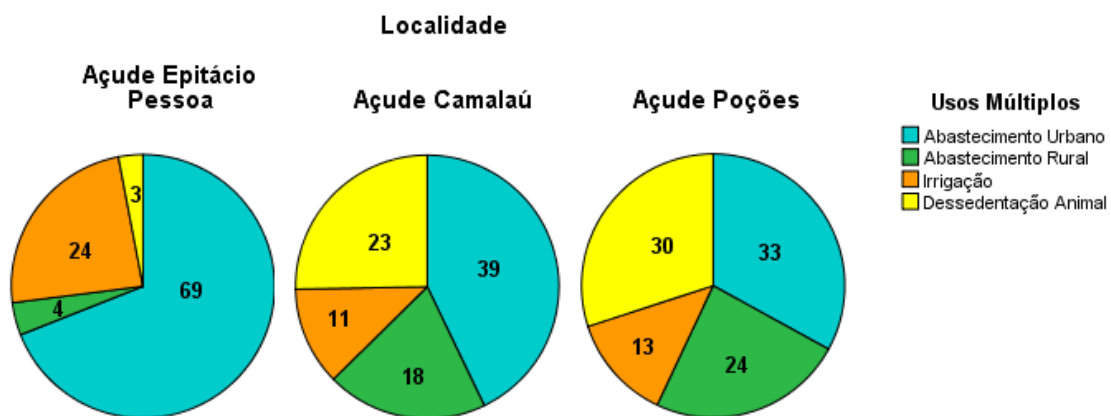
Dentre as obras construídas para amenizar a escassez hídrica no Alto curso do Rio Paraíba, o Açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, tem como finalidade perenizar o Rio Paraíba, gerar energia elétrica, jamais efetivada, e um ano após a inauguração, passou a abastecer a cidade de Campina Grande. Ao longo dos anos passou a ter sua água associada a outros usos como irrigação, pesca artesanal, dessedentação de animais, lazer e esportes. Sua bacia hidráulica ocupa um território



de 12.410 km<sup>2</sup>, com capacidade de armazenamento de 411,69 m<sup>3</sup> de água. Dentre as demandas totais de retirada desse reservatório, 69% são para abastecimento urbano, 24% para irrigação, 4% para abastecimento rural e 3% para dessedentação animal (ANA, 2017).

Com capacidade de 412 Hm<sup>3</sup>; o Açude Camalaú, no município de Camalaú, projetado para irrigação e piscicultura, com capacidade de 46 Hm<sup>3</sup>. Dentre as demandas totais de retirada, 49% são para abastecimento urbano, 23% para dessedentação animal, 18% para abastecimento rural e 11% para irrigação.

O Açude Poções, localizado em Monteiro e projetado para irrigação e abastecimento, com capacidade de 30 Hm<sup>3</sup>. Dentre as demandas totais de retirada, 33% são para abastecimento urbano, 30% para dessedentação animal, 24% para abastecimento rural e 13% para irrigação (Figura 2) (ANA, 2017).



**Figura 2:** Demandas Totais de Retirada (ANA, 2017).

Segundo Xavier et al. (2013), o mês de abril, em geral, apresenta em toda a bacia, as maiores vazões, seguido pelos meses de março e maio. Os meses de menor vazão são setembro, outubro e novembro, refletindo a dinâmica climática regional. Durante o período de estudo a precipitação pluviométrica média registrada no Alto Curso do Rio Paraíba variou entre 188,4 mm e 970,6 mm.

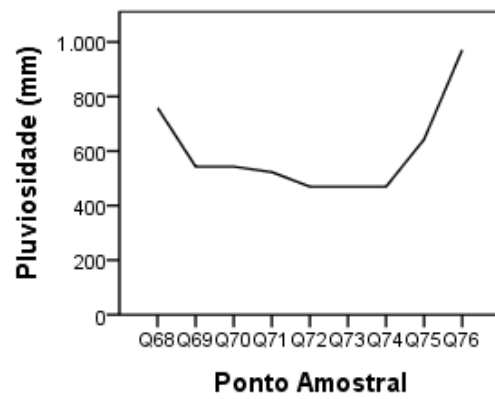
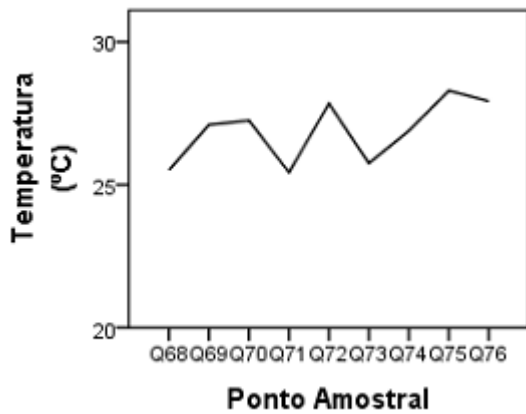
No período de estudo a temperatura média do ar variou entre 25,43°C e 28,29°C (Figura 3). A pluviosidade média na região foi de 598,66 mm e o ponto Q76 apresentou a maior pluviosidade (Figura 4). No período de estudo houve uma estiagem prolongada que, juntamente com a elevada evaporação típica da região semiárida, resultou na redução drástica dos volumes dos reservatórios Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa, que tiveram redução de 54%, 53% e 91% de suas capacidades totais a partir do ano de 2011 (Figura 5).

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos monitorados nos 9 pontos amostrais localizados no Alto curso do Rio Paraíba entre 2011 a 2017 estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos monitorados nos 9 pontos amostrais localizados no Alto curso do Rio Paraíba entre 2011 a 2017.**

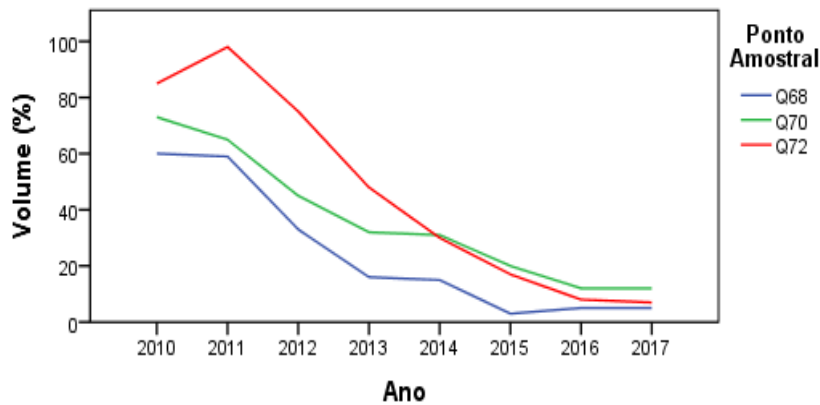
Ponto	Temp. (°C)	pH	DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (UNT)	PT (mg.L <sup>-1</sup> )	NT (mg.L <sup>-1</sup> )	CT (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	SDT (mg.L <sup>-1</sup> )
Q68	25,52	8,05	53,33	33,90	0,52	2,30	534,60	6,82	0,46
Q69	27,10	8,30	17,80	64,10	0,55	1,50	531,60	9,13	0,11
Q70	27,25	8,90	21,80	12,80	0,46	1,90	110,30	10,02	0,40
Q71	25,43	8,10	11,00	51,90	0,32	1,10	228,30	10,06	0,12
Q72	27,84	8,70	43,80	335,80	0,14	4,30	1.071,00	8,82	0,13
Q73	25,75	7,90	22,70	2,20	0,19	0,70	202,30	8,34	0,48
Q74	26,89	8,61	80,20	77,70	1,14	2,90	215,00	-	-
Q75	28,29	9,70	51,40	20,10	2,43	1,50	306,00	7,19	5,89
Q76	27,92	9,20	32,90	8,20	0,32	2,00	95,40	9,23	1,78
<b>Média</b>	<b>26,89</b>	<b>8,61</b>	<b>37,21</b>	<b>67,41</b>	<b>0,67</b>	<b>2,02</b>	<b>340,01</b>	<b>69,61</b>	<b>9,37</b>

As linhas tracejadas nas figuras 6 a 12 correspondem ao máximo valor permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios Classe 2.



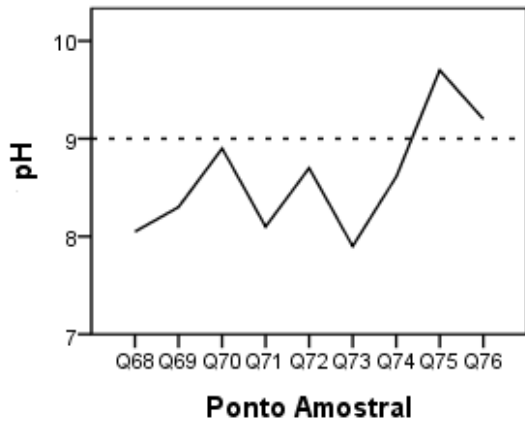
**Figura 3:** Variação da temperatura durante o período amostral.

**Figura 4:** Variação da pluviosidade durante o período amostral.

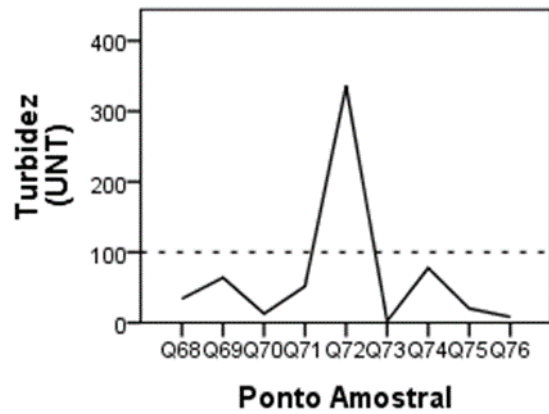


**Figura 5:** Variação do volume de água nos reservatórios Poções (Q68), Camalaú (Q70) e Epitácio Pessoa (Q72) no período de estudo.

Os pontos Q75 e Q76 apresentaram o pH em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de Classe 2, que é de um pH variando entre 6,0 e 9,0 (Figura 6). Em ambientes aquáticos que apresentam precipitação menor que a evaporação, como ocorre no semiárido paraibano em períodos de seca, é normal que esses ecossistemas apresentem valores de pH superiores a oito (BARBOSA, 2002). Com relação à turbidez, o ponto Q72 também ficou acima dos limites preconizados pela dita Resolução 357/2005 (Figura 7). A redução do volume de água do reservatório durante a estiagem prolongada contribuiu para elevação da turbidez.

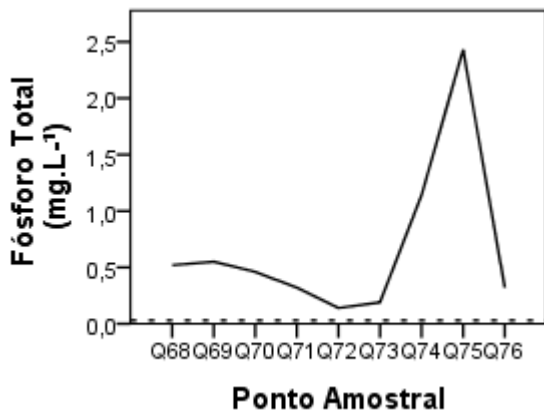


**Figura 6:** Variação do pH durante o período amostral.

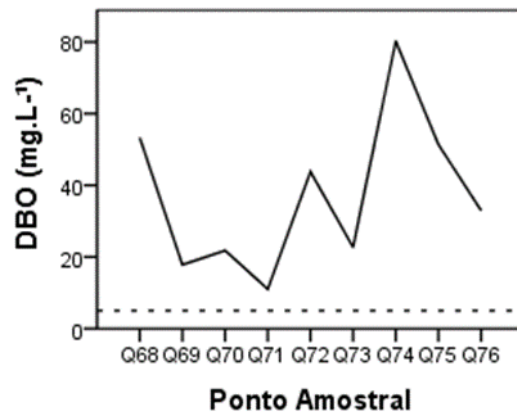


**Figura 7:** Variação da turbidez durante o período amostral.

Com relação à DBO e o Fósforo Total (Figuras 8 e 9, respectivamente), todos os pontos apresentaram desconformidade em relação à Legislação, sendo que o ponto Q74 apresentou o maior valor em relação à DBO e o ponto Q75 em relação ao Fósforo Total.

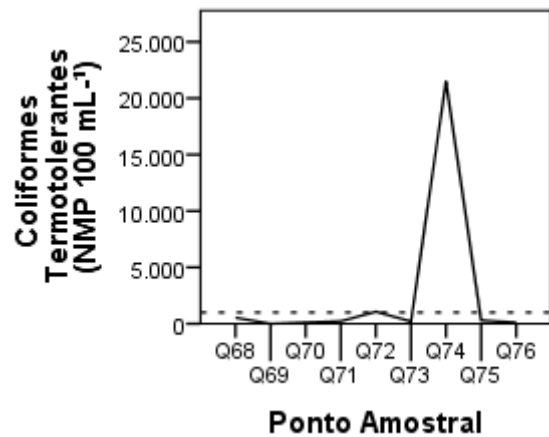
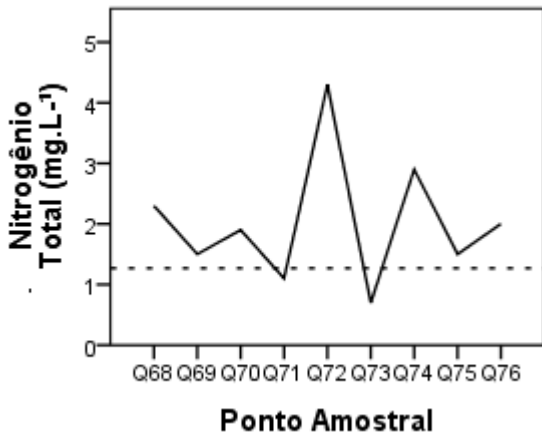


**Figura 8:** Variação do fósforo total durante o período amostral.



**Figura 9:** Variação da DBO durante o período amostral.

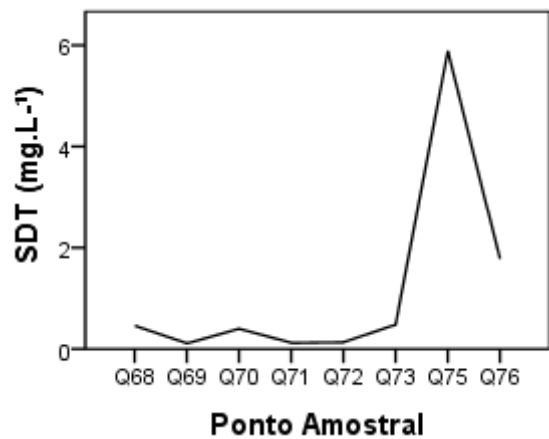
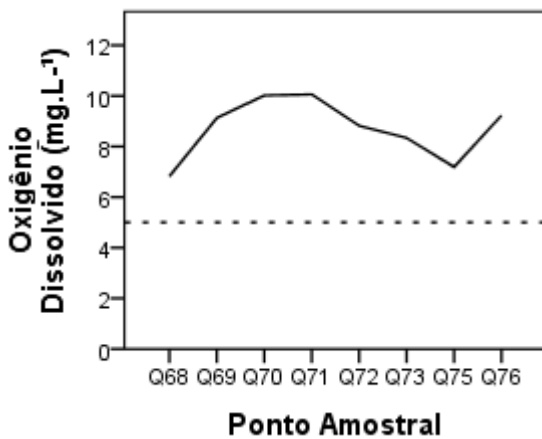
Para o Nitrogênio Total todos pontos apresentaram desconformidade em relação à Legislação., com exceção dos pontos Q71 e Q73 (Figura 10). Todos os pontos estiveram em conformidade para os coliformes termotolerantes, com exceção do ponto Q74 (Figura 11).



**Figura 10:** Variação do nitrogênio total durante o período amostral.

**Figura 11:** Variação dos coliformes termotolerantes durante o período amostral.

Com relação ao oxigênio dissolvido e aos sólidos dissolvidos totais, todos os pontos monitorados estiveram em conformidade com os valores determinados pela Legislação (Figuras 12 e 13, respectivamente).



**Figura 12:** Variação do oxigênio dissolvido durante o período amostral.

**Figura 13:** Variação dos sólidos dissolvidos totais durante o período amostral.

Segundo Lima et al. (2013), o reservatório Epitácio Pessoa, a exemplo de tantos outros do Nordeste, é submetido a agressões constantes, principalmente, por estar parcialmente localizado em perímetro urbano, o que tem provocado diversos impactos negativos, desrespeitando as leis ambientais brasileiras. Os autores apontaram como fontes de poluição os pontos comerciais, turismo predatório,

lançamento de resíduos sólidos e saneamento inadequado dos municípios localizados no seu entorno. Segundo o Portal G1 (2015), no município de São Domingos do Cariri, localizado a 223 Km de João Pessoa, resíduos poluentes e efluentes provenientes de um matadouro e do lixão do município, são despejados no Riacho Gravatá, que desagua no leito do Rio Paraíba e, conseqüentemente, desemboca no açude Epitácio Pessoa, que abastece vários municípios do Agreste paraibano.

No Brasil, há uma crescente preocupação com a qualidade da água distribuída à população humana. A cada revisão do padrão de potabilidade, ao lado dos indicadores mais tradicionais de qualidade higiênica, novos indicadores são introduzidos com a preocupação de levar a um maior aperfeiçoamento do controle e da vigilância da qualidade da água. Desde a Portaria nº 36 de 19 de janeiro de 1990, até a Portaria nº 518 de 25 de março de 2004, atualizada em 12 de dezembro de 2011 pela Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde, ocorreram mudanças sensíveis no padrão de potabilidade, sendo notável a recomendação da monitoração dos indicadores mais específicos *Escherichia coli* e cianobactérias (FREITAS, 2015).

O IET nos pontos monitorados variou entre ultraoligotrófico (Q72) a hipereutrófico (Q72) e o IQA variou entre razoável (Q70 e Q76) e boa (Q68, Q69 e Q73) durante o período de estudo (Tabela 3).

**Tabela 3: IET e IQA calculados para os pontos amostrais durante o período observado.**

Ponto	IET Médio	Classificação	IQA	Classificação
Q68	53,30	Mesotrófico	56,85	Boa
Q69	58,70	Mesotrófico	72,10	Boa
Q70	49,83	Oligotrófico	68,40	Razoável
Q71	68,83	Hipereutrófico	-	-
Q72	46,40	Ultraoligotrófico	-	-
Q73	48,00	Oligotrófico	72,10	Boa
Q74	56,70	Mesotrófico	-	-
Q75	58,10	Mesotrófico	-	-
Q76	51,00	Oligotrófico	53,50	Razoável

## ANÁLISES DOS RESULTADOS

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser representada por uma série de parâmetros que são capazes de exporem suas principais características, sendo estas químicas, físicas ou biológicas. Os indicadores que servem como parâmetro de qualidade de água nesse estudo são o fósforo total e o nitrogênio total, os quais quando apresentam valores acima dos permitidos, podem servir como indicadores de águas possivelmente poluídas (Von Sperling, 1998). O aporte de nutrientes constitui-se de um dos maiores problemas em reservatórios artificiais.

As condições climáticas da região semiárida, associadas a fatores como o longo período de estiagem, alto tempo de residência da água e altas taxas de evaporação contribuem para o aumento das concentrações de nutrientes nos reservatórios, favorecendo a eutrofização (OLIVEIRA et al., 2017). O estado eutrofizado dos sistemas aquáticos é consequência das ações antrópicas, especialmente o lançamento de efluentes de esgotos industriais e domésticos sem tratamento, o carreamento de agrotóxicos advindo de áreas agricultáveis, desmatamento da vegetação nativa, erosões, redução da Área de Preservação Permanente (APP), dentre outros (SILVA et al., 2014; MANTZOUKI et al., 2015).

Com base nos resultados obtidos e corroborando com os dados observados em estudo realizado por Silva (2012), foram constatadas altas concentrações de fósforo durante todo período amostral, a autora ainda correlaciona este evento ao favorecimento da ocorrência de cianobactérias nos reservatórios Epitácio Pessoa, Camalaú e Poções. De acordo com Índice de estado trófico (IET) os reservatórios foram classificados variando entre ultraoligotrófico a hipereutrófico, o que gera preocupações em relação a utilização da água, sobretudo para o abastecimento público. Em alguns casos, o próprio ciclo biogeoquímico, a presença e dinâmica de produtores primários, como as macrófitas aquáticas, podem direcionar o estado trófico do sistema para eutrófico (MENDES et al., 2017).

A nascente do Rio Paraíba está localizada no município de Monteiro-PB, onde o lançamento dos efluentes domésticos é lançado diretamente no leito do rio, em locais inapropriados e não existe manutenção das fossas sépticas e rudimentares, contribuindo para degradar a qualidade da água (SILVA et al., 2014). O lançamento de esgoto doméstico caracteriza-se como um problema grave, visto que o Rio Paraíba está contemplado pelo PISF (Eixo Leste), que tem como meta levar água para as regiões mais secas do semiárido. Sendo assim, o rio não pode ter a qualidade da sua água comprometida, pois ele precisa apresentar as condições gerais de qualidade para o consumo e abastecimento humano, enquadrando-se, portanto, nas classes correspondentes da Resolução Conama nº. 357 (BRASIL, 2005), que tem como objetivo a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, de maneira geral.

A disposição inadequada de resíduos sólidos no leito do rio e nas margens dos reservatórios ocasiona poluição e degradação ambiental. O problema da má disposição de resíduos se agrava mais ainda no período de chuva, já que as primeiras enxurradas são capazes de arrastar todo o lixo para o rio (SILVA et al., 2014). Esse tipo de poluente diminui a quantidade de oxigênio da água e, dessa forma, compromete a qualidade desse recurso utilizado por boa parte da população (CASTRO, 2008).

O desmatamento da vegetação nativa na Bacia do Rio Paraíba favorece o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais (DONADIO; GALBIATTI; PAULA, 2005).

No presente trabalho constatou-se valores de fósforo variando entre 0,14 mg.L<sup>-1</sup> a 2,43 mg.L<sup>-1</sup>, corroborando com os elevados valores constatados por Silva et al. (2014) no leito do Rio Paraíba, com



valores entre 0,10 mg.L<sup>-1</sup> a 9,53 mg.L<sup>-1</sup> possivelmente pelo saneamento deficiente dos municípios inseridos na bacia hidrográfica e pelo uso de detergentes.

Atualmente, considerando o início da operação do Eixo Leste do PISF, foram liberadas vazões das águas do rio São Francisco para a bacia do rio Paraíba, estas se deram por meio de resoluções conjuntas entre a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018b; 2018c) e a AESA (2018). Foi autorizada para o estado da Paraíba a vazão total de 4,673 m<sup>3</sup>/s, desta a vazão de 2,79 m<sup>3</sup>/s será destinada ao abastecimento humano, 0,7 m<sup>3</sup>/s para irrigação e 1,18 m<sup>3</sup>/s para outros fins (ANA, 2018 c), Espera-se que com a chegada das águas do rio São Francisco, além do aumento da oferta hídrica na região, garanta a qualidade da água do rio Paraíba.

## CONCLUSÕES OU RECOMENDAÇÕES

Os parâmetros pH, Fósforo Total, DBO, turbidez, coliformes termotolerantes e Nitrogênio Total apresentaram desconformidade em relação à Resolução CONAMA 430/2011. O IET da água nos pontos monitorados variou entre ultraoligotrófico (Q72) a hipereutrófico (Q72) e o IQA variou entre razoável (Q70 e Q76) e boa (Q68, Q69 e Q73) durante o período estudado. Esse resultado indica a necessidade de ações que possibilitem a melhoria da qualidade da água e viabilize o uso para suprimento de diversas demandas.

A área do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba necessita de uma gestão adequada dos recursos hídricos disponíveis, visto que o Rio Paraíba está contemplado pelo PISF (Eixo Leste), que tem como meta levar água para as regiões mais secas do semiárido. Neste sentido, recomenda-se continuar o monitoramento da qualidade de água para avaliar os impactos ambientais no Alto Curso da Bacia do Rio Paraíba, identificar os pontos em desacordo com a legislação e pontos de lançamento de efluente/esgoto a montante dos reservatórios, a fim de definir as medidas mitigadoras. O uso sustentável dos recursos hídricos também é fundamental para garantir a segurança hídrica na bacia e o cumprimento dos objetivos do PISF, bem como a implantação de infraestruturas hidráulicas, isoladas ou combinadas, que sejam necessárias para mitigar a problemática da água no semiárido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Rio Paraíba. **Net.** 2018. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-paraiba/> . Acesso em: 05.10.2018.

ANA. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA. **Net.** 2018a. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx> . Acesso em: 16.10.2018.

ANA. Resolução Conjunta ANA e AESA-PB nº 12, de 05 de março de 2018. Dispõe sobre permissão de descarga de água do Açude Epitácio Pessoa para o rio Paraíba a fim de garantir o abastecimento público do sistema proveniente do açude Argemiro Figueiredo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 mar. 2018. Seção 1, p. 1-2., 2018b.

ANA. Resolução Nº 63, DE 04 de setembro de 2018. 2018 (b). Dispõe sobre o Plano de Gestão Anual – PGA referente ao ano de 2018 para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF, no que diz respeito às disposições atinentes à ANA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 04 set. 2018. Seção 1, p. 1-3., 2018c.

ANA. **Reservatórios do semiárido brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação: Anexo A**. Brasília: ANA, 2017. 103p.

ARAÚJO SEGUNDO NETO, F. V.; VIANN, P. C. G. Análise espacial das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco - PISF (Eixo Leste) no Estado da Paraíba. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 219-241, 2016 | doi: 10.12957/geouerj.2016.14536.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicas nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) no açude Taperoá II. Trópico semi-árido paraibano**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos, 2002. 208p.

CASTRO, D. Poluição doméstica. Ag Solve, 2008. Disponível

em: <http://www.agsolve.com.br/noticia.php?cod=1556> . Acesso em: 10 set. 2013

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.). *Águas do Brasil análises estratégicas*. 1ed.São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, v. 1, p. 81-91.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G.; CAMPOS, J. N. B. *A questão da água no Semiárido brasileiro*. Disponível

em:[https://www.researchgate.net/publication/318778262\\_A\\_questao\\_da\\_agua\\_no\\_Semiarido\\_brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/318778262_A_questao_da_agua_no_Semiarido_brasileiro) . Acessado em: 28.10.2018.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico. São Paulo, Brasil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Dados Históricos – PCD 32550 – Boqueirão-PB. Net. 2019. Disponível

em: <http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/passo2.php> . Acesso em: 28.10.2018.

LACERDA, A. V. A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas: visões e trilhas de um divisor de ideias. João Pessoa: Autor Associado/UFPB, 2003. 164p.

LANNA, A. E. Elementos de Estatística e Probabilidades. In: Hidrologia: Ciência e Aplicação. Tucci, C. E. M. [Org.]. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2002. p. 79-176.

LIMA, M. G. M.; ARAÚJO, K. T. A.; FARIAS, M. S. S.; OLIVEIRA, H. Fontes de poluição nas margens do Açude Epitácio Pessoa-PB. WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, I, 2013. **Anais...** Campina Grande,

MANTZOUKI, E.; VISSER, P. M.; BORMANS, M.; IBELINGS, B. W. Understanding the key ecological traits of cyanobacteria as a basis for their management and control in changing lakes. **Aquatic Ecology**, feb. 2015. DOI: 10.1007/s10452-015-9526-3

MARINHO, C.F.C.E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido), Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011, 67p.

MENDES, C. F.; BARBOSA, V. V.; NERY, J. F.; FERREIRA, J. F. N.; BARBOSA, J. E. L. O sucesso das cianobactérias nos reservatórios do Semiárido: uma revisão de literatura. **Anais...** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XXII, 2017. Florianópolis,

MIRANDA, L. I. B. de. A Crise Hídrica e a Gestão das Águas Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, XVII, 2017. Anais... Sessão Temática 4: Meio Ambiente e Políticas Públicas. São Paulo, 22 A 26 de maio de 2017.**

OLIVEIRA, D. A.; VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Dinâmica de nutrientes em reservatório destinado ao abastecimento público, Semiárido brasileiro. **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, II, 2017. Anais...** Campina Grande, 07 a 09 de junho de 2017.

PORTAL GI. **Poluição em leito de rio que abastece açude na PB preocupa população. Net. 2015. Disponível em:** <http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2015/01/poluicao-em-leito-de-rio-que-abastece-acude-na-pb-preocupa-populacao.html> . Acesso em: 31.03.2019.

SANTOS, J. A. **Caracterização socioeconômica e hídrica nos municípios da Bacia do Alto Curso do Rio Paraíba-PB**. Monografia. Programa de Pós-graduação em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido. Campina Grande-PB: UEPB, 2014. 49p.

SILVA, P. R. N. da. **Dinâmica espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica de reservatórios em cascata da Bacia do Alto Rio Paraíba**. Trabalho de conclusão de curso. Campina Grande: UFPB, 2012. 48p.

SILVA, M. B. R.; AZEVEDO, P. V.; ALVES, T. L. B. Análise da degradação ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53, jan./abr. 2014. ISSN: 1984-8501.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG - Departamento de engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. 452p.

XAVIER, R. A.; DORNELLA, P. C.; MACIEL, J. S.; BÚ, J. C. Caracterização do regime fluvial da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba – PB. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 08, n. 2, p. 15-28, jul/dez. 2012.

# Capítulo 3

## PROJETO ATLAS: INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA QUE TRANSFORMA DADOS EM CONHECIMENTO

*Carlos Eduardo Machado Pires (analista de Sistemas pela Universidade Católica de Brasília - UCB. Especialista em Governança de TI pela Universidade CEUMA, Mestre em Computação Aplicada pela Universidade de Brasília - UnB. Gerente de Geoprocessamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB).*

*Márcia Sabino Duarte (Graduada em Engenharia Elétrica, pós-graduada em Políticas públicas, Tecnologias de Redes, Governança de TI e Saneamento Ambiental. Atuou como Gerente de Geoprocessamento da Caesb, cio da Caesb e atualmente exerce a função de Subsecretária de Tecnologia da Informação e Comunicação do Governo do Distrito Federal).*

*Valter Cleber Guedes da Rocha Lima (Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Gerente de Cadastro Técnico da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB)*

**RESUMO:** O Projeto Atlas promoveu a implantação de um Sistema de Informações geográficas – SIG corporativo na Caesb possibilitando a otimização de processos, redução de despesas e ampliação de receitas. Além de promover a integração de sistemas computacionais, transformar dados tabulares em mapas que permitam análise espacial e subsidiar tomadas de decisão, o Projeto Atlas gerou soluções que apoiam profissionais desde o nível operacional, até os diretores no nível estratégico da companhia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento; Geotecnologia; Otimização; Processos

## INTRODUÇÃO

Durante 30 anos, desde a criação da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb até meados de 1998, a companhia manteve seu cadastro técnico em papel. De 1998 até 2010, utilizou-se ferramentas CAD para manutenção e consultas ao cadastro técnico digital. A migração do cadastro técnico em papel para cadastro digital foi sem dúvida um grande avanço para a companhia. No entanto, com o passar dos anos e com a crescente complexidade dos processos operacionais da companhia, a tecnologia CAD se mostrou ineficiente para acompanhar as demandas e necessidades das áreas fins da CAESB no que tange ao acesso a informações atualizadas e precisas para realização de análises e suporte a tomada de decisão.

Visando atender estas novas necessidades de negócio, uma nova revolução na produção e gestão do cadastro técnico foi iniciada na Caesb em meados de 2010 com a adoção de tecnologias GIS (*Geographic Information System* ou SIG – Sistema de Informações Geográficas), que permitiram realizar análises espaciais com o cruzamento de dados do cadastro técnico e dados operacionais.

Iniciado em julho de 2013, o projeto denominado Atlas possibilitou ampliar o leque de ferramentas e tecnologias GIS utilizadas na empresa, expandindo o portfólio de soluções e benefícios. Por esse motivo, não é exagero afirmar que o Atlas foi um ousado e inovador projeto que levou a companhia à era da análise geográfica, tornando-a referência na utilização de tecnologias de geoprocessamento.

## PROJETO ATLAS

O Projeto Atlas teve como objetivo integrar dados espaciais com os dados ambientais, comerciais, de operação, de manutenção, entre outros, disponíveis nos bancos de dados dos diversos sistemas corporativos.

Essa integração permitiu revestir dados não espaciais com inteligência geográfica, possibilitando a confecção de mapas, a realização de análises geoespaciais, a criação de painéis de indicadores operacionais (*dashboards*), a simulação de diferentes cenários nas redes de água e esgoto, o desenvolvimento de soluções GIS com o uso de equipamentos mobile em campo e outras ações que dão suporte à tomada decisões operacionais e estratégicas.

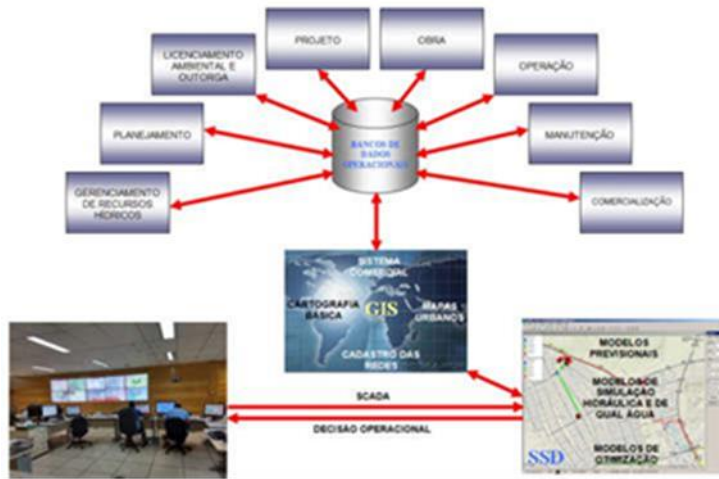


Figura1.: Objetivo do Projeto Atlas

A integração de sistemas e o compartilhamento de informações são benéficos, não apenas para a Caesb, mas também para outros órgãos da Administração Pública do DF e para a sociedade. Esse é outro ponto de destaque do Projeto Atlas. O projeto possibilitou que a Caesb fosse uma das entidades públicas pioneiras no compartilhamento informações espaciais através de geosserviços. Dados geoespaciais produzidos e mantidos pela companhia são oferecidos via internet com atualização em tempo real, podendo ser acessados pelo cidadão comum ou por representantes de órgãos públicos. Com maior facilidade de acesso às informações espaciais da Caesb de que precisam, os agentes públicos podem executar seu trabalho com maior celeridade e, conseqüentemente, prestar um serviço público com maior qualidade e eficiência para a população do DF.

O Projeto Atlas levou conhecimento geoespacial a todos os níveis da empresa, quais sejam, estratégico, tático e operacional.



## Figura 2.: Informação para todos os nível da companhia

No nível estratégico destaca-se o fato de que os diretores da companhia podem acompanhar por meio de dashboards as obras de expansão de redes e analisar problemas de faturamento, possibilitando definir diretrizes para assegurar que o investimento realizado pela companhia tenha retorno no menor prazo possível.

No nível tático destaca-se a solução inovadora da utilização da tecnologia GIS mobile para visualização e coleta de dados em campo. Esses dados, recebidos pelo pessoal de escritório em tempo real, são tratados, e geram informações que possibilitam aos gestores analisar padrões e planejar ações preventivas, minimizando ocorrências e problemas na rede.

No nível operacional, podemos afirmar que o Projeto Atlas provocou profundas mudanças nas atividades finalísticas da companhia, provocando uma verdadeira quebra de paradigmas ao induzir profundas mudanças nas metodologias de trabalho, uma vez que os técnicos passaram a pensar espacialmente e a utilizar a análise espacial para desempenhar e otimizar suas atividades, posicionando a Caesb na vanguarda entre as empresas de saneamento do Brasil no uso de tecnologias GIS para realização de análises.

## RESULTADOS ALCANÇADOS

Afirmar que o Projeto Atlas revolucionou a forma de trabalho na Caesb não é exagero, pois possibilitou criar soluções e disponibilizar serviços até então inviáveis ou cujo custo seria demasiadamente alto se fossem utilizadas outras plataformas. Destacam-se como exemplos:

### IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS

Considera-se que a maior parte das perdas de água está em vazamentos na rede de distribuição, antes de chegar aos ramais prediais. No entanto, parcela significativa dessa perda é, na verdade, consumo não autorizado que representam expressivas perdas comerciais.

O Projeto Atlas tem sido fundamental para subsidiar as áreas de comercialização, operação/manutenção e de engenharia, nas ações de combate as ligações clandestinas e para apoiar decisões gerenciais.



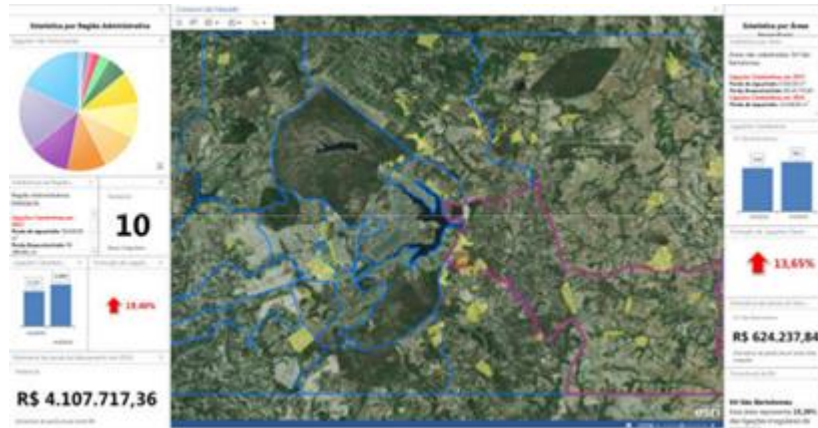


Figura 3.: Dashboard de possível consumo não autorizado

A identificação de possíveis consumos não autorizados revelou um potencial de acréscimo de receita, com a regularização destas ligações, na ordem de R\$ 43 milhões de Reais\ano.



Figura 4.: Reportagem que demonstra utilização do Projeto Atlas no combate a ligações clandestinas. Além da questão financeira, que beneficia a companhia, a identificação e combate aos possíveis consumos não autorizados beneficia ao meio ambiente pois, quando os usuários passam a pagar pelo volume consumido, tendem a reduzir seu consumo, fazendo uso racional da água.

## PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

A demanda para realização de manutenção corretiva nas tubulações da Caesb impacta diretamente na imagem da empresa ante seus clientes. Portanto, imperativo se faz reduzir a necessidade de



manutenções corretivas, através de manutenções preventivas e preditivas eficientes, de modo que a equipe de manutenção se antecipe a eventuais problemas, corrigindo-os antes que aconteçam.

O Projeto Atlas se mostrou uma ferramenta indispensável para que as áreas da manutenção pudessem identificar concentração de problemas e planejar a realização de manutenções preditivas.

Por meio da espacialização das Ordens de Serviços corretivas, foi possível identificar regiões que historicamente apresentaram grande concentração de reclamações e demandas.

Conhecendo as áreas com problemas, o período em que ocorrem e os problemas mais comuns nestas regiões, a equipe de manutenção pôde planejar ações preditivas que reduziram as demandas por manutenção corretiva. Na Região de Samambaia, por exemplo, houve redução de 15%, conforme ilustra a imagem abaixo.



Figura 5.: Redução de manutenções corretivas após planejamento subsidiado por análises espaciais

Em todo o Distrito Federal, a Caesb conseguiu economizar pouco mais de Um Milhão de Reais em manutenção corretiva ao longo de 2016. Mas, além de reduzir custos com a diminuição de manutenções corretivas, o uso de análises espaciais para planejar a manutenção preditiva também trouxe maior satisfação para os usuários dos serviços da companhia.

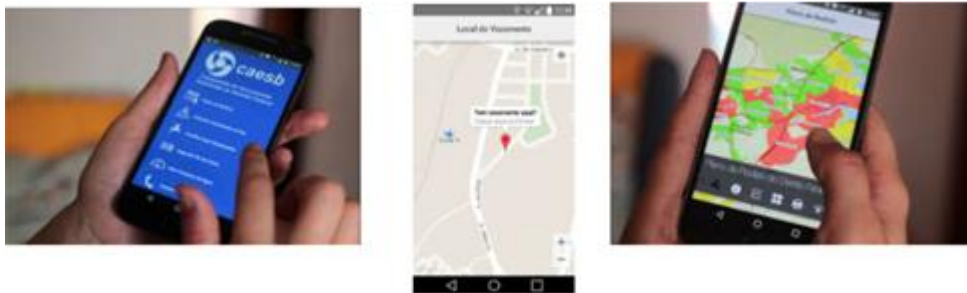
## SERVIÇOS DE MAPA AOS CLIENTES EXTERNOS

Além de otimizar processos internos e apoiar no planejamento, operação e tomadas de decisão, o Atlas da CAESB fornece serviços acessíveis ao público externo, clientes e usuários dos serviços prestados pela companhia.

No site da CAESB, por exemplo, os clientes têm acesso a informações relevantes como:

- Mapa de Balneabilidade do Lago Paranoá
- Mapa de localização dos escritórios regionais
- Mapa do plano de racionamento
- Mapa com dados pluviométricos e fluviométricos

O aplicativo móvel da CAESB é outro canal de acesso às informações e serviços providos pelo Atlas. Por meio do aplicativo, alguns dos mapas acima listados podem ser acessados, conferindo maior mobilidade ao usuário, além de possibilitar que o cidadão comunique para CAESB problemas com as redes da companhia, tirando foto e enviando para área de manutenção informação georreferenciada do problema identificado, agilizando o processo de atendimento.



## CONCLUSÃO

Os exemplos relatados acima é uma demonstração, dentre tantas outras aplicações do Projeto Atlas, que resultam em redução de despesas e ampliação de receitas.

Os benefícios e resultados do Projeto Atlas foram divulgados por agências de notícias do Distrito Federal que destacaram como a Caesb conseguiu um retorno financeiro na ordem de 5 milhões de reais em 2017 apenas com ações preventivas subsidiadas pelas análises espaciais e utilização das ferramentas do projeto.



Figura 6.: Reportagem que apresenta o retorno financeiro em 2017 propiciado pelo Projeto Atlas

Além do retorno financeiro, o Projeto Atlas agrega valor, ainda que indiretamente, aos serviços fornecidos aos clientes e contribui com a melhoria da imagem da companhia perante os clientes, pois demonstra que a empresa adotou ações para otimizar suas atividades, atuando de forma proativa, dentre outras coisas, no combate a ligações clandestinas e melhorias na área de manutenção.

Além dos processos citados, o Projeto Atlas também possibilitou otimizar outros processos internos da companhia, reduzindo o tempo de execução de determinadas atividades e automatizando algumas outras, permitindo melhor aproveitamento dos recursos humanos.

# Capítulo 4

## VI-039 - PROGRAMA REGIONAL DE RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E PROTEÇÃO DOS MANANCIASIAIS

*Carla Bacellar Pedreira Rocha (Engenharia Sanitarista e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (2006), com especialização em Educação Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana, com vivência em Permacultura, Agroecologia, Saneamento Ecológico e Bioconstrução.*

*Atualmente é Analista Ambiental, Coordenadora do Comitê de Gestão Ambiental-CGA e responsável pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos-PGRS da Unidade Regional de Caetité da Empresa Baiana de Águas e Saneamento Embasa.*

*Thaciane Lelles Viana (Bacharel em Serviço Social pela Universidade Estadual de Montes Claros)*

*Beatriz Aparecida Alves Fernandes (Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB)*

*Antônio Marcio Correia Duca (Agente Operacional)*

**RESUMO:** Diante da importância em contribuir com a proteção dos mananciais de abastecimento, da obrigatoriedade em cumprir exigências legais e da necessidade de estabelecer uma imagem institucional positiva, junto à sociedade, é implementado o Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais na Unidade Regional de Caetité - USC, ligada a Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA.

O Programa tem como objetivo buscar melhorias contínuas para o desempenho socioambiental da USC, adotando estratégias que fomentem a proteção dos mananciais. Dividido em três linhas de atuação: Educação Ambiental, Proteção dos Mananciais e Gestão de Resíduos Sólidos, o Programa é conduzido pelo Comitê de Gestão Ambiental da Unidade (CGA – USC). A Educação Ambiental é eixo estruturador, sendo praticada de forma crítica e contextualizada com as realidades locais, baseando-se na participação e no empoderamento individual e coletivo. Diagnósticos simplificados no entorno de captações dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAA da USC são realizados, selecionando os mananciais prioritários para desenvolver ações de recuperação de áreas degradadas. Para operacionalizar as ações ambientais em nascentes e matas ciliares, parcerias são firmadas com as comunidades e um viveiro de mudas é utilizado como espaço educacional. A Gestão de Resíduos Sólidos estabelece processos para valorizar e promover o destino adequado aos resíduos gerados na USC. Foi construído um Sistema de Informação Geográfico e selecionados indicadores que, anualmente, permitirão que o CGA-USC realize avaliações e redirecionamento no desenvolvimento do Programa. Realizadas junto ao público interno e externo, importantes ações socioeducativas e parcerias positivas são firmadas, desta forma, grandes avanços foram alcançados com a implementação do Programa, que coopera com a responsabilidade socioambiental da Embasa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Proteção dos Mananciais, Resíduos Sólidos, Responsabilidade Social, Educação Ambiental, Viveiro Educador.

## INTRODUÇÃO

A prestação dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário depende diretamente do ciclo hidrológico da água, o que indica a necessidade da Empresa Baiana de Água e Saneamento – Embasa, prestadora destes dois Serviços Públicos de Saneamento em diversos municípios do Estado da Bahia, realizar sua tarefa conectada a uma política de sustentabilidade ambiental. Assim, a Embasa deve cumprir diversos requisitos legais quando implementa e opera Sistemas de Abastecimento de Água - SAA e Sistemas de Esgotamento Sanitário - SES, estabelecidos por leis e decretos federais e estaduais de meio ambiente, saneamento, gestão de resíduos sólidos, da saúde, entre outros. Além disso, existem requisitos estabelecidos por meio de condicionantes ambientais instituídas nas licenças ambientais de seus processos operacionais.

A qualidade e quantidade de água dos recursos hídricos vem sendo modificada ao longo dos anos, o que justifica buscar um maior conhecimento da realidade local e criar parcerias com partes interessadas pela gestão das águas, afim de contribuir para sua conservação.

A Unidade Regional de Caetité – USC ligada à Embasa encontra-se no semiárido baiano, em 3 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas – RPGA: RPGA Paramirim e Santo Onofre, RPGA Carnaíba de Dentro e RPGA Rio de Contas, atualmente degradadas através de ações como uso inadequado da terra, retirada de espécies nativas para lenha, implementação de pasto (pecuária), agricultura entre outras atividades. Como consequência temos perdas significativas na qualidade e quantidade de água dos mananciais de abastecimento de água.

Neste contexto, é fundamental criar parcerias cooperativas entre a sociedade e a Embasa, seja pelo esclarecimento à sociedade em geral da atribuição legal da empresa, seja pela melhoria continuada da prestação dos seus serviços ou seja pela participação efetiva em ações socioambientais.

Portanto, diante da necessidade da Embasa cumprir exigências legais, contribuir com a proteção dos mananciais de abastecimento, e ainda, somada a necessidade da empresa estabelecer junto à sociedade uma imagem institucional positiva, é implementado o Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais. O objetivo deste programa é buscar melhorias contínuas para o desempenho socioambiental da USC, adotando estratégias que fomentem

a proteção dos mananciais. Para operacionalizar a gestão ambiental e implementar o Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais, foi formado o Comitê de Gestão Ambiental (CGA-USC), com representantes de diversas áreas da USC. Esse Programa foi planejado a partir de 3 Linhas de Atuação – LA: Educação Ambiental, Proteção dos Mananciais e Gestão de Resíduos Sólidos. A Educação Ambiental crítica é trazida como eixo estruturador permeando as demais Linhas de Atuação.

A melhoria no desempenho socioambiental da empresa certamente só se dará quando obtiver um maior controle das informações necessárias a gestão ambiental. O corpo técnico da Embasa vem investindo esforços em produzir conteúdo para diversas atividades, como: Solicitação de Licenças Ambientais e Outorga, resposta a Demandas Ambientais, Declaração da Carga poluidora – DCP, apresentação de relatórios (ex.: Relatório de Sustentabilidade, o de Garantia Ambiental e o de Administração), alimentação do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento – SNIS, informações para elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e ainda responder a fiscalizações (da Agência Nacional da Água - ANA, do Ministério Público-MP, do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA, da Agência Reguladora de Saneamento Básico – AGERSA).

No entanto, o levantamento e armazenamento das informações é realizado com procedimentos divergentes e pouco agregadores, que além de não atender satisfatoriamente a crescente demanda por informações, oferece problemas como a necessidade de reenvio de arquivos e um maior consumo de recursos humanos e materiais. Desta forma, muitas informações são levantadas em duplicidade, o que caracteriza um dispêndio de energia. Outras vezes, as informações são levantadas de forma que leva a inconsistência de dados. Sendo assim, pode-se constatar a necessidade de uma ferramenta de integração dos dados ambientais e operacionais aos demais sistemas corporativos.

Neste contexto, a proposta é usar a energia já periodicamente despendida para executar as atividades acima relacionadas e construir um banco de dados consistente e com as informações necessárias para minimizar a demanda atual dos trabalhos desenvolvidos. A ideia é realizar a gestão da informação, inclusive geográfica, de forma eficiente e que proporcione uma integração ambiental e operacional.

Neste contexto, um dos objetivos deste programa é constituir um sistema de informação geográfica, no âmbito da Unidade Regional de Caetité - Embasa, para armazenar as informações georreferenciadas e criar procedimentos de alimentação do mesmo, a partir das atividades que já vem sendo executadas, de forma a garantir mais segurança na informação e permitir um autocontrole do desempenho socioambiental.

## OBJETIVO GERAL

O objetivo do Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais é buscar melhorias contínuas para o Desempenho Socioambiental da Unidade Regional de Caetité, adotando estratégias que fomentem a proteção dos mananciais.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cumprir requisitos legais.
- Regularizar os sistemas gerenciados pela USC.
- Elaborar diagnóstico ambiental dos mananciais de abastecimento.
- Contribuir para recuperação de áreas degradadas dos mananciais de abastecimento.
- Desenvolver ações de responsabilidades socioambiental na área de influência de mananciais estratégicos para o abastecimento.
- Fomentar a Educação Ambiental na sociedade em geral, bem como em seu público interno.
- Elaborar e implementar o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos-PGRS da USC.
- Implementar um Sistema de Gestão Ambiental-SGA na USC.
- Prevenir os impactos adversos oriundos da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e potencializar impactos positivos.

## MATERIAIS E MÉTODO

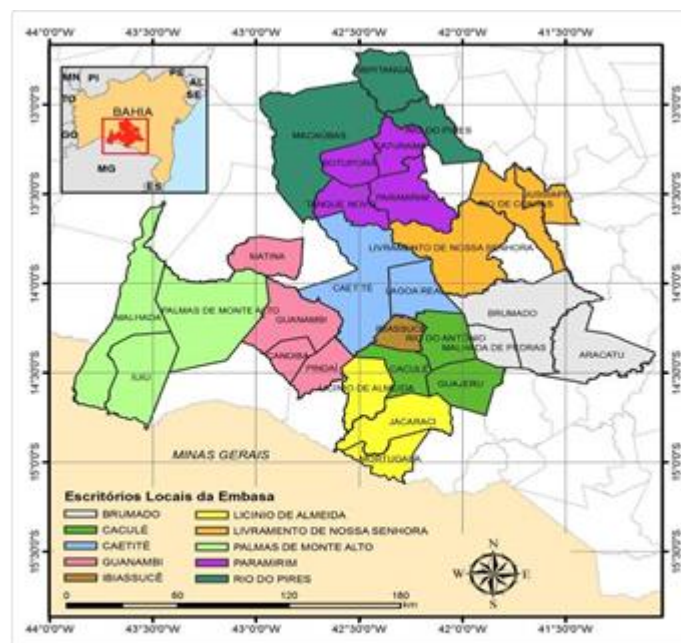
### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ATUAÇÃO

A Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (Embasa) é uma sociedade de economia mista de capital autorizado, pessoa jurídica de direito privado, tendo como acionista majoritário o Governo do Estado da Bahia. É responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos municípios onde atua.



A Embasa, empresa de grande porte, segue o princípio da descentralização geográfica, através de 19 unidades regionais (URs), seis na região metropolitana de Salvador e 13 no interior, divididos em escritórios locais nos municípios do interior. Dentre essas URs, a Unidade Regional de Caetité - USC, integra a estrutura organizacional da Empresa.

Situada no semiárido baiano, em 3 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas – RPGA: RPGA Paramirim e Santo Onofre, RPGA Carnáiba de Dentro e RPGA Rio de Contas, a USC opera atualmente 56 Sistemas Locais de Abastecimento de Água (SLA), 5 Sistemas de Esgotamento Sanitário – SES e tem sua estrutura descentralizada em 10 Escritórios Locais-ELs e 5 Gerências, atendendo 29 municípios (Figura 1).



**Figura 1: Mapa de abrangência Unidade Regional de Caetité – USC (Design: Luiz Ferraz, 2019).**

Para operacionalizar a gestão ambiental e implementar o Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais, a USC formou um comitê com participação das Gerências e de todos Escritórios Locais - EL. Este Comitê é responsável pelas ações socioambientais da USC e por executar o Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais. Todas as ações referidas a este Programa são discutidas e resolvidas nas reuniões bimensais do CGA-USC. Desta forma, o programa é constituído por fases cíclicas de diagnóstico, planejamento, implementação, monitoramento e redirecionamento, se renovando em busca de melhorias contínuas. O comitê conta com representantes de diversas áreas da USC (Tabela 1).

Tabela 1: Lista de Representantes do Comitê de Gestão Ambiental da USC

<b>Membros do CGA</b>	<b>Lotação ou Função</b>
Paulo Humberto Vilasboas Ledo	GERENTE DA USC
Thaciane Lelles Viana	ASSISTENTE SOCIAL
Carla Bacellar Pedreira Rocha	COORDENADORA DO CGA
Antônio Márcio Correia Duca	AGENTE OPERACIONAL DO CGA
Ailton Guedes	EL LICÍNIO DE ALMEIDA
Carlos Paulo Santana da Silva	EL CAETITÉ
Getúlio de Oliveira Silva	EL RIO DO PIRES
Helder Nélio Borges	EL PALMAS DE MONTE ALTO
Gilmar Rebouças Lesbão	EL IBIASSUCÊ
Marcondes Lima Guimarães	EL CACULÉ
Jorge Paulo da Silva Santos	EL LIVRAMENTO N. SENHORA
Patrícia Meira Gomes	EL BRUMADO
Roberto Oliveira Alves Junior	EL PARAMIRIM
Rogério Baqueiro da Sliva	EL GUANAMBI
José Alberto Vilas Boas Andrade	LABORATÓRIO
Olnei Martins Lisboa	TEC. SEGURANÇA
Maria Luzia de Castro Faria	UNIVERSIDADE COORPORATIVA - UCE
Fabiano Damasceno da Silva	GERÊNCIA OPERACIONAL DE ÁGUA - USCA
Rosane Neves Brito	GERÊNCIA COMERCIAL - USCC
Roberto Wanderkolk Alves Junior	GERÊNCIA DE ESGOTO - USCE
Débora Coelho Silva	GERÊNCIA DE SUPORTE Á GESTÃO - USCG
Edson Matheus Custódio Fernandes	GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO E ELETROMECÂNICA – USCM

O programa foi concebido a partir de ações que já vinham sendo desenvolvidas pela USC, no entanto, a partir da implementação deste, as ações deverão ser executadas de forma conectada, incrementada e planejada com base na realidade local, o que irá otimizar e efetivar os recursos investidos nas áreas socioambientais.

Com intuito de operacionalizar a realização de tarefas, esse programa foi planejado a partir de 3 Linhas de Atuação – LA: Educação Ambiental, Proteção dos Mananciais e Gestão de Resíduos Sólidos.

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental crítica é trazida como eixo estruturador deste programa, permeando as demais linhas de atuação. As ações propostas são desenvolvidas de forma contínua e contextualizadas com as realidades locais, baseadas na participação e no empoderamento em nível individual e coletivo, fomentando a capacidade de “ler” criticamente o mundo e agir nas suas realidades estimulando uma potência de ação que promova uma mobilização para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente (BRANDÃO, 1999; COSTA et. al., 2005; SANTOS, 2002).

Por meio do tema “Adote atitudes por um mundo melhor”, o público interno e externo é encorajado a participar de projetos referentes a coleta seletiva, recuperação de mananciais, entre outras, construídas de forma participativa nos espaços de diálogos. Nas ações de Educação Ambiental, com os diversos seguimentos da comunidade, a problemática ambiental local é colocada em discussão, insuflando temas como: segurança hídrica dos SAA, manejo de resíduos sólidos, diretrizes nacionais de saneamento básico, plano de saneamento básico, contratualização, dentre outros.

Para tanto, as partes interessadas para o desenvolvimento do Programa deverão ser identificadas. Com este propósito, são mobilizados e cadastrados membros das comunidades, representantes e lideranças locais, instituições de ensino, prefeituras, secretaria estadual de meio ambiente, empresas locais, entre outras, de forma a estabelecer parcerias que possam colaborar com o Programa.

Considerando que a Unidade Regional de Caetité abrange cerca de 30 municípios do semiárido baiano, nas RPGA Paramirim e Santo Onofre, Carnaíba de Dentro e Rio de Contas é necessário desenvolver uma estratégia para ampliar o alcance das ações de educação ambiental. Para envolver todos os municípios atendidos pela USC, as ações educativas foram divididas em três setores de mobilização, considerando as Regiões de Planejamento e Gestão das Águas – RPGA, Paramirim e Santo Onofre, Carnaíba de Dentro e Rio de Contas (Figura 2).

A princípio um Seminário de Educação Ambiental será realizado em município estratégico de cada setor (Guanambi, Paramirim e Brumado), e um Seminário Regional em Caetité com participação das partes interessadas para o Programa, mapeadas nos setores de mobilização.

Nestes seminários serão mobilizadas as secretarias dos municípios, as instituições de ensino além de movimentos sociais previamente mapeados e que tenham abrangência na região. O objetivo deste seminário é criar oportunidades de diálogo entre a organização e suas partes interessadas (público interno, público governança, público comunidade) e constituir parcerias da Embasa com os diversos segmentos, bem como, pactuar o planejamento das ações socioambientais desenvolvidas pela USC nos municípios.

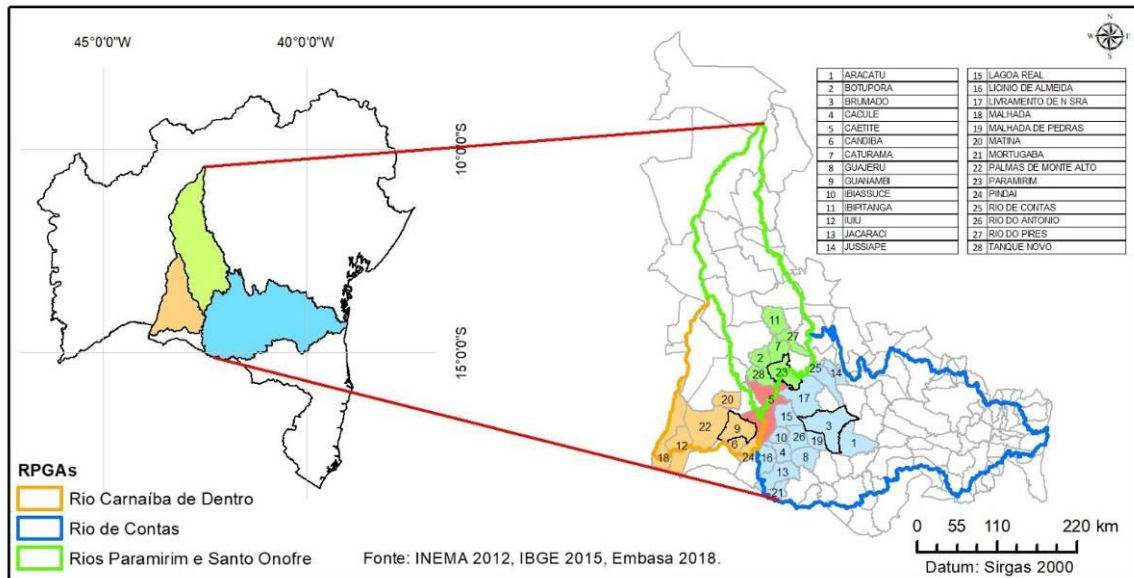


Figura 1: Mapa Setores de Mobilização da Unidade Regional de Caetité (Design: Mariana Caires, 2018).

Diante da dimensão da USC, das metas corporativa da Embasa e frente sua capacidade de execução, o CGA-USC planejou as ações socioeducativas a serem desenvolvidas no ano de 2019 conforme Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Ações da Linha de Atuação Educação Ambiental planejadas para realizar em 2019.

LA	AÇÃO	METAS 2018	VARIÁVEIS	INDICADORES	EVIDÊNCIA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Criar um espaço de diálogo com o público interno referente as questões socioambientais.	1. Capacitar 30% de Operadores	N.º de Operadores Capacitados N.º de Operadores Total	Porcentagem de Operadores Capacitados	Lista de Presença e Fotos
	Constituir um banco de dados com o cadastro das partes interessadas para o Programa	1. Mapear e engajar partes interessadas para o programa em todos os municípios atendidos pela USC	N.º de Municípios com Entidades Cadastradas N.º de Municípios Atendidos	Porcentagem de municípios com entidades cadastradas	Planilha com Banco de Dados
	Criar oportunidades de diálogo entre a organização e suas partes interessadas	1. Realizar ações socioeducativas com a sociedade. 2. Participar do Comitê PASO e de 3 Termos de Alocação de Água no âmbito da USC	N.º de ações socioeducativas realizadas N.º de Municípios Atendidos	N.º de ações socioeducativas realizadas/ N.º de Municípios Atendidos	Lista de Presença e Fotos
	Manter o Comitê de Gestão Ambiental da USC	1. Realizar 6 reuniões com o CGA-USC	N.º de reuniões realizadas no ano	N.º de reuniões realizadas no ano	Lista de Presença e Fotos

LA	AÇÃO	METAS 2018	VARIÁVEIS	INDICADORES	EVIDÊNCIA
	Realizar seminário de educação ambiental nos setores de mobilização	1. Realizar 3 seminários setoriais e 1 Regional	N.º de seminário realizados no ano N.º de seminário planejado para o ano	N.º de seminários realizados/ N.º de seminários planejados	Lista de Presença e Fotos

## PROTEÇÃO DOS MANANCIASIAIS

Na vertente de Proteção de Mananciais são realizados Diagnósticos Ambiental Simplificados do Entorno das Captações - DASC dos SAA da USC, e assim, são identificados locais com potencial para desenvolver ações de recuperação de áreas degradadas em nascentes e matas ciliares. Preferencialmente na época das chuvas, são realizadas campanhas de plantio de mudas e sementes em mananciais de abastecimento, a partir de técnicas agroecológicas e envolvendo a comunidade. A proposta é fomentar uma potência de ação, para que haja um engajamento da sociedade em ações de proteção dos corpos hídricos.

Para operacionalizar este Programa, o CGA-USC dispõe de um banco de sementes e um viveiro de mudas utilizado como espaço educacional. Neste ambiente, são realizadas oficinas socioambientais com práticas em permacultura, saneamento ecológico, agroecologia, bioconstrução, bioarquitetura, entre outras. As oficinas possibilitam vivências em tecnologias socioambientais já implementadas no viveiro, como produção ecológica de adubo líquido e sólido, minhocários e compostagem de resíduos orgânicos, projetos de bioconstrução entre outros. Campanhas de coleta de sementes são realizadas na região, para a produção de mudas nativas, frutíferas e paisagísticas.

Nomeado como “Viveiro Educador”, busca estabelecer um espaço de aprendizagem, que além de produzir mudas de espécies vegetais, proporcionará um encontro de saberes de diversos segmentos da sociedade. Através de oficinas práticas, o Viveiro fomentará reflexões críticas sobre a problemática ambiental atual como: ética, responsabilidade socioambiental, proteção dos mananciais, agroecologia, segurança alimentar, recuperação de áreas degradadas, saneamento básico, entre outras (BRASIL, 2008).

As ações que estão sendo desenvolvidas nesta linha de atuação no ano de 2019, foram planejadas no âmbito do CGA-USC e estão dispostas na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Ações da Linha de Atuação Proteção do Mananciais planejadas para realizar em 2019

LA	AÇÃO	METAS 2018	VARIÁVEIS	INDICADORES	EVIDÊNCIA
PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS	Manter o viveiro de mudas da USC e utilizar como centro educacional.	1. Realizar 10 visitas no Viveiro educador 1. Produzir 10.000 mudas de espécie vegetais	N.º de visitas externas no viveiro N.º de visitas internas no viveiro N.º de Muda Nativas Produzida N.º de Muda Paisagística Produzida	N.º de visitas por ano N.º de Muda Produzida Nativas por ano N.º de Muda Produzida Paisagística por ano	Lista de Presença e Fotos
	Realizar um levantamento georreferenciado de matrizes de plantas.	1. Georreferenciar 10 matrizes para coleta de sementes	N.º de matrizes georreferenciadas	N.º de matrizes georreferenciadas no ano	Lista de matrizes Fotos
	Realizar diagnóstico simplificado dos mananciais da USC	1. Realizar diagnóstico de 8 mananciais da USC	N.º de diagnóstico elaborado N.º de mananciais utilizados pela USC	Porcentagem de Mananciais da USC com diagnóstico	Diagnóstico Documentado
	Desenvolver ações de recuperação e manejo de áreas em mananciais de captação	1. Realizar 3 campanhas de plantio em mananciais da USC	N.º de mudas plantadas N.º de mananciais com ação de recuperação	N.º de mudas plantadas por ano N.º de mananciais com ação de recuperação por ano	Relatório da ação documentado Fotos
	Elaborar e executar projeto de paisagismo ecológico das Estações de Tratamento da Embasa	1. Implementar paisagismo em 1 ETA	N.º de Estações com projeto paisagístico implementado	N.º de Estações com projeto paisagístico implementado por ano	Fotos

## GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O CGA-USC elaborou e implementou o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Unidade (PGRS-USC) com o objetivo de estabelecer processo para gerenciar os resíduos sólidos gerados no âmbito da Unidade, buscando a minimização na fonte, de forma a valorizar e promover um destino adequado dos mesmos, observando as devidas condições de higiene e segurança, em conformidade com a legislação vigente.

O gerenciamento dos resíduos sólidos da USC, tem como premissa básica a segregação dos resíduos na fonte. Sendo assim, são disponibilizados conjuntos de coletores seletivos nos postos de trabalho, alguns confeccionados com “bombonas” de dicloro reutilizadas e identificadas. É importante ressaltar, que a depender da especificidade da geração de resíduos, poderão ser utilizados coletores específicos ou itens individuais de lixeiras.



Para sensibilização dos públicos internos e externos foram confeccionados materiais educativos como, cartaz, banner, conjunto de coletores de resíduos sólidos com o padrão de cores conforme resolução CONAMA 275/2001 e brindes educativos confeccionados a partir de materiais reutilizados. Além disto, todos os coletores de resíduos da USC foram identificados direcionando os resíduos para disposição mais adequada (Figura 3, Figura 4, Figura 5 e Figura 6). O fluxograma do processo de destinação dos resíduos é definido no PRGS-USC de forma a valorizar os resíduos gerados pela USC. Para padronizar foram definidos Procedimentos Operacionais Padrão – POP que auxiliam a implementação do Plano. Na linha de ação Gestão de Resíduos Sólidos, também desenvolvemos ações com o público externo. Nas ações de Educação Ambiental em comunidade, desenvolvidas pela USC, além de ser estabelecido parcerias com cooperativas, são divulgadas as cooperativas de catadores da região, seus procedimentos e pontos de coleta.



**Figura 1: Material Educativo.** **Figura 2: Coleta Seletiva USC.** **Figura 3: Coleta Seletiva ETA do Algodão.** **Figura 4: Coleta seletiva EL Paramirim.**

O Comitê de Gestão Ambiental da Unidade Regional de Caetité, considerando a capacidade de execução da USC, planejou as ações a serem desenvolvidas em 2019 conforme Tabela 1 a seguir:

**Tabela 1: Ações da Linha de Atuação Gestão de Resíduos Sólidos planejadas para realizar em 2019**

LA	AÇÃO	METAS 2018	VARIÁVEIS	INDICADORES	EVIDÊNCIA
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Revisar o PGRS - USC.	1. Avaliar e revisar do PGRS 1 vez por ano	N.º de revisão realizada	N.º de revisão realizada no ano	PRGS Documentado
	Criar e difundir procedimentos padrões para o gerenciamento de resíduos sólidos da USC	1. Avaliar e revisar os 6 POPs para destinação dos resíduos	N.º de POPs revisados	N.º de POPs elaborados no ano	POPs Documentados

LA	AÇÃO	METAS 2018	VARIÁVEIS	INDICADORES	EVIDÊNCIA
	Implementar o PGRS-USC	1. Subsidiar a coleta seletiva em todos EL da USC	Nº de EL com coleta seletiva Nº de EL da USC	Porcentagem de EL com coleta seletiva	Fotos e Tabela de destinação de resíduos
	Realizar sensibilização em educação ambiental e sanitária voltada ao PGRS	1. Realizar 2 seminários internos de sensibilização 2. Realizar 2 oficinas internas práticas de sensibilização	Nº de seminários realizados Nº de oficinas práticas realizadas	Nº de seminários realizados por ano Nº de oficinas práticas realizadas por ano	Lista de presença Fotos
	Inspecionar e registrar em formulário específico o andamento do PGRS-USC	1. Realizar 4 campanhas de inspeção do andamento do PGRS-USC	Nº de campanhas de inspeção realizada	Nº de campanhas de inspeção realizada no ano	Fotos Registro em Documento

#### SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL - SGA

Para realizar a gestão do Programa e subsidiar as tomadas de decisões de forma geral, a USC estabeleceu um Sistema de Gestão Ambiental - SGA. Este sistema permite a organização e administração das informações consideradas importantes para o gerenciamento dos sistemas, bem como, para o autocontrole dos impactos ambientais gerados na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O SGA está baseado no cumprimento da legislação ambiental vigente e na melhoria contínua do desempenho ambiental da organização.

A princípio, foi construído um banco de dados com capacidade de armazenar e sistematizar informações operacionais e gerenciais, georreferenciado, atualizado periodicamente e munido de informações relevantes à gestão dos SAA e SES. Inicialmente este banco de dados será sistematizado em planilha, com hiperlink para documentos relevantes como Licenças Ambientais, Outorgas, Relatório de Caracterização de Empreendimento - RCE, Relatórios de Avaliação dos Sistemas, Plano de Ação, Diagnóstico Simplificado dos Mananciais Catálogos e Croquis dos Sistemas, dentre outros. Parte deste Banco de Informações poderá ser acessado através do Google Earth e planilhas no Smartphone ou PC e otimizar as tomadas de decisões. Para tanto, este SGA está sendo difundido aos gestores da USC. Compreendendo a atual limitação da USC, parte da informação será difundida também através de documentos físicos.



Este programa deverá ser constituído por fases cíclicas de diagnóstico, planejamento, implementação, monitoramento e redirecionamento, se renovando a cada ano em busca de melhorias contínuas. Com esta proposta, anualmente o CGA-USC realizará uma avaliação do desenvolvimento do Programa e estabelecerá um redirecionamento elaborando um plano de ação anual. Este Programa tem caráter dinâmico, sendo assim, durante a etapa de concepção deverão ser planejadas ações que propiciem os processos de análise, gestão e monitoramento do mesmo. Para tanto, foram selecionadas algumas informações que deverão ser controladas, para que forneçam variáveis que permitam gerar indicadores possibilitando uma avaliação contínua do Programa, conforme apresentado anteriormente na **Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada. e Tabela 1**. Os indicadores foram criados pelo CGA-USC considerando a capacidade atual da USC em produzir informação, no entanto, novos procedimentos poderão ser controlados. Posteriormente este SGA-USC poderá subsidiar a alimentação de SIGWEB e impulsionar a certificação da USC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais iniciou no ano de 2018, portanto vem passando por constantes transformações e redirecionamento, por conseguinte, algumas metas e também indicadores foram moldados frente as dificuldades encontradas, empenhando-se em transformar cada problema vivenciado em oportunidades de melhoria. Mesmo considerando este Programa ainda imaturo, por ter pouco tempo de execução, acredita-se que os resultados alcançados até o momento são bastante satisfatórios e com grande potencial de gerar melhorias contínuas na gestão ambiental da Embasa, conforme descrito a seguir:

## ESTRUTURA E RESPONSABILIDADES

Para realizar a gestão socioambiental da USC, foram realizadas reuniões do CGA. Nestas reuniões foram debatidos assuntos referentes ao planejamento e à implementação do Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais, ao PRGR-USC e seus POPs e às questões referentes à regularização ambiental dentre outros, à medida que foram estabelecendo redirecionamento frente dificuldades encontradas (Figura 5 a **Figura 7**).



**Figura 5: Primeira reunião CGA-USC de 2018.**



**Figura 6: Segunda reunião CGA-USC de 2018.**



**Figura 7: Quarta reunião CGA-USC de 2018.**

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O espaço Viveiro Educador foi reformado e inaugurado como espaço educacional, em março de 2018 e até o momento já foram realizadas diversas visitas de escolas municipais. (**Figura 8 a Figura 22**). Neste espaço estão sendo estimuladas reflexões a respeito da relação da humanidade e meio ambiente, das causas e efeitos dos problemas socioambientais atuais, bem como das diferentes possibilidades de atuação. Em acordo com Santos (2002), que descreve que as ações em educação ambiental só trarão resultados efetivos se os educadores compreenderem sua responsabilidade na formação de pessoas, entendendo que terão que dialogar com problemas reais e que seu papel é impulsionar o posicionamento diante destes.

Por meio de métodos que busquem ampliar a construção de conhecimento, exercitando através de oficinas práticas o processo de produção de mudas, de coleta de sementes e campanhas de recuperação de mananciais degradados, passa a ter outro significado, mais amplo e profundo (BRASIL, 2008).



**Figura 8: Alunos na casa de sementes do Viveiro Educador.**



**Figura 9: Aluna no Viveiro Educador.**



**Figura 10: Palestra com alunos no Viveiro Educador.**

Em março de 2019, o Viveiro Educador comemorou seu aniversário de um ano, contando com a presença de colaboradores e alunos de escolas municipais da zona rural de Caetité (Figura 11, Figura 12 e Figura 13). Os alunos participaram de palestra, conheceram a ETA piloto, mini Estação de Tratamento de Água, visitaram o espaço do viveiro de mudas, onde participaram de um plantio de sementes; conheceram um minhocário e também visitaram um conceito de Bioconstrução, um galpão construído com garrafas de vidro reutilizadas, além de receberem brindes educativos. Para Vernier (et al, 2018) através de cultivo de mudas, manejo do solo, é estimulada uma sensibilidade e despertam nos alunos a relevância do cuidado com o meio ambiente.



**Figura 11:** Alunos na comemoração de 1 Ano do Viveiro Educador.

**Figura 12:** Comemoração de 1 Ano do Viveiro Educador.

**Figura 13:** Colaboradores na comemoração de 1 Ano do Viveiro Educador.



**Figura 14:** Oficina de Produção de Mudas do Viveiro Educador.

**Figura 15:** Alunos conhecendo produção de mudas no Viveiro Educador.

**Figura 16:** Vivência de alunos no Viveiro Educador.





**Figura 17:** Alunos experimentando coleta seletiva no Viveiro Educador.

**Figura 18:** Alunos vivenciando produção de húmus de minhoca.

**Figura 19:** Vivência de alunos no minhocário do Viveiro Educador.



**Figura 20:** Alunos conhecendo minhocários no Viveiro Educador.

**Figura 21:** Alunos chegando no Viveiro Educador.

**Figura 22:** Produção de mudas do Viveiro Educador.

O CGA-USC atualmente é membro Titular do Comitê da Bacia Paramirim e Santo Onofre - PASO e das Comissões de Acompanhamento de 4 Termos de Alocação de Água - TAA da Agência Nacional de Águas – ANA (Termo de Alocação de Água 2018/2019 – Reservatório Truvisco e Lagoa da Horta, no Termo de Alocação de Água 2018/2019 – Reservatório Ceraíma, no Termo de Alocação de Água 2018/2019 Reservatório Brumado e Riacho do Paulo e no Termo de Alocação de Água 2018/2019 Reservatório Zabumbão) participando ativamente das reuniões destes fóruns (**Figura 23 a Figura 25**).



**Figura 23: Reunião Comitê PASO 17.04.2018.**



**Figura 24: Reunião TAA do Reservatório Truvisco 2018.**



**Figura 25: Reunião TAA do Reservatório Truvisco 2018.**

Além das ações descritas anteriormente, diversas ações socioeducativas são desenvolvidas nas localidades que compõem a USC, dentre elas estão as visitas às estações de tratamento de água e esgoto, reuniões comunitárias, palestras educativas, participação e organização de feiras de saneamento, entre outras (Figura 27 e **Figura 34**).



**Figura 26: Jogo institucional educativo em escola municipal.**



**Figura 27: Exposição na Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Guanambi.**



**Figura 28: Jogo institucional educativo em escola municipal.**



**Figura 29: Implementação coleta seletiva na escola em parceria com CGA-USC.**



**Figura 30: Visita a ETA Algodão, Alunos de Engenharia Civil.**



**Figura 31: Visita a ETA Algodão, Alunos de Engenharia Sanitária.**





**Figura 32:** Exposição no encontro da Diretoria do Interior - DI.



**Figura 33:** Alunos em ao Laboratório da USC.



**Figura 34:** Exposição na praça do município de Caculé.

## Proteção dos Mananciais

O espaço Viveiro Educador já produziu diversas mudas nativas como: Jatobá, Tamboril, Aroeira, Pajeú, Ipê entre outras. Nas campanhas de coleta de sementes foram recolhidas muitas sementes destas espécies. Atualmente são produzidos no Viveiro, biofertilizantes naturais, húmus de minhoca, dispondo de 5 minhocários fixos e um móvel.



**Figura 35:** Produção de Mudas no Viveiro Educador.



**Figura 36:** Campanha de Coleta de sementes e demarcação de Matrizes.



**Figura 37:** Minhocário e Adubo líquido.



**Figura 38:** Semente de Tamboril em processo de germinação.



**Figura 39:** Mudas de Tamboril em processo de germinação.



**Figura 40:** Mudas de Tamboril no viveiro.

Foram realizados os Diagnósticos Ambiental Simplificados do Entorno das Captações – DASC de SAA da USC. Na medida do possível, frente a atual inconsistência de informação geoinformacional, interna e externa à Embasa e a insuficiência de recursos humanos, nestes diagnósticos são pesquisados e analisados o histórico do comportamento da quantidade e qualidade da água dos mananciais de abastecimento, bem como, um breve estudo da bacia de contribuição dos pontos de captação água para abastecimento (**Figura 41 a Figura 43**).

Para realizar as ações de recuperação de matas ciliares, foram selecionados três mananciais que terão campanhas educacionais com ações agroecológicas de plantio de mudas, a partir das sementes coletadas e das mudas produzidas no Viveiro Educador.



**Figura 41: Reservatório Truvisco - Diagnóstico Simplificado.**

**Figura 42: Poço Jacaraci - Diagnóstico Simplificado do SAA Jacaraci.**

**Figura 43: Análise histórica da Autonomia - Reservatório Rio da Caixa - SAA Rio do Pires**

Em Guanambi foi realizada uma parceria com a Rádio 106 FM, com os empresários da região e a EMBASA para realização de evento socioeducativo. Na ocasião, ciclistas percorreram 5km até a Barragem do Poço do Magro, plantaram mudas nativas da região, produzidas no Viveiro Educador, sinalizaram a área de preservação, e os próprios ciclistas realizaram a coleta do lixo espalhados no local, doando o resíduo reciclável para uma cooperativa de catadores do município. Para realização deste evento o CGA-USC além de doar mudas, distribuiu brindes educativos como: copos, para evitar o uso de descartáveis, e adesivos de identificação de coleta seletiva, para estimular a coleta seletiva da sociedade em geral.



**Figura 44: Distribuição de brindes educativos.**



**Figura 45: Plantio de Mudas Barragem do Poço do Magro.**



**Figura 46: Parcerias evento Barragem do Poço do Magro.**

Na época da chuva, em janeiro de 2019, funcionários da USC, realizaram uma campanha de plantio de mudas nativas, produzidas no Viveiro Educador, em um dos mananciais de abastecimento da cidade de Caetité, Barragem Passagem das Pedras (**Figura 47, Figura 48 e Figura 49**).



**Figura 47: Colaboradores em Plantio na Barragem Passagem das Pedras.**



**Figura 48: Campanha de Plantio com colaboradores Barragem Passagem das Pedras.**



**Figura 49: Colaborador em plantio de mudas – Barragem Passagem das Pedras.**

Durante a semana da água, em março de 2019, funcionários da USC e Prefeitura de Mortugaba, realizaram uma ação socioambiental, com palestras educativas, exposição da ETA Piloto, que culminou com plantio de mudas nativas, produzidas no Viveiro Educador, em um antigo manancial de abastecimento da cidade de Mortugaba, Riacho Duas Barras – Rio Sangradeira, hoje exaurido pela seca (**Figura 50, Figura 51 e Figura 52**).





**Figura 50:** Palestra Educativa com exposição da ETA Piloto.

**Figura 51:** Deficiente visual, conhecendo a ETA Piloto através do tato.

**Figura 52:** Colaboradores em plantio de mudas – Riacho Duas Barras – Rio Sangradeira.

Ainda no mês da semana da água, em março de 2019, a USC, a Prefeitura de Caculé e a Cooperativa de Catadores organizaram um evento de sensibilização com exposição de feira em uma praça da cidade, finalizando com uma visita na Cooperativa de Caculé (**Figura 53**, **Figura 54** e **Figura 55**).



**Figura 53:** Visita a cooperativa de Caculé.

**Figura 54:** Comemoração na Praça de Caculé – Dia da Água.

**Figura 55:** Praça de Caculé – Dia da Água.

### Gestão de Resíduos Sólidos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS foi elaborado de forma participativa no âmbito do CGA. Este possui seis POPs e está gradualmente sendo implementado na USC. A coleta seletiva é praticada na sede, nos ELs e nos SAAs. Os resíduos orgânicos do prédio administrativo da USC são

direcionados para um minhocário no Viveiro Educador, com a finalidade de produzir húmus que serão utilizados no plantio de mudas, objetivando a recuperação de matas ciliares e nascentes (Figura 43 e Figura 71).



**Figura 56: Galpão para armazenamento temporário de resíduos recicláveis e perigosos.**



**Figura 57: Produção de mudas no Viveiro Educador.**



**Figura 58: Minhocário para produção de húmus com resíduo orgânico.**



**Figura 59: Reunião na Cooperativa Catadores - Coopercicli.**



**Figura 60: Reunião da Coopercicli no Viveiro Educador.**



**Figura 61: Coopercicli realiza coleta seletiva no Viveiro Educador.**

o CGA-USC tem projetos de bioconstrução sendo implementado no espaço do Viveiro Educador (Figura 62). Neste espaço foi construído um galpão para armazenamento temporário de resíduos sólidos, a partir de garrafas de vidro. Para tanto, foram realizadas campanhas de arrecadação de garrafas usadas, do tipo “long neck” em bares de Caetité, Guanambi e Brumado (**Figura 63, Figura 64**), a proposta foi aproveitar esse material, que seria descartado na natureza. Foram arrecadadas cerca de 8.000 garrafas. O galpão é aberto para visitaç o e apresenta o do PGRS-USC. Este projeto j a est a sendo vivenciado por visitantes (**Figura 65, Figura 66 e Figura 67**).





**Figura 62: Projeto Baia Ecológica.**



**Figura 63: Campanha de coleta de garrafas.**



**Figura 64: Alunos conhecendo projeto de Bioconstrução.**



**Figura 65: Projeto Baia Ecológica.**



**Figura 66: Vivência de alunos no Baia Ecológica.**



**Figura 67: Alunos conhecendo projeto de Bioconstrução.**

Para estimular a reflexão referente a problemática dos resíduos sólidos, brindes educativos, como bloco de anotações e calendário trianual, foram confeccionados com papelão e papel rascunho, bem como kit adesivo para identificação de coletores seletivos e também copos reutilizáveis para diminuir o consumo de descartáveis.



**Figura 68: Preparação de Brindes Educativos.**



**Figura 69: Brindes Educativos reutilizados e copos, em estímulo a redução de uso descartável.**



**Figura 70: Brindes Educativos kit adesivo para identificação de coletores seletivos.**

Como forma de sensibilizar e difundir a operacionalização deste plano, foi realizado um seminário de divulgação em parceria com o núcleo de segurança da USC e uma oficina de construção de minhocário no espaço educacional Viveiro Educador (**Figura 71**, Figura 72 e Figura 73).

Tendo o propósito de contribuir para implementação dos POPs referentes a coleta seletiva, todas as lixeiras da USC foram identificadas com a cor e o nome dos resíduos que deverão ser dispostos nestas. Com o intuito de garantir a destinação adequada dos resíduos recicláveis foi assinado um termo de cooperação com a Cooperativa de Catadores de Caeté – COOPERCICLI.



**Figura 71: Oficina de construção de minhocário.**

**Figura 72: Seminário de sensibilização do PGRS-USC.**

**Figura 73: Oficina de produção de húmus no Viveiro Educador.**

## **Sistemas de Gestão Ambiental - SGA**

O Banco de Dados da USC tem contribuído de forma substancial com informações referentes a gestão ambiental. Segundo Forno (2017) elaborar um sistema de gestão ambiental é estruturar o processo sem levar em consideração o porte do empreendimento.

Nas planilhas construídas a partir dos dados sistematizados, é possível encontrar conteúdo para regularização ambiental, bem como para avaliar a operação do sistema, com a sistematização das informações em banco de dados, adquire-se subsídios para produção de documentos técnicos. Atualmente, uma parte dos Catálogos dos SAA, documento que traz informações do sistema, da USC é alimentada de forma automática por informações armazenadas em planilha eletrônica. Pretende-se que todo o catálogo possa ser alimentado de forma automática através das informações armazenadas no banco de dados. Sendo assim, é notório que por meio de manipulação de ferramentas de sistema, poderão ser feitas análises e confeccionados documentos comumente produzidos pelas áreas técnicas de forma automática. Grande parte das informações são georreferenciadas, o que permite criar um

Sistema de Informação Geográfica - SIG com tabelas de atributos para software de geoprocessamento, podendo ser confeccionados diversos tipos de mapas temáticos.

O PGRS tem seus procedimentos definidos e está sendo implementado gradativamente na USC. “Ao pensarmos a destinação final adequada dos resíduos sólidos ou líquidos, ou qualquer outra medida de gestão do processo, estamos organizando um sistema de gestão ambiental” (FORNO, 2017, p. 15).

O cadastro das partes interessadas para o desenvolvimento do Programa está sendo construído em planilha, à medida que as ações de educação ambiental estão sendo desenvolvidas. O cadastro já vem contribuindo de forma significativa para a mobilização das partes interessadas, tornando o acesso a informação mais fácil e dinâmico, podendo ser acessado, por município, por SAA ou SES, por RPGA entre outros.

A outorga é uma exigência legal e garante a prioridade de uso dos mananciais, caso estes tenham disponibilidade hídrica. Atualmente, alguns dos corpos hídricos utilizados pela USC ainda não foram outorgados. No ano de 2018, foi iniciado a montagem de diversos processos para a solicitação de outorga de captação, no entanto, apenas três obtiveram sua autorização deferida. Este baixo índice de sucesso, se deu principalmente por conta da falta de documentos específicos referentes aos mananciais ou aos SAA, como o termo de cooperação entre entes federados, o documento de propriedade, a ficha de poço e a outorga para construção de barramento. Já as outorgas de lançamento dos SES esbarraram na falta de capacidade das Estações de Tratamento de Esgoto em atender as exigências legais do órgão licenciador. Frente as dificuldades encontradas, foi percebida a oportunidade de melhorar o banco de dados com informações referentes a cada documento necessário para solicitar a outorga, desta forma foi mapeado o gargalo de cada processo.

Referente as Licenças Ambientais dos SAA e dos SES operados pela USC, parte destes não possuem as devidas licenças ambientais ou estão vencidas. Foi percebido que um dos maiores entraves foi a dificuldade de obter informação para elaborar o Relatório de Cumprimento de Condicionantes das Licenças Ambientais – RCC, documento necessário a renovação, agravado ainda, pelo não cumprimento de algumas condicionantes ambientais determinados nas licenças vencidas. Diante disto, o programa foi planejado para contribuir de forma significativa para o cumprimento das condicionantes e o banco de dados foi constituído de forma a gerar parte das informações necessárias

ao RCC e a regularização ambiental em geral, além de contribuir substancialmente com a demanda operacional.

Conforme Forno (2017), pôr um sistema de gestão ambiental em prática melhora o processo, além de minimizar e até prevenir impactos. Ainda segundo o autor, um espiral representa a melhoria continuada do processo, em que as fases irão se repetir e se refazer. Após avaliados criticamente, a elaboração dos processos, a operação, a execução da Política de Sustentabilidade da Embasa, a pesquisa e as ações de correção deverão ser implantadas para impedir um problema reconhecido.

A realização em epiciclos e a evolução é efetivada após uma avaliação e no refazer dos ciclos. Conforme Barbier (2007) sintetiza a metodologia, em uma abordagem em espiral sendo que o desenvolvimento se dá através de epiciclos, composto por diagnóstico-planejamento-ação-avaliação-diagnóstico... (Figura 76).



**Figura 1: Evolução em espiral (Design: André Lima, 2011).**

Para elaborar o banco de dados, um Grupo de Trabalho – GT (Figura 77), com representantes de diferentes áreas de atuação foi formado e em encontros periódicos vem sendo capacitados em georreferenciamento, implementando o SIG da USC (SIG-USC) (Figura 78 e Figura 79).

Atualmente, com as informações no SIG da USC, o gerenciamento e as tomadas de decisões ganham agilidade e efetividade. Com o uso do QGIS, software gratuito, com código aberto, multiplataforma podendo ser utilizado para processar dados geoespaciais (SANTOS, 2017), pode-se fazer diversos mapas temáticos e esses subsidiarão as tomadas de decisão, podendo as análises serem realizadas de forma espacial e documental.





**Figura 74: Grupo de Trabalho (GT SIG – USC).**



**Figura 75: Treinamento em Geoprocessamento – Laboratório de Cartografia UNEB.**



**Figura 76: Visita de Campo – GT SIG – USC – Barragem Cristalândia.**

## EXPECTATIVAS

Pressupõe-se que a implementação deste Programa contribua de forma significativa para o desempenho socioambiental da USC. As ações de Educação Ambiental incentivarão os públicos internos e externos a despertar a cultura de cuidado com o planeta e com as pessoas. No eixo de proteção dos mananciais serão desenvolvidos projetos efetivos de responsabilidade com as águas. Conduzido de forma pedagógica e questionadora, o Viveiro Educador estimulará o surgimento de iniciativas que fortaleçam a atuação de grupos e instituições. Por meio do PGRS – USC pretende-se implementar procedimentos para gerenciar os resíduos sólidos, buscando a redução, a valorização e a promoção de destino adequado, de forma a reduzir riscos ao meio ambiente e à sociedade.

Através da implementação do SGA, será possível controlar informações com indicadores que proporcionem avaliação e auto controle das questões socioambientais da Empresa, de forma que a Embasa melhore, continuamente sua gestão socioambiental inserindo em suas rotinas ações efetivas e eficazes para a prevenção da poluição. Com a sistematização das informações, adquire-se subsídios para produção de relatórios técnicos, sendo que, por meio da manipulação de ferramentas de sistema, poderão ser feitas análises e confeccionadas minutas de relatórios comumente produzidos pelas áreas técnicas de forma automática. As informações serão georreferenciadas, o que permitirá criar uma tabela de atributos para software de geoprocessamento, podendo ser confeccionados diversos tipos de Mapas Temáticos, sendo capazes de alimentar um SIGWEB. Manter este banco de dados atualizado é útil à gestão dos SAA e dos SES, e certamente otimizará as tomadas de decisões e posteriormente alimentará um software e impulsionará a certificação da USC.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Programa Regional de Responsabilidade Socioambiental e Proteção dos Mananciais contribuirá de forma significativa para a regularização ambiental da Unidade Regional de Caetité, pois irá cumprir integralmente três principais condicionantes da licença ambiental da USC. O banco de dados reúne informações necessárias a solicitação de outorgas e licenças ambientais, o que certamente aprimora o requerimento destas. O SGA subsidia a gestão dos SAS e SES, otimiza as tomadas de decisões e impulsiona o controle de variáveis e indicadores pertinentes à minimização dos impactos negativos e potencialização dos impactos positivos gerados na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Neste passo, a implementação do PGRS-USC contribui de forma significativa para a valorização e minimização dos resíduos gerados na USC, além de ser condicionante de licença ambiental.

As ações de Educação Ambiental trazidas no Programa serão direcionadas para a mobilização e empoderamento individual e coletivo da sociedade o que pode ser considerada uma ação de responsabilidade social. Dividida em setores de mobilização e direcionada para prefeituras e seguimentos sociais, as ações socioambientais poderão alcançar a abrangência de toda USC.

A implementação deste Programa irá contribuir de forma significativa para o cumprimento de metas corporativas, e como este tem grande parte de seus procedimentos documentados, garante o potencial de ser difundido por toda a Empresa, podendo ser capitalizado através da Comissão Técnica de Garantia Ambiental (CTGA) da Embasa por meio dos Comitês de Gestão Ambiental – CGA das Unidades Regionais. Essa comissão, formalmente constituída por diversos setores da Embasa, garantirá a transversalização das informações demandadas. É importante comentar que para o desenvolvimento deste programa, não é necessário alto investimento de recursos financeiros, já que hoje ele vem sendo implementado a partir de metas corporativas. Sendo assim, com o desenvolvimento deste Programa, a gestão socioambiental será mais eficiente o que certamente irá aperfeiçoar e efetivar os recursos investidos nas áreas socioambientais e atuar diretamente na sustentabilidade da Embasa, melhorando o desempenho socioambiental da USC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIER, René. **A pesquisa-ação** – Brasília: Liber Livro Editora, 2007. P 157.

BRANDÃO, C. R. (Org.). **Pesquisa Participante**. São Paulo: Brasiliense, 1999.

COSTA et. al, A. B. Potência de ação. In: FERRARO Jr., Luis.(Org). **Encontros e Caminhos: Formação de educadoras(es) ambientais e Coletivo Educadores**. Brasília: MMA/DEA, 2005. V.1. p.295- 302.



SANTOS, C.C. **Formação de Educadores Ambientais e Potência de Ação: Um estudo de caso.** 2002. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, USP, Piracicaba.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Educação Ambiental. **Viveiros educadores: plantando vida.** - Brasília: MMA, 2008.

FORNO, Marlise Amália Reinehr Dal. **Fundamentos em gestão ambiental.** Porto Alegre: UFRGS, 2017. Disponível em< <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad108.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

SANTO, Herondino. **Introdução ao QUANTUM GIS.** Macapá, 2017. Disponível em< <http://www2.unifap.br/herondino/files/2017/08/TUTORIAL-QUANTUM-GIS.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

VERNIER, Andrea Berro Vernier *et al.* VIVEIRO ESCOLAR: EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM QUALIFICAÇÃO DO ESPAÇO ESCOLAR. **Educação Ambiental em Ação**, [S. l.], 2018. Disponível em: <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3401>. Acesso em: 29 mar. 2019.

# Capítulo 5

## UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NO LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA ORÇAMENTAÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

*Dênis Cardoso Parente - Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas - TO (CEULP/ULBRA); Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT); Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)  
denis@ceul.edu.br*

*Aurélio Pessoa Picanço - Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (usp). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP).  
aureliopicanco@uft.edu.br*

*Sindy Nepomuceno Lima - Engenheira Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas - TO (CEULP/ULBRA). Analista de projeto da BRK Ambiental / SANEATINS.  
sindynepomuceno@gmail.com*

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo analisar a confiabilidade da utilização de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) no levantamento de serviços para orçamentação de redes coletoras de esgoto e de abastecimento de água. Como ferramenta foi utilizado um VANT, softwares para plano de voo e processamento de imagens, mosaicos de ortofotos e Modelo Digital de Superfície (MDS) da área em estudo. Por meio de imagens aéreas ortorretificadas obtidas, foram identificados os tipos de revestimentos bem como seus quantitativos, a fim de compor especificamente os itens de orçamento referentes à demolição, retirada e recomposição de passeios e pavimento de uma quadra com aproximadamente 60 ha, localizada na região Sul da cidade de Palmas - TO. Mesmo apresentando

elevado potencial de reconhecimento dos tipos de revestimento e exatidão no levantamento dos quantitativos das superfícies revestidas, cabe destacar que as condições de voo e a presença de sombras podem interferir na qualidade das imagens geradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veículo Aéreo não Tripulado (VANT), orçamento, sistema de coleta de esgoto e de distribuição de água.

## INTRODUÇÃO

Dentre as alternativas existentes para a execução de redes coletoras de esgoto sanitário e redes de abastecimento de água, o método destrutivo é a alternativa tradicional e mais utilizada. Esse método consiste na escavação de valas ao longo de toda a extensão da rede projetada, onde o sistema de tubulação é instalado de maneira direta na trincheira sobre um berço com materiais adequados (DEZOTTI, 2008).

As condições para execução das referidas redes são estabelecidas pela NBR 12266/92 (ABNT, 1992). A norma estabelece diretrizes para remoção do pavimento, abertura da vala, esgotamento, escoramento, assentamento, preenchimento da vala e a recomposição dos pavimentos e passeios.

As características de cada revestimento existente, seja asfalto, calçadas, pavimento intertravado, etc., ditam as práticas de remoção e recomposição, que conseqüentemente refletem no custo das obras. A identificação e o levantamento dos quantitativos dos trechos pavimentados e calçados onde a rede projetada será assentada precedem a elaboração dos orçamentos e são feitos por meio de inspeção visual *in loco*, uma prática dispendiosa e lenta (SEVERO, 2014).

Inserido nesse cenário, o uso de tecnologias, como informações geográficas, imageamento e aéreo, tem se despontado como ferramenta auxiliar para fins civis e científicos. Segundo Silva et al. (2015), os veículos aéreos não tripulados (VANTs) apresentam-se como uma alternativa potencial no processo de obtenção de imagens que auxiliam na identificação e caracterização de superfícies, cobertura e uso do solo.

VANTs também são às vezes referidos como sistemas aéreos não tripulados ou mesmo sistemas aéreos pilotados remotamente, capaz de transportar diferentes dispositivos de medição, podendo ser controlado manualmente por uma pessoa treinada no solo ou autonomamente de acordo com um plano de voo pré-programado (GAGO et al. 2015).

Segundo Siebert e Teizer (2014), a versatilidade e o baixo custo são algumas das principais características dessa ferramenta, pois os levantamentos oferecem a possibilidade de uma resolução temporal totalmente flexível, considerando que vários voos sobre a mesma área em épocas diferentes podem ser realizados e que são considerados mais baratos do que a aerofotogrametria. Além disso, é possível adquirir imagens aéreas com melhores resoluções espaciais, livre de interferência de obstáculos atmosféricos como nebulosidade e gases. Sendo assim obtém-se imagens com alto grau de

sobreposição, o que possibilita a visão tridimensional de objetos a partir de duas ou mais imagens planas tomadas de posições diferentes (estereoscopia).

Com uma variedade de formas, tamanhos, configurações e características, os VANTs podem operar basicamente de duas formas, uma delas a partir de um local remoto e outra de forma autônoma, através de voos programados. Na maioria dos casos os softwares de programação, controle de voo e sensores embarcados permitem que os controladores alternem entre controles manuais e autônomos, ou seja, pode haver a troca de controle durante a missão (PEGORARO et al. 2013).

Barnhart et al. (2012) menciona que os sensores de imagem podem ser instalados nas aeronaves em sistemas de fixação com liberdade e amplitude de movimento, e mecanismos de estabilização e isolamento de vibrações, com vistas à qualidade e clareza das imagens a serem captadas. Os sensores podem ser: a) eletro-ópticos, para captação da imagem real; b) infravermelhos, que captam a energia infravermelha (calor) emitida pelos objetos e a transforma em imagens, tendo assim a possibilidade da “visão noturna”; c) a laser, emitindo feixes para determinação da distância de um objeto, o que pode ser utilizado para designação de alvos.

Breen et al. (2015) relatam que a relação custo-eficácia, facilidade de utilização, flexibilidade de planejamento e implantação de voo, a disponibilidade de uma gama de sensores de alta resolução e software de pós-processamento conferem a essa ferramenta o potencial superior em relação às imagens de satélite e imagens de aviões tripulados.

Os VANTs vem sendo empregados nas mais variadas aplicações, desde entrega de produtos (RODRIGUES et al. 2014); monitoramento de doenças e infestações de insetos (GARCIA-RUIZ et al. 2013); pulverização e outras aplicações na agricultura (SIMPSON, 2003); monitoramento de impactos ambientais (LONGHITANO et al. 2011); gestão pública (PEGORARO et al. 2013), dentre outras.

Observa-se no Brasil o crescente uso de VANTs para aplicações em agricultura de precisão, como mostra o estudo de (JORGE et al. 2014), mostrando a eficiência em detectar com alta precisão a infestação de doenças destrutivas encontradas na agricultura de citros no Brasil. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) tem investido no desenvolvimento de plataformas capazes de operar nas diversas condições em áreas agrícolas, desenvolvendo softwares de sistema de captura de imagens adequadas para diferentes aplicações, bem como nos projetos de aeronaves para aplicações agrícolas.

## OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetiva analisar a confiabilidade dos referidos quantitativos extraídos de imagens ortorretificadas obtidas por sensor acoplado a Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos propôs-se obter imagens aéreas por meio de VANT e geração de ortomosaico de área específica contemplada em projetos de redes de esgotamento e abastecimento de água; identificar quais os tipos de revestimentos existentes no traçado da rede de saneamento (Rede de esgoto ou Abastecimento de água) através do produto de imagens ortorretificadas; determinar quantitativo de pavimento e passeio a serem recortados e recompostos através de produto ortorretificado; e verificar a potencialidade de utilização da ferramenta, confrontando dados reais com dados do mosaico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

Como unidade amostral para desenvolvimento da presente pesquisa, foi tomado um setor na região sul da cidade de Palmas – TO, ainda não contemplado com projetos de rede de abastecimento e esgotamento sanitário. Mesmo sem projeto previamente elaborado, levando-se em consideração somente peculiaridades, como o dispêndio de tempo e custos no levantamento dos quantitativos de pavimentos e passeios a serem demolidos e recompostos na prática de orçamentação das redes.

O setor Berta Ville, área definida como objeto da pesquisa, possuem uma área de aproximadamente 60 ha e está localizado na região sul da cidade de Palmas – TO. A escolha se justifica pelo fato de ser uma área já bem ocupada e com serviços de infraestrutura, como asfalto e calçamento já executados, subsidiando assim o alcance dos objetivos propostos.

## MATERIAIS

### VANT EBEE E SOFTWARES PARA VOO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Para a coleta das imagens foi utilizado o veículo aéreo modelo eBee, certidão de cadastro Nº PP-220920032 (Figura 1), de fabricação suíça, envergadura de 96 cm (38 pol) e autonomia de voo em torno de 30 min. É composto por uma hélice na traseira e sua construção em espuma que permite

flexibilidade e leveza (700 gramas -1,5 lbs), resultando na redução do consumo energético. A aeronave compreende uma plataforma com sensores específicos acoplados que permitem a obtenção de imagens fotográficas e vídeos. A aeronave traz incorporados sensores que possibilitam a estabilidade do equipamento em missão, bem como a transmissão de dados que garantem o acompanhamento direto da execução do voo.



**Figura 1.** VANT modelo eBee.

O planejamento de voo é elaborado por meio da estação base, desenvolvida pela mesma fabricante da aeronave (senseFly), com o seguinte conjunto: o software eMotion 2, responsável pela programação do voo e execução do trajeto da aeronave, e uma antena transmissora, que permite o acompanhamento em tempo real do sobrevoo, bem como o envio de comandos de pouso, mudanças de direção ou tomada de imagens. A interface do programa mostra informações importantes sobre o nível de bateria, temperatura ambiente, altitude, posição, duração e velocidade do voo, velocidade do vento, resolução e sobreposição longitudinal e latitudinal da área a ser sobrevoada, altitude e link do rádio.

Para processamento das imagens e geração dos mosaicos ortorretificados, a aeronave também dispõe de software específico, o Terra 3D (senseFly). Nesse processo os pontos capturados pelo GPS da aeronave são associados a cada uma das imagens.

## DISPOSITIVO DE CAPTAÇÃO DE IMAGEM (CÂMERAS)

A câmera utilizada na captura das imagens, modelo Canon RGB S110, reuniu características adequadas e compatíveis com o sistema eBee e o aplicativo de formação de ortomosaico. Dispunha de sensor Live MOS de 12,3 megapixels, com uma gama ISO de 100 a 6400, capacidade de gravar imagens em RAW (12-bit de compressão sem perdas), JPEG, JPEG + RAW, estabilizador de imagem e uma velocidade máxima do obturador de 1/4000s podendo disparar 3 quadros por segundo.

## PROCEDIMENTOS

### PLANEJAMENTO DO VOO E AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

O plano estabelecido para a presente pesquisa vislumbrou a obtenção de imagens que garantissem melhor distinção dos objetos na superfície e maior exatidão no levantamento de áreas de passeio e pavimento. Para tanto foi feito um único sobrevoo a uma altura de 120 m com sobreposição das imagens da ordem de 60% na longitudinal, 75% na lateral e resolução de 3,4 cm/pixel, resultando em sobrevoo com duração de aproximadamente 30 min. O método procura garantir que as faixas possam ser “amarradas” pelos pontos de ligação determinados na área comum e formem um bloco.

### MONTAGEM DO ORTOMOSAICO

O mosaico devidamente georreferenciado foi obtido após uma série de etapas, que envolveram a remoção dos erros e distorções causadas pelo processo de aquisição das imagens, e visou orientar as imagens com relação umas às outras e com relação à cena completa.

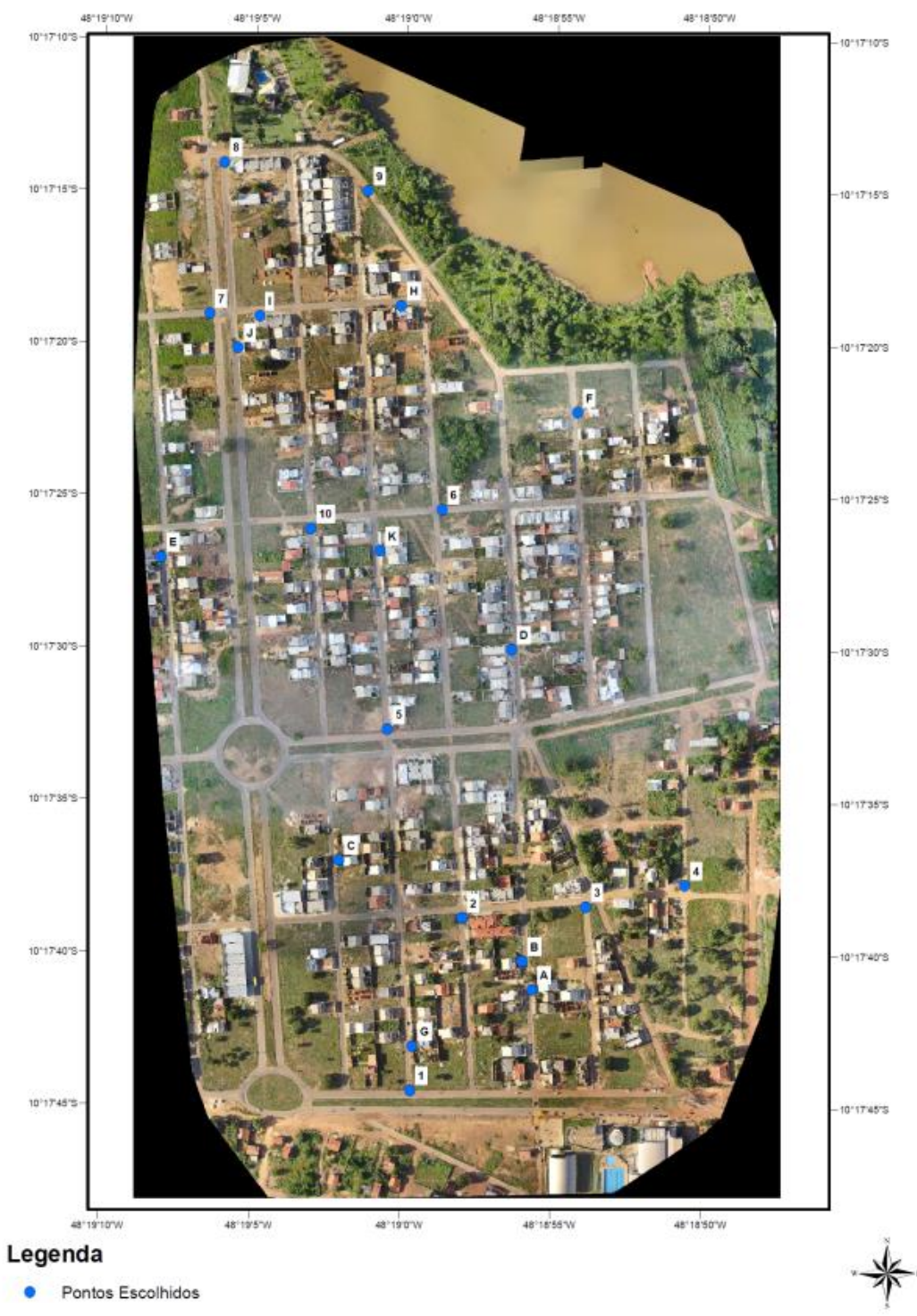
Esse processamento das imagens foi feito a partir das informações do GPS do VANT e de algoritmos próprios capazes de encontrar automaticamente os pontos de enlace entre as fotos, gerando ortomosaicos em formato tif, DEM (Digital Elevation Model – Modelo Digital de Elevação), modelo triangular 3D e nuvem de pontos georreferenciadas. Sua obtenção possibilita o levantamento de dados mensuráveis, como área e volume, facilitando a identificação de pontos imageados.

### LEVANTAMENTO DE DADOS EM CAMPO E POR MEIO DO MOSAICO

Haja vista que as redes de abastecimento e esgotamento sanitário podem ser localizadas tanto no passeio quanto no arruamento, para a obtenção dos dados levantados em campo e por meio do mosaico, foram escolhidos de forma aleatória 20 pontos na área imageada, sendo 10 trechos em ruas e avenidas e 10 trechos em passeio, de modo que a unidade amostral trouxesse diferentes tipos de revestimento,



subsidiando assim a aferição da confiabilidade da ferramenta no levantamento proposto. A Figura 2 mostra a distribuição dos pontos escolhidos, representados com numeração arábica os pontos em ruas e avenidas e com letras do alfabeto os trechos em passeio.



**Figura 2.** Distribuição de pontos escolhidos em passeio, ruas e avenidas.

Definidos os pontos, foram levantados em campo os comprimentos dos trechos e a especificação do material de revestimento. Com o mosaico gerado e com auxílio do software ArcGIS, foram levantados os mesmos dados, dos mesmos pontos e confrontados finalmente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### FOTOINTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS

O produto final do processamento das imagens resultou em um ortomosaico com boa resolução, que possibilitou a identificação dos tipos de revestimentos e acurácia nas medições. A Figura 3, ponto 1, confronta a imagem obtida pela aeronave (esquerda) com a imagem obtida em campo de um trecho de via com pavimento asfáltico. O refinamento da resolução utilizada no processo de obtenção das imagens trouxe uma riqueza de detalhes que permitiu em alguns casos, além da especificação do material, a distinção dos formatos das peças utilizadas, como pode ser observado também na Figura 3, ponto B, com imagens de um trecho calçado com peças de concreto intertravadas.



**Figura 77.** Ponto 1 (Revestimento asfáltico em travessia) e ponto B (Intertravado sextavado).

## METRAGEM DE TRECHOS EM VIAS E PASSEIOS

No orçamento de redes de saneamento básico, os itens referentes à remoção e à recomposição de pavimento são medidos em metro quadrado, onde são levantados os comprimentos dos trechos por largura de valas. Como não se adotou um projeto específico onde fossem apresentados os diâmetros das tubulações, foram levantados os comprimentos dos trechos previamente estabelecidos. Procurando atestar a confiabilidade das medidas extraídas do mosaico, estas também foram comparadas com as dimensões levantadas em campo (dados reais).

Na Tabela 1 são mostrados os comprimentos de 10 trechos em ruas e avenidas obtidos por meio do levantamento em mosaico e em campo. Percebe-se que as variações são relativamente pequenas, como por exemplo, no ponto 2, a medida extraída por meio do ortomosaico foi 5,95m e a medida em campo de 6,00m, apresentando desvio de 5,0 cm, a maior variação dentre os trechos levantados.

Tabela 2 - Dados de pavimentos em travessias de vias.

Nº	Tipo de revestimento	Comprimento Campo (m)	Comprimento Ortomosaico (m)	Varição (m)	Diferença % Individual (%)
1	Pavimento Asfáltico	6,80	6,84	-0,04	1,00
2	Pavimento Asfáltico	6,00	5,95	0,05	1,00
3	Pavimento Asfáltico	6,60	6,58	0,02	0,00
4	Terreno Natural	4,85	4,87	-0,02	0,00
5	Pavimento Asfáltico	6,62	6,59	0,03	0,00
6	Pavimento Asfáltico	6,53	6,57	-0,04	1,00
7	Pavimento Asfáltico	6,82	6,86	-0,04	1,00
8	Pavimento Asfáltico	7,65	7,68	-0,03	0,00
9	Pavimento Asfáltico	6,34	6,38	-0,04	1,00
10	Pavimento Asfáltico	6,39	6,35	0,04	1,00

A Tabela 2 traz medidas lineares obtidas em trecho de passeio com exatidão da ordem de 1,0 cm.

Tabela 2 - Dados revestimentos dos passeios.

<b>Nº</b>	<b>Tipo de revestimento</b>	<b>Comprimento Campo (m)</b>	<b>Comprimento Ortomosaico (m)</b>	<b>Variação (m)</b>	<b>Diferença % Individual (%)</b>
<b>A</b>	Intertravado sextavado	11,05	11,16	-0,11	1,00
<b>B</b>	Intertravado sextavado	11,22	11,24	-0,02	0,00
<b>C</b>	Concreto	11,14	11,13	0,01	0,00
<b>D</b>	Concreto	11,07	11,05	0,02	0,00
<b>E</b>	Concreto	11,08	11,11	-0,03	0,00
<b>F</b>	Concreto	10,55	10,54	0,01	0,00
<b>G</b>	Intertravado sextavado	11,07	11,07	0,00	-
<b>H</b>	Concreto	13,23	13,26	-0,03	0,00
<b>I</b>	Intertravado retangular	10,93	10,96	-0,03	0,00
<b>J</b>	Concreto	10,89	10,89	-0,10	1,00

Ao comparar os dados de travessias e de passeios, percebe-se que a variação média entre os dados de passeio e travessias em pavimento foi igual, da ordem de 4,0 cm, no entanto, as variações individuais obtidas em passeios foram maiores, da ordem de 11 cm, e isso pode ter sido ocasionado pela projeção da sombra de obstáculos, o que dificultou o levantamento das medidas em alguns pontos no mosaico. Em algumas situações o aspecto supracitado pode interferir e ser o fator limitante no levantamento das medidas e identificação dos revestimentos, ou seja, a posição do sol no horário dos voos é responsável pela projeção das sombras, encobrendo pontos de captura no mosaico gerado. Especificamente no ponto A, por exemplo, obteve-se a maior variação, pelo fato de haver vegetação na calçada, o que dificultou a identificação do limite deste passeio pelo ortomosaico. Assim, além da sombra, obstáculos como vegetações também causam interferência na captura dos dados. Como

forma de cobrir tais interferências pode-se planejar voos com maior sobreposição do trajeto e em horários entre as 10 e 11h da manhã.

Mesmo diante das dificuldades encontradas, pode-se observar que a variação percentual individual não ultrapassou 1,0% em ambas as situações, o que atesta o grau de confiabilidade do uso de imagens obtidas por meio de veículo aéreo não tripulado no levantamento dos quantitativos das obras de redes de abastecimento de água e redes coletoras de esgoto sanitário.

## CONCLUSÕES

A ferramenta VANT utilizada na presente pesquisa agrega agilidade e exatidão na quantificação de serviços para execução de redes, maximizando as informações por meio de imagens georreferenciadas, que poderão ser consultadas no momento oportuno, possibilitando o esclarecimento de incertezas presentes na fase de orçamentação das obras.

O método de obtenção de quantitativos em campo pode, frequentemente, ser vítima do erro humano inerente ao processo de levantamento. Esse erro, por sua vez, é passível de propagação por toda a análise de custos, causando, assim, o surgimento de novas falhas. No experimento utilizando o VANT, percebeu-se que os quantitativos são decorrentes diretos da realidade local e se forem realizados voos bem programados, os quantitativos resultarão exatos.

Além de exatos, os levantamentos por meio dos mosaicos gerados demonstraram ser rápidos. Enquanto no método tradicional o orçamentista deve mensurar objeto por objeto, serviço por serviço, percorrendo toda extensão de rede, a tecnologia VANT permite a extração dos quantitativos de forma ágil, após a geração do mosaico. Além disso, na hipótese de alteração dos projetos, os levantamentos provenientes são atualizados instantaneamente, fato que não ocorre no método convencional.

Na avaliação visual das imagens obtidas pelo sensor, RGB, observou-se grande riqueza de informações, o que facilitou a identificação dos revestimentos empregados. No que refere ao levantamento dos comprimentos dos trechos, observou-se que existe uma diferença pouco significativa em termos percentuais entre os dados levantados nos mosaicos gerados e os levantados em campo.

A metodologia mostrou-se, portanto, promissora, por apresentar resultados rápidos, podendo ser utilizada como subsídio para identificação e levantamento de quantitativos de serviços de corte e recomposição de passeios e pavimentos, dados imprescindíveis para os orçamentos das obras de rede.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12266**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.

BARNHART, Richard K. et al. **Introduction to Unmanned Aircraft Systems**. Boca Raton: Crc Press, 2012. 233 p.

BREEN, B.; BROOKS, J. D.; JONES, M. L. R.; ROBERTSONS, J.; BETSCHART, S.; KUNG, O.; CARY, S. C.; LEE, C. K.; POINTING, S. B. Application of an unmanned aerial vehicle in spatial mapping of terrestrial biology and human disturbance in the McMurdo Dry Valleys, East Antarctica. *Polar Biol*, (2015) 38:573–578.

DEZOTTI, M. C. **Análise da utilização de métodos-não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03102008-000200/.../diss\\_mcd.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03102008-000200/.../diss_mcd.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2016.

GAGO, J.; DOUTHE, C.; SOOMMAN, R. E.; GALLEGO, P. P.; RIBAS-CARBO, M.; FLXAS, J.; ESCALONA, J.; MEDRANO, H. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. *Agricultural Water Management*, 153 (2015) 9–19.

GARCIA-RUIZ, F.; SANKARAN, S.; MAJA, J. M.; LEE, W. S.; RASMUSSEN, J.; EHSANI, R. Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees Computers and Electronics. *Agriculture* v. 91 p.106–115, 2013.

JORGE, L. A. C.; BRANDÃO, Z. N.; INAMASU, R. Y. Insights and recommendations of use of UAV platforms in precision agriculture in Brazil. (C. M. U. Neale & A. Maltese, Eds.) *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVI*, v. 9239, n. 2004, p. 923911, 2014.

LONGHITANO, G. A., e QUINTANILHA, J. A. Avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas através de sensoriamento remoto por vants, *In III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos para La Reducción de los Desastres de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Havana, Cuba, 2011. III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos para La Reducción de los Desastres de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo.*, 2011.

PEGORARO, A. J. **Estudo do potencial de um veículo aéreo não tripulado/ quadrotor, como plataforma na obtenção de dados cadastrais, 2013**. Doutorado em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. 221p.

RODRIGUES R. S.; MURILO, A.; FILHO, W. B. V. Desenvolvimento de um sistema de controle embarcado para um veículo aéreo não tripulado para fotogrametria. In: *ABCM Symposium Series in Mechatronics* - V. 6, 2014.

SEVERO, R. D. **ORÇAMENTO EM OBRAS DE SANEAMENTO**. Porto Alegre: Technique Engenharia, 2014. 47 slides, color. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4453617-Orcamento-em-obras-de-saneamento-como-garan4r-um-bom-detalhamento-de-custos.html>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

SIEBERT, S; TEIZER, J. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using na Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system, *Automation in Construction*. v.41, p. 1-14. 2014.

SILVA, J. S.; ASSIS, H. Y. E. G.; BRITO, A. V.; ALMEIDA, N. V. VANT como ferramenta auxiliar na análise da cobertura e uso da terra. In: *X Congresso Brasileiro de Agroinformática*, 2015.

SIMPSON, A.D. Development of an unmanned aerial vehicle for low-cost remote sensing and aerial photography. *Master of Science Thesis. University of Kentucky*, Lexington, Kentucky. 2003.

# Capítulo 6

## ANÁLISE DA RESISTÊNCIA OFERECIDA AO SOLO PELO VETIVER NO CONTROLE DE EROSÃO E ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES DE ATERRO SANITÁRIO

*Karoline Ribeiro dos Santos (Engenheira Civil pela Universidade de Vila Velha (UVV))*

*Rafaely Rebuli Procópio (Engenheira Civil pela Universidade de Vila Velha (UVV)).*

*Michele Cristina Rufino Barbosa (Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Mestre em Engenharia Mineral pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Doutora em Geotecnia pela Universidade Federal de Ouro Preto. (UFOP). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).*

**RESUMO:** Há algum tempo a vegetação vem sendo usada como um artifício em obras civis, uma vez que contribui para a estabilidade do solo, principalmente pelo aumento da resistência ao cisalhamento que é oferecido pelas raízes. O vetiver é uma vegetação que tem se revelado eficaz e de baixo custo na estabilização de taludes e diminuição de processos erosivos, e por isso tem sido utilizada em vários países. Em razão disto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição do vetiver no aumento da resistência e controle da erosão em solo de taludes de aterro sanitário. A gramínea foi escolhida, em virtude de suas características especiais, quanto a suportar diferentes condições climáticas e ser capaz de se desenvolver em qualquer tipo de solo. Foram realizados ensaios para análise e determinação dos índices físicos do solo, permeabilidade e de cisalhamento direto por meio de amostra deformada e compactada em laboratório. Para os ensaios foram utilizadas amostras do solo antes do plantio do capim vetiver, denominado “solo sem raiz”, e após o plantio, denominado



“solo com raiz”. Com os resultados dos ensaios de cisalhamento direto, determinaram-se os parâmetros de resistência ao cisalhamento (intercepto de coesão e ângulo de atrito interno), verificando que o vetiver contribuiu com o aumento da coesão aparente ao solo. Além disso, o ensaio de permeabilidade mostrou um aumento do volume percolado no solo com raiz. Todos os dados corroboram para a conclusão de que o vetiver aumenta a resistência do solo, contribuindo para o reforço de taludes e diminuição de processos erosivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vetiver, Parâmetros de Resistência ao Cisalhamento, Aterro Sanitário, Estabilização de Taludes.

## INTRODUÇÃO

O uso de vegetação já é uma técnica utilizada há tempos para controle de processos erosivos. O vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) é uma vegetação que tem se revelado eficaz e de baixo custo na estabilização de taludes. A utilização dessa planta tem sido realizada com eficiência em vários países no controle de processos erosivos, estabilização de taludes e remediação de áreas contaminadas.

Trata-se de uma planta aromática da família *Gramineae* originária da Ásia Tropical (Índia, Sri Lanka e Malásia). Consiste em uma planta herbácea, perene, cespitosa (em moita) que chega a atingir 2 metros de altura e com raízes que podem penetrar até 3 metros de profundidade (TRUONG *et al.*, 2008).

Barbosa (2012) afirma que a aplicação do vetiver em obras de engenharia é uma alternativa vantajosa e tem apresentado excelentes resultados na estabilização de taludes de estradas, ferrovias, canais, barragens, tanto pela sua eficiência como por seus custos reduzidos em comparação com as técnicas tradicionais de engenharia.

No Brasil, tem-se utilizado vegetação em taludes de aterro sanitário, uma vez que, além de ser uma técnica de baixo custo, a vegetação faz com que o aterro sanitário fique mais harmonioso com o ambiente, sendo que algumas apresenta potencial de fitorremediação, como é o caso do vetiver.

O solo de taludes de aterro sanitário possuem fracas características coesivas do material que os recobre, são escassos de nutrientes e tem pH ácido, além do excesso de declive que pode causar erosão e contribuir para o deslizamento de terra. Todas essas características tornam o solo de difícil revegetação.

Para Orozco (2009), em atividades de revegetar taludes de aterro faz-se necessário a utilização de espécies específicas que consigam contribuir para o desenvolvimento das plantas nesses locais. Dessa forma, é preciso a escolha de uma planta que seja resistente às secas, sobreviva em condições de baixa fertilidade e tenha eficácia no revestimento do solo.

De acordo com Truong *et al.* (2008), o vetiver reúne todas as características necessárias, já que é uma planta resistente e adaptável a condições climáticas variáveis, sendo capaz de se desenvolver em diferentes tipos de solo, não possuindo necessidade de irrigação e adubação devido a sua rusticidade e tolerância à seca ou alagamento.

O estudo tem como objetivo avaliar a contribuição do vetiver no aumento de resistência oferecido ao solo, com base nos parâmetros de resistência do solo, intercepto de coesão e ângulo de atrito interno

de uma talude de aterro sanitário do Centro de Tratamento de Resíduos de Vila Velha (CTRVV), localizado na cidade de Vila Velha, Estado do Espírito Santo

## METODOLOGIA

Para verificação dos parâmetros de resistência dos solos foi selecionado um talude do aterro sanitário doCTRVV que apresentava problemas de estabilidade, devido presença vários processos erosivos e a falta de cobertura vegetal. A metodologia se dividiu em 4 etapas:

1ª Etapa: Coleta de amostras deformadas de solos e realização de ensaios de caracterização dos solos

As amostras do talude foram coletadas segundo a NBR 9.604 e levadas para o Laboratório para realização de ensaios de caracterização física, nos quais foram realizados:

- Análise Granulométrica Conjunta do Solo (NBR 7.181);
- Massa específica e massa específica aparente (NBR 6.458);
- Teor de umidade (NBR 16.097);
- Limite de Liquidez (NBR 6.459);
- Limite de Plasticidade (NBR 7.180);
- Permeabilidade de Solos (NBR 14.545).

A partir dos resultados do Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade foram determinados a plasticidade do pela diferença entre os resultados de limite de liquidez e limite de plasticidade e a consistência dos solos (Equação 1).

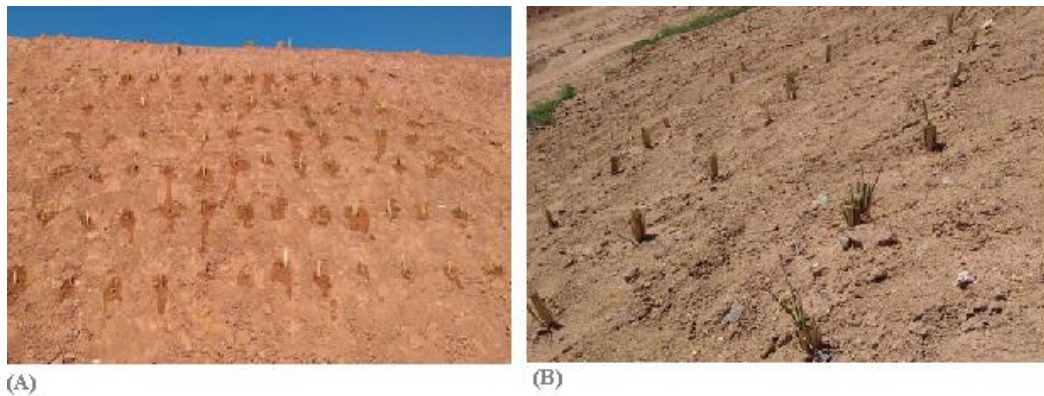
$$IC = \frac{LL-w}{LL-LP} \quad (1)$$

Onde: LL = Limite de Liquidez; LP = Limite de Plasticidade e w = Teor de umidade no estado natural

O pH do solo também foi medido por meio de um medidor de pH.

2ª Etapa: Plantio do vetiver

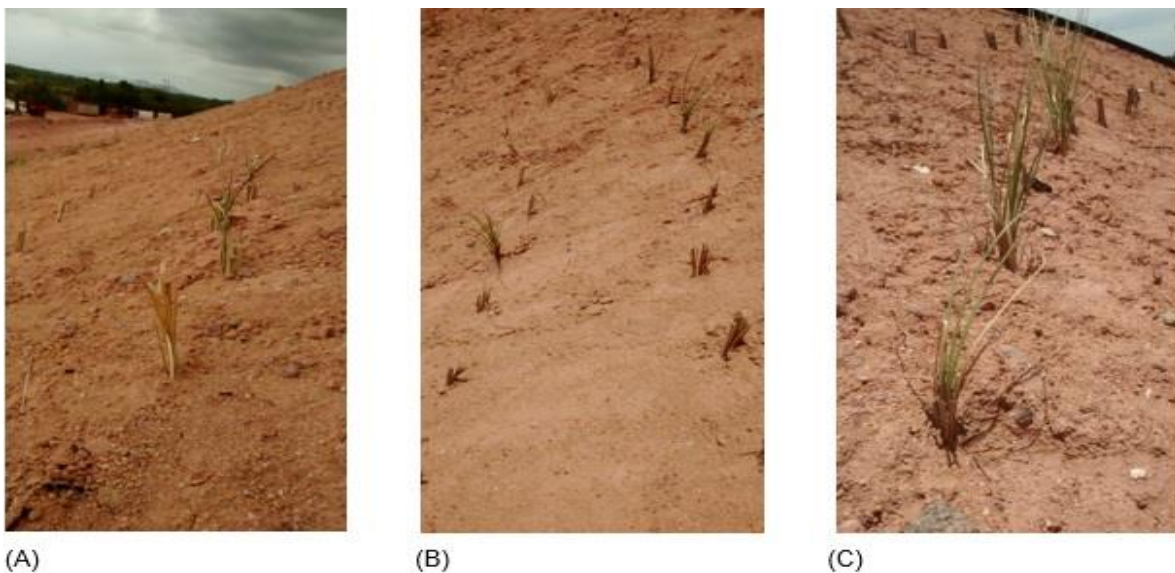
Esta etapa consistiu em plantar o vetiver no talude no mês de setembro de 2017. Foram plantadas 120 mudas (Figura 1) dispostas em fileiras com distância horizontal entre plantas de 40 cm e distância vertical de 1m, com profundidade das valas de 5 cm, seguindo recomendações de Lopes (2005) e Pereira (2006). O plantio aconteceu em período de chuva e em solo in natura.



**Figura 1: (A) Mudras do vetiver no dia de plantio e (B) Uma semana após plantio**

### 3ª Etapa: Monitoramento do crescimento das mudras de vetiver

Esta etapa consistiu em visitas semanais durante um período de 8 meses. Foi feito um acompanhamento fotográfico das plantas, afim de avaliar o crescimento e desenvolvimento das mesmas (Figura 2).



**Figura 2: (A) Mudras do vetiver um mês após plantio, (B) três meses após plantio e (C) 8 meses após plantio**

## 4ª Etapa: Coleta de solo do talude com vetiver e realização de ensaios de resistência

Os ensaios da primeira etapa foram realizados novamente para verificar se houve alteração das características do solo sem vegetação e após plantio do vetiver. Além disso foram realizados ensaios de Cisalhamento direto de acordo com a ASTM D 3080 com solo sem vegetação e com plantio de vetiver para verificar se o vetiver contribui para o aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

O preparo das amostras foi realizado de acordo com a NBR 6457/86, seguindo os procedimentos usados em um ensaio de compactação, quanto a secagem à umidade higroscópica, destorroamento e peneiramento.

Não foi possível realizar a coleta de amostra indeformada do solo, devido ao tipo de solo do talude escolhido estar muito seco, solto e erodido, além de se tratar de talude de aterro sanitário onde as camadas de solo que cobrem o lixo são de 30 cm. Sendo assim, foram coletadas amostras deformadas de solo e as mesmas foram compactadas em laboratório e moldadas de acordo com o Índice de Suporte Califórnia NBR 9895/87. A moldagem do corpo de prova foi realizada seguindo a NBR 7182/86, em um cilindro grande utilizando energia de compactação de Proctor Normal e umidade ótima de 17,60%.

Foram moldados dois corpos de prova cilíndricos grande, um com amostra de solo com raiz e o outro sem raiz. De cada um destes, foram retirados outros 3 corpos de prova para a realização do ensaio de cisalhamento. Esses corpos de provas foram obtidos através da cravação de anéis metálicos padronizados para a realização deste ensaio. Para cada corpo de prova confeccionado anotou-se suas dimensões (altura e lado).

Os ensaios de cisalhamento direto foram feitos com tensões normais de 100 KPa, 200 KPa e 300 KPa e a partir deles foram obtidos os valores de intercepto de coesão e ângulo de atrito interno do solo sem vegetação e após plantio do vetiver aplicando o Critério de Mohr – Coulomb (Equação 2):

$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg}\phi \quad (2)$$

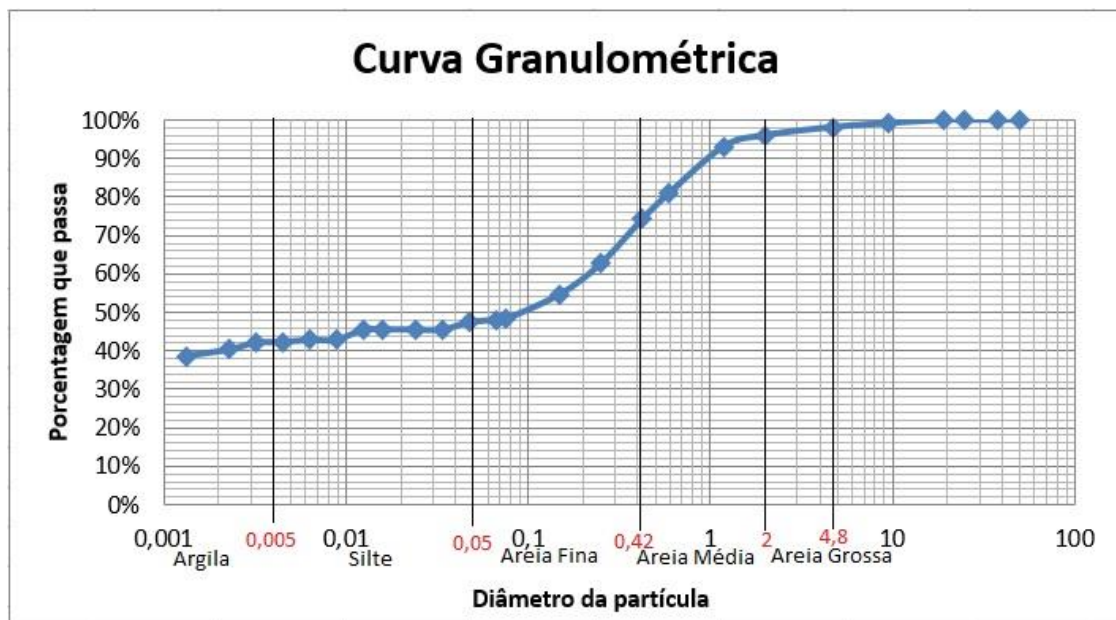
Onde:  $\tau$  = resistência ao cisalhamento do solo;  $c$  é o intercepto de coesão;  $\sigma$  é a tensão aplicada e  $\phi$  é o ângulo de atrito interno.

Os resultados foram comparados para verificar se o vetiver contribui para o aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

## RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SOLOS

Não houve variação das características físicas com a implantação do vetiver, ou seja, o solo tanto sem vegetação como com o plantio de vetiver apresentou aproximadamente os mesmos valores.

A análise granulométrica conjunta do solo está apresentada pela curva granulométrica da Figura 3 no qual foi definido como uma areia argilosa segundo escala da ABNT.



**Figura 3: Curva granulométrica do Solo**

A Tabela 1 apresenta os resultados dos outros parâmetros físicos analisados. O índice de plasticidade e índice de consistência do solo apresentaram respectivamente, plasticidade média e consistência dura. O solo de estudo também apresentou um pH ácido, com um valor de 5,01.

**Tabela 1: Resultados dos parâmetros físicos do solo**

Ensaio	Resultado
Massa Específica dos Grãos	2,40 g/cm <sup>3</sup>
Teor de Umidade Natural	16,43%

Densidade do solo	1,58 g/cm <sup>3</sup>
Limite de Liquidez	39,8
Limite de Plasticidade	24,96

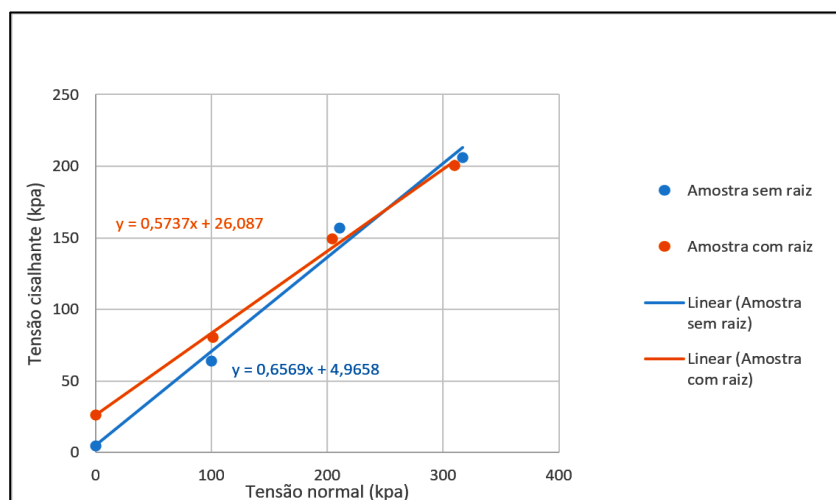
Com os resultados de caracterização física determinou-se o índice de vazios do solo (e) e pelo ensaio de permeabilidade foi possível verificar o volume de água percolado do solo sem vegetação, denominado solo sem raiz e solo com plantio do vetiver, denominado solo com raiz. Os resultados podem ser vistos na Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados ensaio de Permeabilidade do Solo**

Volume de água Percolado			
	Volume (cm <sup>3</sup> )	e	Volume percolado (cm <sup>3</sup> )
<b>Solo sem raiz</b>	317,87	0,32	77,32
<b>Solo com raiz</b>	288,24	0,39	80,68

RESULTADOS DO ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

Os resultados dos ensaios de cisalhamento direto do solo sem vegetação e com plantio de vetiver estão apresentados na Figura 4 e Tabela 3.





**Figura 4: – Envoltórias de ruptura da amostra de solo sem raiz e com raiz de vetiver****Tabela 3: Resultados obtidos do ensaio de cisalhamento direto**

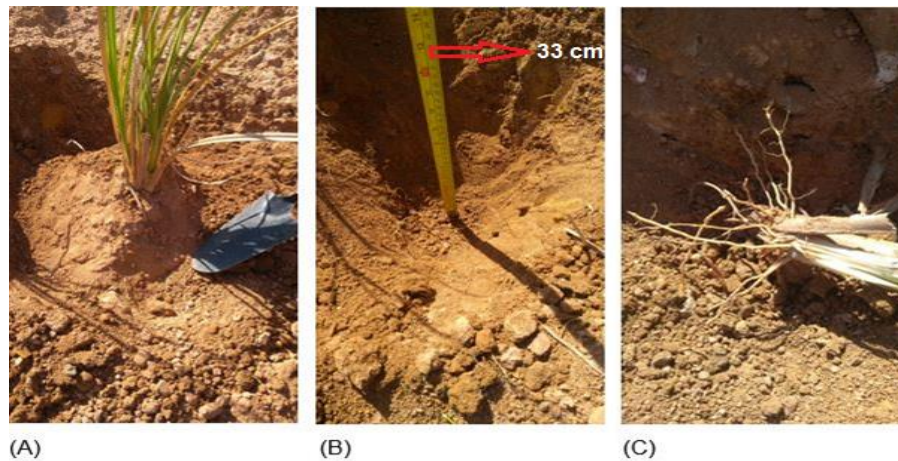
Material	Ângulo de atrito (°)	Coesão(KPa)
Solo sem raiz	33,301	4,966
Solo com raiz	29,843	26,087

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os ensaios de caracterização física do solo deram resultados típicos de solos finos devido à presença de 42% de argila. Segundo Ortigão (2007), solos arenosos tendem a apresentar maior resistência, pois quando submetidos a forças externas tendem a ocupar os espaços vazios mais facilmente, aumentando assim o contato entre os grãos. Em casos de solos finos como a argila e o silte, a análise de resistência é mais complexa, uma vez que seus grãos têm maior suscetibilidade à mudanças quando expostos a determinados processos físicos, químicos ou climáticos, e essa variação fará com que aumente ou diminua a resistência desse solo.

Por meio do monitoramento das mudas do vetiver observou-se que a maioria das plantas não sobreviveu, restaram apenas 12. Acredita-se que isso se deve as condições climáticas, baixa espessura do solo acima da camada de resíduo, solo ser pobre em nutrientes e apresentar um pH ácido, o que contrapõe às afirmações dos autores como Pereira (2006) e Truong *et al.*, (2008), de que a espécie é indicada para ser usada em qualquer tipo de clima e solo.

As plantas que sobreviveram apresentaram um bom crescimento e profundidade de raízes ficou em torno de 30 cm, conforme mostra Figura 5.



**Figura 5: (A) Coleta de amostra deformada de solo – março de 2018; (B) Profundidade da raiz do capim Vetiver; e (C) Raiz do vetiver.**

Foi possível observar que a presença de raízes no solo aumentou o número de vazios do solo e conseqüentemente o volume de água percolado no solo com raiz em comparação ao solo sem raiz.

Fiori e Carmignani (2009) diz que a presença de raízes no solo tende a aumentar a infiltração de água no solo. Além disso, o autor relata que quanto maior o número de vazios, maior será o coeficiente de permeabilidade. Corroborando com o autor, Coelho e Pereira (2006), Barbosa (2012) e Truong *et al.*, (2008), relatam que a presença de raízes e ramos aumentam a rugosidade da superfície, diminuindo o escoamento superficial e aumentando a taxa de infiltração no solo, a porosidade e os canais de sucção.

Comparando os parâmetros de resistência ao cisalhamento percebe-se que houve uma pequena variação do ângulo de atrito que diminuiu e um aumento considerável da coesão no percentual de aproximadamente 525%.

Sabe-se que quanto maior a coesão do solo, mais compacto este se encontra e maior é a sua resistência. Dessa forma, o resultado de coesão alcançado nesse trabalho corrobora com Barbosa (2012) e Lemes (2001), que afirmam que o aumento da coesão aparente é a principal contribuição das raízes para o solo, no que se diz respeito à resistência ao cisalhamento. A autora ainda afirma que as raízes do capim vetiver oferecem uma parcela de coesão aparente ao solo, o que auxilia no processo de estabilidade.

Embora a recomendação para uma avaliação efetiva da atuação da raiz no reforço do solo seja com 3 anos de plantio, para este estudo, os ensaios ocorreram com apenas 8 meses de cultivo. Porém, mesmo com pouco tempo, foi possível perceber o aumento considerável da coesão do solo com a raiz.

Estudos realizados por autores como Ziemer (1981), Tengbeth (1989) e Waldron (1997), revelam que o reforço dado pelas raízes ao solo pode ser significativo no aumento da resistência, mesmo quando há uma baixa densidade das mesmas. Segundo Fiori e Carmignani (2009), a coesão aumenta de acordo com o aumento da densidade das raízes, ou seja, a planta exercerá maior influência junto a superfície do solo, pois é onde se encontra maior densidade das raízes.

Embora o ângulo de atrito também seja considerado um parâmetro de resistência, observou-se neste estudo que não houve alteração significativa deste parâmetro, corroborando com autores como Chaulya et al. (2000) e Barbosa (2012), que também concluíram em suas pesquisas pouca variação do ângulo de atrito, o que leva a concluir que o principal parâmetro de resistência do solo em relação à presença de raízes é o aumento significativo da coesão.

Com o resultado do ensaio de cisalhamento juntamente com a análise da permeabilidade, pode-se afirmar que houve um aumento da resistência e da água percolada no solo, resultando no aumento da estabilidade do talude e redução da erosão devido a diminuição do escoamento superficial. Mesmo com pouco tempo de plantio foi possível perceber o aumento considerável da coesão do solo com a raiz.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem indicar as seguintes conclusões:

Foi possível avaliar que a presença do capim vetiver no solo contribuiu para o aumento da coesão do solo, portanto houve um aumento de resistência.

Foi verificado em campo diminuição dos processos erosivos e estabilidade do talude de estudo, mesmo com a presença de poucas plantas.

Embora a literatura afirme que as raízes do vetiver podem chegar até 3 metros de profundidade, isso não foi evidenciado em campo. A morte de algumas plantas deve-se ao fato de se tratar de um solo de aterro sanitário onde há uma escassez de nutrientes e pH ácido. A profundidade das raízes do vetiver deve estar relacionada ao tipo de solo, idade da planta, condições climáticas, dentre outros fatores.

Em relação a permeabilidade do solo, ficou evidenciado que as raízes contribuíram para o aumento da mesma, o que leva a diminuição do escoamento superficial e conseqüentemente da erosão do solo.

Como o solo do talude estudado nesta pesquisa é um solo de aterro sanitário, e o tempo máximo para a planta se desenvolver foi de apenas 8 meses, é possível dizer que o aumento da resistência se dá para rupturas rasas, já que o tamanho máximo alcançado pela raiz foi de 30 a 40 cm.

Devido todos os resultados é possível afirmar que o vetiver é eficiente para a estabilização de taludes. Recomenda-se uma avaliação para um prazo de plantio maior e diferentes tipos de solos para verificar melhores resultados de reforço do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6458: Determinação da massa específica, massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16097: Determinação do teor de umidade do solo. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14545: Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável. Rio de Janeiro, 2000.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D 3080: Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions. West Conshohocken, PA, 1998.

BARBOSA, M.C.R. Estudo da aplicação do vetiver na melhoria dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de solos em taludes. Ouro Preto, 2012. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.

CHAULYA, S. K.; SINGH, R. S.; CHAKRABORTY, M. K. e SRIVASTAVA, B. K. Quantification of stability improvement of a dump through biological reclamation. Geotechnical and Geological Engineering, n. 18, p.193-207, 2000.

COELHO, A. T; PEREIRA, A, R . Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas. Boletim Técnico. Belo Horizonte: Editora Fapi Ltda, 2006.

FIORI, A.P. e CARMIGNANI, L. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas, aplicações na estabilidade de taludes. 2.ed. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2009.

LEMES, M.R.T. Revisão dos efeitos da vegetação em taludes. Porto Alegre, 2001. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LOPES, M. H. Capim Vetiver. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas –SBRT. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

OROZCO, M. M. D. Caracterização da Gramínea Vetiveria Zizanioides para Aplicação na Recuperação de Áreas Degradadas por Erosão. Belo Horizonte, 2009. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, 2009.

ORTIGÃO, J. A. R. Introdução a Mecânica dos Solos dos Estados Críticos. 3ª edição. Rio de Janeiro: Terratek, 391p. 2007.

PEREIRA, A. R. Uso do Vetiver na estabilização de taludes e encostas. Boletim Técnico. Belo Horizonte: Editora Fapi Ltda, 2006.

TENGBETH, G. T. The Effect of Grass Cover on Bank Erosion. Silso e College, Cranfield Institute of Technology. PhD Thesis. 234p. 1989.

TRUONG, P.; VAN, T. T. & PINNERS, E. Vetiver System applications: technical reference manual. 2 ed. Vietnam: The Vetiver Network International, 2008.

WALDRON, L. J. The Shear Resistance of root-permeated homogeneous and stratified soil. J. Soil Sci. Soc. Am., n. 41, p. 843-849, 1997.

ZIEMER, R. R. Roots and Stability of Forested Slopes. Int. Assoc. Hidrol. Sci., n. 132, p. 343-361, 1981.

# Capítulo 7

## PRODUÇÃO DE TIJOLOS DE CONCRETO INTERTRAVADO POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Alice da Costa Silva (Bacharelado de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN - Natal/RN)*

*alicecostacs1@gmail.com.*

*Brismark Góes da Rocha (Professor Adjunto do Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN- Natal/RN,*

*brismarkrocha@gmail.com*

**RESUMO:** Esse estudo apresenta a análise da reutilização do resíduo de construção civil (RCC), na produção de tijolos de concreto intertravados, tendo como prioridade verificar a resistência à compressão e fazer a comparação entre tijolos convencionais e os tijolos de resíduos. Para isso, foram produzidos dois grupos de tijolos, um grupo convencional (controle), denominado de A, e outro produzido com RCC, denominado R, cada grupo contendo seis amostras (NBR 9781/2013). Para alcançar os objetivos, foram realizados testes de absorção de água, e teste de resistência à compressão axial. Por meio dos resultados obtidos nesses testes, foi feita a comparação entre os grupos, e para isso foi utilizado o teste estatístico não paramétrico qui-quadrado ao nível de significância de 5%, o que foi possível concluir que os grupos não apresentam diferenças significativas no teste de absorção de água e no ensaio mecânico de resistência à compressão.



Porém, esses tijolos não poderão ser utilizados para o tráfego de veículos leves, pois, apresenta a taxa de resistência à compressão inferior a 35 Mpa (NBR 9781/2013), isso se deu pelo fato de não ter sido realizada a prensagem no processo de fabricação.

**Palavras-chave:** Resíduos da construção civil. Tijolos de concreto intertravados. Ensaio mecânico de resistência à compressão. Teste estatístico qui-quadrado.

## INTRODUÇÃO

O meio ambiente vem sofrendo cada vez mais com as agressões do homem, e atualmente é observado uma preocupação das pessoas com os problemas do impacto ambiental de tal forma que têm surgido pesquisas que busca analisar formas de reduzir a agressão do homem.

Com o crescimento da construção civil, o elevado número de descarte de materiais tem aumentado significativamente, de forma que acaba afetando diretamente o meio ambiente de diversas formas, como por exemplo: contaminação do solo, do ar, da água e uma enorme geração de resíduos.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, documento divulgado pela ABRELPE (2017), uma pesquisa feita pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública - ABRELPE no ano de 2017 no Brasil, constatou que nesse mesmo ano a geração de resíduos foi de 78,4 milhões de toneladas o que representa crescimento de 1% em relação a 2016, passando de 212.753 toneladas por dia para 214.868 t/dia.

De pequenas reformas domiciliares a grandes obras, cada brasileiro produz por ano cerca de meia tonelada de resíduo de construção civil, aponta o presidente do Instituto Nova Ágora de Cidadania (Inac), Carlos de Matos Leal (ABRECON, 2011).

Sabendo o quanto de Resíduos da construção civil (RCC) são desperdiçados, foram buscadas formas para sua reutilização com a finalidade de reduzir as agressões ao meio ambiente. De modo que tivemos a ideia de produzir um tijolo com a utilização desses resíduos, para solucionar esse problema que é a grande geração de resíduos, que vem a prejudicar o meio ambiente e para agregar valor aos agregados, surgiu interesse na realização desta pesquisa.

Para realização desse estudo foram utilizados dois tipos de pesquisas: bibliográfica e experimental, a pesquisa bibliográfica serviu para obter um embasamento sobre o assunto e o experimental para que assim possamos analisar o uso dos resíduos na produção de tijolos.

Em seguida, foram feitos ensaios mecânicos de resistências à compressão individualmente, com base na NBR 9781/2013. De modo que, os tijolos também foram submetidos ao teste de absorção de água, que foi feito, submergindo os corpos de prova em água e posteriormente verificando a sua massa até obter peso constante, após a obtenção dos resultados, foram realizadas comparações entre os tijolos produzidos e os tijolos convencionais.

Os dados obtidos dos ensaios mecânicos bem como o teste de absorção de água, foram comparados entre os percentuais por meio de um teste Estatístico não paramétrico Qui-Quadrado com um nível de significância de 5%.

## OBJETIVOS

Essa pesquisa tem como finalidade fazer uso de resíduos da construção civil na fabricação de tijolos, a fim de propor a substituição dos tijolos convencionais por tijolos a base de resíduos.

## METODOLOGIA

Para iniciar o experimento foi confeccionado um molde de metal, ele possui as seguintes dimensões internas: largura de 100,96 milímetro (mm), o seu comprimento é de 201 mm, e tem como espessura 61 mm. Essas medidas foram adotadas segundo a norma da NBR 9781/2013 que diz que um tijolo de concreto deve ser uma peça de forma retangular e que a sua dimensão interna mínima seja 97 mm x 197 mm x 60 mm (largura x comprimento x espessura).

O passo seguinte foi buscar os materiais a serem utilizados, que foram: a areia, água, o cimento e o resíduos de construção civil. O resíduo foi cedido pela empresa conhecida como “Grupo Duarte”, e coletado na sua usina de reciclagem situada no município de São José de Mipibu/RN. O material coletado já veio tratado, sem as impurezas, e é constituído de areia, pó de cerâmicas, pó de cimento, pó de gesso, e pó de tijolo e possuindo a gramatura de 4mm.

Então foram produzidos tijolos de dois tipos, os quais foram nomeados de amostras A, para o Grupo A, de tijolos convencionais, isto é, com área, cimento e água e o Grupo R, com resíduo, cimento e água, para ambos grupos foram realizadas 6 repetições, os tijolos convencionais foram produzidos para serem utilizados como grupo controle para poder ser comparado com os tijolos do segundo grupo (tipo R), pois, através dos tijolos comerciais não teríamos dados precisos sobre sua produção e assim poderia ser introduzido vício na pesquisa.

Para a produção do grupo A, fizemos a utilização do traço 3:2:1 (areia, cimento, água), foram utilizados 1930 g areia, 500 g de cimento e por fim 320 ml de água, fizemos as medições numa balança eletrônica digital de até 40 kg, cortamos três garrafas que serviram como vasilhas para a pesagem, lembrando que foram pesadas individualmente e sem o material dentro, para que assim fosse desconsiderado as suas devidas massas.

Já para o grupo R, o traço adotado foi o mesmo utilizado pelo convencional 3:2:1 (resíduos, cimento e água) foram usados 1910 g de resíduos, 500 g de cimento e 440 ml de água obtendo a massa final de 2850 g. Assim como para os tijolos convencionais (grupo A), os produzidos com o agregado (grupo R) também foram pesados na mesma balança eletrônica digital.

Devido ao fato da areia comum ser de gramatura 2 mm e os resíduos de construção civil terem a sua gramatura de 4 mm, justifica a diferença entre as concentrações para os grupos A e R.

Para ambos os tipos de tijolos, após realizada a mistura homogênea feita manualmente, as mesmas foram colocadas cuidadosamente no molde que foi vedado com silicone para não haver vazamento da mistura, e em seguida os conteúdos foram sendo assentadas por batidas feitas utilizando um martelo de borracha de face plana, as batidas também serviam para a tirar o excesso de água e de ar, evitando a formação de espaços.

Preparadas as amostras foram realizadas comparações entre os dois grupos, as quais foram consideradas duas hipóteses, a  $H_0$ , conhecida como a hipótese de nulidade, ou seja, não há diferença significativa entre os grupos, e a hipótese alternativa  $H_1$  que é a hipótese alternativa, isto é, a existência de diferença significativa entre os grupos. Todos os testes comparativos entre os grupos de momento em diante foi utilizado o teste estatístico não paramétrico Qui-quadrado ao nível de significância de 5%.

As amostras foram submetidas ao tempo de cura onde o Grupo A, teve em média 46 dias de cura e o Grupo R, 45 dias. Comparando o tempo de cura entre os Grupos, foi encontrado  $p \leq 0,9919$  ( $p$  corresponde a probabilidade de rejeita  $H_0$ ) o que pode ser concluído que a diferença média de um dia no tempo de cura entre os Grupos, não é significativa.

O primeiro teste que os grupos foram submetidos foi o de absorção de água, para a realização dele foi preciso seguir a NBR 9781/2013 a qual as amostras foram submergidas (figura1) á uma temperatura de  $(26 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , durante 24 h.

Figura 78: Corpo de provas submersos a água.



Fonte: Autor.

Os tijolos saturados foram retirados da água e pesados individualmente duas vezes ao dia para a pesagem sempre secando a sua superfície, logo após os corpos de provas saturados foram colocados na estufa com temperatura de 110 °C durante 24 horas

Após a secagem foi realizada mais uma pesagem dos corpos de prova para obter a massa do corpo de prova seco. Para a obtenção do resultado da absorção de água foram realizados cálculos seguindo a NBR 9781/2013, e utilizando a seguinte equação:

$$A = \frac{m2 - m1}{m1} \times 100$$

Onde:

- A – é a absorção de cada corpo de prova, a qual é expressa em porcentagem (%);
- m1 – é a massa do corpo de prova no seu estado seco, expressa em gramas (g);
- m2 – é a massa do corpo de prova saturado, expressa em gramas (g);

Tabela 1: Massa obtida pelos grupos A e R (g).

RESULTADOS	MASSA SECA	DEPOIS DE SUBMERGIR
Média Grupo A	2360,33	2610,67
Média Grupo R	2106,00	2430,67

Desvio Padrão	30,19	36,73
Grupo A		
Desvio Padrão	12,17	19,99
Grupo R		

Fonte: Autor.

Depois de feita a análise dos dados, ambas as amostras foram encaminhadas para o teste Resistência à compressão. O mesmo foi realizado no dia 15 de junho de 2018, no laboratório de materiais e construção do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), no Campus Central que fica localizado em Natal/RN.

Após ser atingindo o tempo de cura, os corpos de prova passaram por um processo de capeamento a fim de nivelar toda a superfície, para que a carga seja distribuída por igual durante todo o corpo de prova. O capeamento foi feito com argamassa de cimento e saturação em água no período de 24 horas. Feito isso as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão obedecendo às prescrições da NBR 9781/2013.

Após passar pelo processo de capeamento os corpos de prova foram comprimidos por meio da utilização de uma prensa hidráulica elétrica (figura 2) com capacidade de 100 t, também foi utilizado duas placas auxiliares circulares com um diâmetro de  $85 \pm 0,5$  mm e a espessura mínima de 20 mm.

Figura 79: Corpo de prova no processo de compressão.



Fonte: Autor.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dessa pesquisa estão relacionados a capacidade de absorção de água e a resistência a compressão dos corpos de prova que foram confeccionados. A tabela 2 mostra os resultados obtidos pelo teste de absorção de água, o qual é obtido pela diferença entre a massa seca e a massa saturada dos corpos de prova em água à temperatura de  $26 \pm 5$  °C, por 24 horas. Na seção anterior foi mostrado como se deu a realização de todo o processo determinado para a absorção de água seguindo as exigências da NBR 9781/2013.

Os resultados mostrados na tabela a seguir possuem um intervalo de confiança (IC) de 95% ( $6,15 \pm 0,62$ ) para o Grupo A (Tijolo convencional), e o IC de 95% ( $10,23 \pm 0,62$ ) para Grupo R (Tijolo de Resíduos de construção civil).

Tabela 2: Resultado do teste de absorção (%).

AMOSTRAS	GRUPO A	GRUPO R
1	7,11	10,78
2	6,43	10,31
3	6,25	11,07
4	6,23	10,92
5	7,21	11,09
6	7,41	10,95
<b>Média</b>	6,77	10,85
<b>Desvio padrão</b>	0,48	0,26

Fonte: Autor.

Segundo a NBR 9781/2013, as amostras devem apresentar a absorção de água com o valor médio menor ou igual a 6%, não sendo admitido nenhum valor maior ou igual a 7%. Isso implica na não adequação dos Grupos a mesma, pois, a média do Grupo A é de 6,77% e o Grupo R de 10,85%.

A Não adequação da absorção da água os Grupos pode ser atribuída ao processo de fabricação, pois, como não foi aplicada uma carga sobre os corpos de prova no momento da fabricação, ou seja, não foi feita a utilização de uma prensa, os espaços entre os agregados foram preenchidos com água e para mensurar a massa seca dos corpos de provas foram colocados na estufa ocorrendo a evaporação da água ficando os espaços entre os agregados vazios, e ao ser submetidos a saturação esses espaços foram ocupados com água, daí no teste de absorção o resultado não foi adequado a norma.

Segundo a NBR 9781/2013 é esperado que os tijolos produzidos tenham resistência característica a compressão (f<sub>pk</sub>), após 28 dias, maior ou igual a 35 megapascal (Mpa). Tendo em vista que as amostras foram ensaiadas com idade superior aos 28 dias, elas devem apresentar a sua f<sub>pk</sub> equivalente a 80% conforme especificado na NBR 9781/2013.

Na tabela a seguir, separamos os valores obtidos, por cada amostra, durante o Teste de Resistência à Compressão, fazendo uma comparação entre os Grupos por meio do teste estatístico qui-quadrado obtemos  $p \leq 0,9919$  logo, não há diferença significativa ao nível de 5% entre ambos, o que implica dizer que as amostras produzidas com os resíduos de construção civil e o convencional são equivalentes.

Tabela 3: Teste de Resistência à compressão (Mpa).

AMOSTRAS	GRUPO A	GRUPO R
1	12,40	6,90
2	9,60	10,30
3	11,00	8,90
4	12,90	8,60
5	7,20	6,90
6	10,40	7,50
<b>Média</b>	10,58	8,18
<b>Desvio padrão</b>	1,88	1,22

Fonte: Autor

No entanto, se for tomado como referência a NBR 9781/2013 os tijolos produzidos não se aplicam a suas devidas utilizações por terem apresentado no Teste de Resistência à compressão uma média de 10,58 Mpa no Grupo A e 8,18 para o Grupo R. Este resultado é atribuído, assim como no teste de absorção, à sua fabricação, uma vez que como não houve a utilização de uma prensa os corpos de prova não foram submetidos a uma determinada carga, a qual faria os espaços vazios serem preenchidos. Porém, foi observado que segundo a NBR 7170, os tijolos cerâmicos de alvenaria devem ter no mínimo uma resistência entre 1,5 Mpa e 4,0 Mpa, o que implica dizer que os corpos de prova produzidos podem ser utilizados em substituição aos tijolos de alvenaria.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi produzir tijolos de concreto intertravados por meio da utilização de resíduos da construção civil, para fins de fazer uma comparação com os tijolos convencionais como grupo

controle e assim poder comparar por meio de teste estatístico ao nível de significância 5% há existência de diferença significativa entre os grupos. Comparação essa feita por meio do auxílio do Excel/2017 e do software estatística versão 10, um programa computacional muito utilizado para cálculos estatísticos.

Uma vez que, todos os corpos de provas, tanto os do Grupo A, tijolos convencionais, quanto os do Grupo R, produzidas com resíduos, não atingiram os valores esperados nos testes de absorção de água e de resistência à compressão, pois, a sua taxa de absorção foi superior a 6% e a sua taxa de resistência foi inferior a 35 Mpa, segundo a NBR 9781/2013, os corpos de prova não poderão ser utilizados na construção de vias para tráfegos de veículos leves. Isso se deu devido a sua fabricação, em razão de não ter sido feito o processo de prensagem, onde os espaços vazios foram preenchidos com água em vez de agregados.

No entanto, com a obtenção de todos os resultados nas comparações feitas entre ambos os grupos A e R, por meio de testes estatísticos não paramétricos ao nível de significância de 5%, conclui-se que ambos os grupos são equivalentes, o que implica dizer que os resíduos da construção civil podem ser utilizados para produção de tijolos intertravados, porém, pelo método adotado na fabricação dos corpos eles não podem ser utilizados para substituir os tijolos de concreto intertravados comerciais, na construção de vias para tráfegos de veículos leves.

De forma que, através dessa pesquisa foi possível observar que pelo método o qual os tijolos foram produzidos, eles não poderiam ser utilizados para fins estruturais. No entanto, os tijolos desenvolvidos podem proporcionar relevante efeito benéfico ao meio ambiente, uma vez que, o uso dos resíduos faz com que ocorra a diminuição da retirada de área em rios, a qual é usada nos tijolos de concreto intertravados convencionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associações de Normas Brasileiras Técnicas. NBR 9781 - **PEÇAS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO**: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **BRASILEIRO PRODUZ POR ANO MEIA TONELADA DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. Disponível em:<<http://www.abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil> > acesso em: 01 de junho de 2017.

ABRELPE. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **LANÇADO O PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 2017 DA ABRELPE**. 25 de setembro de 2018. Disponível em:<

<https://www.saneamentobasico.com.br/lancamento-panorama-residuos-solidos/> > Acesso 25 de Junho, 2018.

MODLER, Maria Eduarda; RIBEIRO, Roberto Carlos. **A VIABILIDADE CONSTRUTIVA DAS CONSTRUÇÕES EM TERRA**. Disponível em: < <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/view/4094>>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

PRS. Portal resíduos sólidos. **RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 03 de janeiro de 2014. Disponível em: < [http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao\\_civil](http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao_civil)> Acesso em: 19 de setembro de 2017.

SIEGEL. S; CASTELLAN. N. J. **ESTATÍSTICA NÃO-PARAMÉTRICA PARA CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO**. V.02. Brasil, 2006. 448 p.

T & A. Blocos e Pisos. **Manual técnico de piso intertravado de concreto**. Fortaleza. 2004. 46 p. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. **ESTABELECE DIRETRIZES, CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Brasil, 2002.

# Capítulo 8

## UTILIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE CINZA PESADA E FERRO COMO MEIO SUPORTE DE BIOFILME EM FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR EM PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES.

*Geraldo Tadeu da Silva Thiesen (Engenheiro Mecânico, Doutorando do Depto. de Metalurgia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil; Técnico em Tratamento de Água e Esgoto - COMUSA, Novo Hamburgo, RS, Brasil).*

*gsilva@comusa.rs.gov.br*

*Lirio Schaeffer (Engenheiro Mecânico. Prof. Dr.-Ing., Coordenador do LdTM, PPGEM, Depto. de Metalurgia, UFRGS, Porto Alegre, RS,)*

*Brasil; schaefer@ufrgs.br*

*Vinicius Martins (Tecnólogo em Fabricação Mecânica. Prof. Dr. IFSul, Campus Sapucaia do Sul; UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil)*

*viniciushiper@yahoo.com.br.*

**RESUMO:** A pesquisa avaliou a utilização da cinza pesada oriunda da queima de carvão mineral na fabricação de um Compósito Cerâmica Metal (CCM), com 10% de ferro puro sinterizado (Cz-10Fe), obtido por metalurgia do pó e testou seu potencial de aplicação como meio suporte para biofilme em filtro biológico percolador, no pós tratamento de efluentes. Foi utilizada cinza pesada com 2 horas de moagem. A microestrutura dos corpos de prova e a homogeneidade da cinza foram avaliadas utilizando-se Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Foi realizada a curva de compressibilidade para determinar a melhor pressão de compactação e também determinadas as densidades aparente e à verde. Realizou-se a sinterização e foi verificada a densidade das amostras sinterizadas.

Foram realizados os ensaios de MEV e EDS da amostra sinterizada para uma estimativa de composição e difusão do ferro na matriz cerâmica. Foi utilizado protótipo construído com materiais recicláveis para aplicação dos CCMs utilizando efluente de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da COMUSA (Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo), município da região metropolitana de Porto Alegre. Os melhores resultados para a aplicação do compósito Cz-10Fe remoção de DQO foram conseguidos com 200% de taxa de recirculação.

**Palavras-chave:** cinza pesada; metalurgia do pó; filtro biológico percolador; meio suporte.

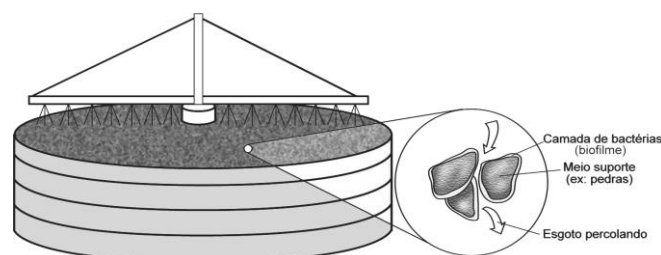
## INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

O aproveitamento das cinzas oriundas da queima do carvão mineral na região sul brasileira tem estimulado a realização de estudos que viabilizem sua utilização em aplicações e em operações que agreguem valor a este material gerado em grande escala (Weber, 2010). As cinzas geradas em usinas termelétricas se dividem em cinza pesada e leve

Atualmente, as cinzas pesada geradas no Complexo de Charqueadas, no Rio Grande do Sul, têm sido empregadas em recomposição das áreas de mineração a céu aberto na região carbonífera do Baixo Jacuí (RS) (TRACTEBEL ENERGIA, 2016). Com isso, o objetivo do trabalho é utilizar a cinza pesada de termoelétrica na fabricação de um filtro do compósito de cinza-ferro sinterizado obtido por metalurgia do pó, como meio suporte em filtro biológico percolador para pós-tratamento de esgotos domésticos. O tratamento dos esgotos tem por objetivo a remoção de impurezas de diversificadas composições nas águas de uso doméstico, como por exemplo, poluentes e organismos patogênicos. É subdividido em tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento primário destina-se à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes. No secundário, predominam os mecanismos biológicos e os objetivos são principalmente a remoção da matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos, usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis (VON SPERLING, 2005; ALMEIDA, 2012).

A Figura 1 apresenta de forma ilustrativa o princípio de funcionamento de um Filtro Biológico Percolador (FBP). Após a percolação há a formação de uma matriz biológica ativa que contém fungos, bactérias facultativas, aeróbias e anaeróbias, algas e protozoários, que promovem a oxidação biológica da matéria, após retê-la por tempo suficiente para a sua estabilização Essa camada é denominada biofilme. (VON SPERLING, 2005; ALMEIDA, 2012, PARKER ET AL., 1995; METCALF & EDDY, 2003; WIJEYEKOON ET AL.,2004).

**Figura 1 – Princípio de funcionamento de um FBP (ALMEIDA, 2012)**

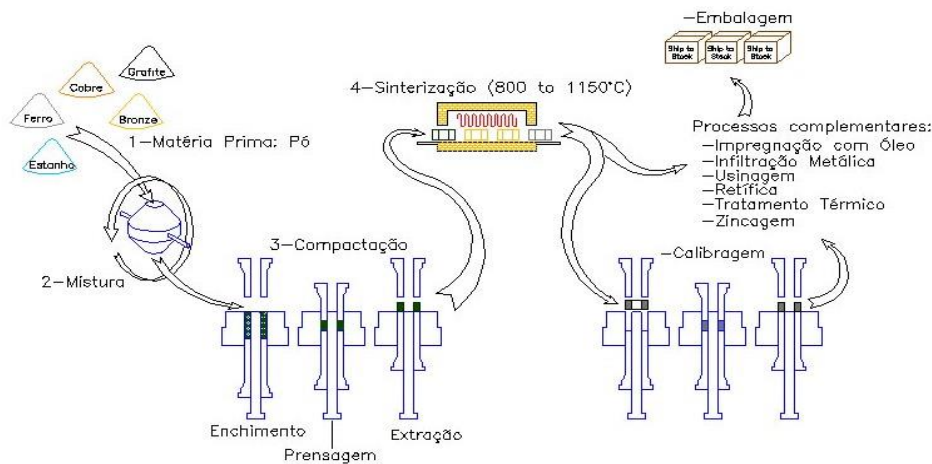




Composta principalmente por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e outros óxidos, a cinza pesada é um material que pode ser aproveitado como meio suporte de biofilme em filtros biológicos percoladores (FBPs), devido à sua elevada área superficial e estrutura altamente porosa (IZIDORO, 2012), na forma de compósito sinterizado com ferro obtidos por metalurgia do pó (M/P) convencional.

A metalurgia do pó é o ramo da indústria metalúrgica que se dedica à produção de peças a partir de pós metálicos e não metálicos e tem como etapas a preparação dos pós a compactação e a sinterização (CHIAVERINI, 2001). A Figura 2 apresenta as etapas do processo de metalurgia do pó, desde o recebimento da matéria prima, passando pelas etapas de mistura, compactação, sinterização até chegar ao processo final (que pode incluir processos complementares) para depois seguir para a embalagem ou até mesmo o processo de calibragem se necessário (QUALISINTER, 2015).

**Figura 2 – Fluxograma da rota da metalurgia do pó (Qualisinter, 2015)**

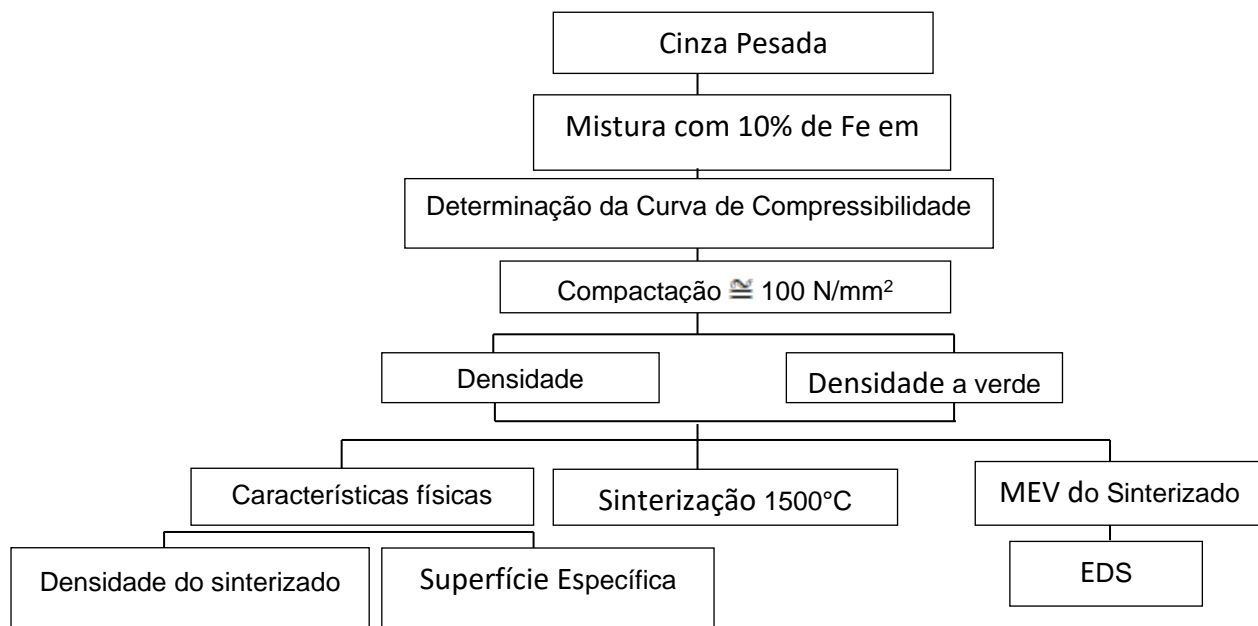


A avaliação da eficiência do compósito será determinada através da análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO), que mede o consumo de oxigênio que ocorre durante a oxidação química de compostos orgânicos presentes na água. Seu princípio é a oxidação dos compostos orgânicos (biodegradáveis e não biodegradáveis), em condições ácidas e sob ação de calor (METCALF & EDDY, 2003; VON SPERLING, 2005). A escolha desse parâmetro para avaliação se deu pelo fato que o filtro biológico tem por objetivo a estabilização da matéria orgânica presente no esgoto doméstico e pela rapidez de análise.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento experimental relativo à fabricação do compósito em estudo, Cz-10Fe, tem como base as técnicas convencionais da metalurgia do pó e utiliza cinzas pesadas provenientes do processo de combustão de carvão mineral da Usina Termelétrica Tractebel Energia S.A e pó de Ferro da empresa Hoganas. A Figura 3 apresenta um fluxograma resumo do procedimento experimental adotado para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 3 – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho



Foi utilizada uma cinza pesada com duas horas de moagem de alta energia, utilizada em trabalho anterior (CISESKI, 2013). Para determinação do tamanho de partícula do aglomerado, as amostras foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) do centro de microscopia da UFRGS, de marca JEOL modelo 5800 com EDS acoplado.

A mistura foi pesada utilizando uma balança de precisão, utilizando 90% de cinza pesada moída e 10% de ferro puro em pó, além de 3% de parafina, como lubrificante. Os pós foram misturados e as amostras compactadas utilizando pressões de compactação variando entre 100 e 800 MPa, e suas massas e dimensões foram medidas para calcular as densidades a verde, possibilitando construir a curva de compressibilidade dos corpos de prova conforme norma ASTM B331 (ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2010).

Determinou-se a densidade aparente da mistura, a relação da massa (g) para o volume ( $\text{cm}^3$ ), em  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Foi determinada também a densidade a verde do compactado. A sinterização foi realizada em forno tubular elétrico de resistência de carboneto de silício, precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , na temperatura de trabalho. O ciclo de sinterização proposto constituiu de aquecimento até  $580^\circ$  constante durante 20 minutos. Aquecimento até o patamar de sinterização  $1500^\circ\text{C}$  (com uma taxa de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ) e temperatura de sinterização constante durante 120 minutos. Resfriamento com uma taxa média de  $6,0^\circ\text{C}/\text{min}$ . Como atmosfera de controle foi utilizado argônio a uma vazão de  $0,5 \text{ L}/\text{min}$ . Foram realizados ensaios de densidade do sinterizado pelo método de Arquimedes, além da contração volumétrica após sinterização.

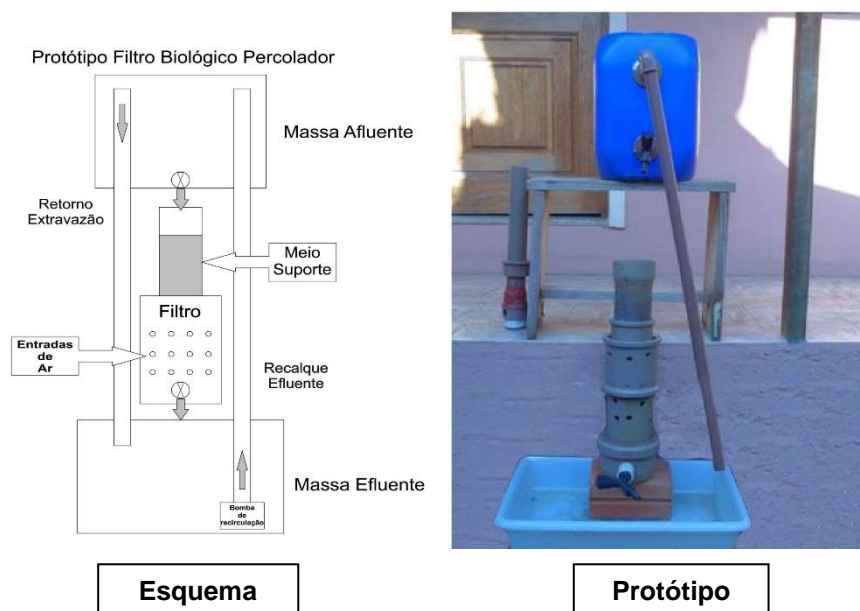
Foi determinada a superfície específica, com as dimensões definidas com um paquímetro para coleta de medidas de definição de área e volume. A microestrutura, a porosidade e morfologia dos corpos de prova sinterizados foram analisadas utilizando-se um microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo Jeol JMS 6060. As análises de EDS serão realizadas no microscópio eletrônico de varredura da marca JEOL modelo 5800. Foi desenvolvido um protótipo de filtro biológico percolador, para aplicação dos corpos de prova com efluente da ETE Novo Nações Unidas da Autarquia COMUSA. A Tabela 1 mostra os detalhes construtivos do protótipo do filtro biológico percolador.

**Tabela 1 – Dimensões do Protótipo do Filtro Biológico Percolador**

<b>Parâmetro</b>	<b>Dimensão</b>
Altura Total	0,40 m
Diâmetro	0,050 m
Área Superficial	0,0020 $\text{m}^2$
Profundidade do Enchimento	0,20 m
Volume do Enchimento	0,0004 $\text{m}^3$
Altura do Sistema de Distribuição	0,08 m
Profundidade do Sistema de Drenagem e Ventilação	0,12 m

A Figura 4 mostra o esquema de funcionamento do protótipo do FBP e o modelo construído com materiais reciclados. O efluente a ser tratado inicialmente encontra-se no tanque de massa afluente com um volume de 20 litros desce por gravidade e percola pelo filtro biológico, promovendo o contato entre a massa líquida e o biofilme aderido ao meio suporte. Abaixo do meio suporte, há entradas de ar, onde ocorre a oxigenação, o que garante a sobrevivência dos microorganismos que farão a oxidação da matéria orgânica. Após passagem pelo filtro, o efluente entra no tanque de massa efluente, onde retorna para recirculação.

**Figura 80 - Esquema de funcionamento e Protótipo de Filtro Biológico Percolador**



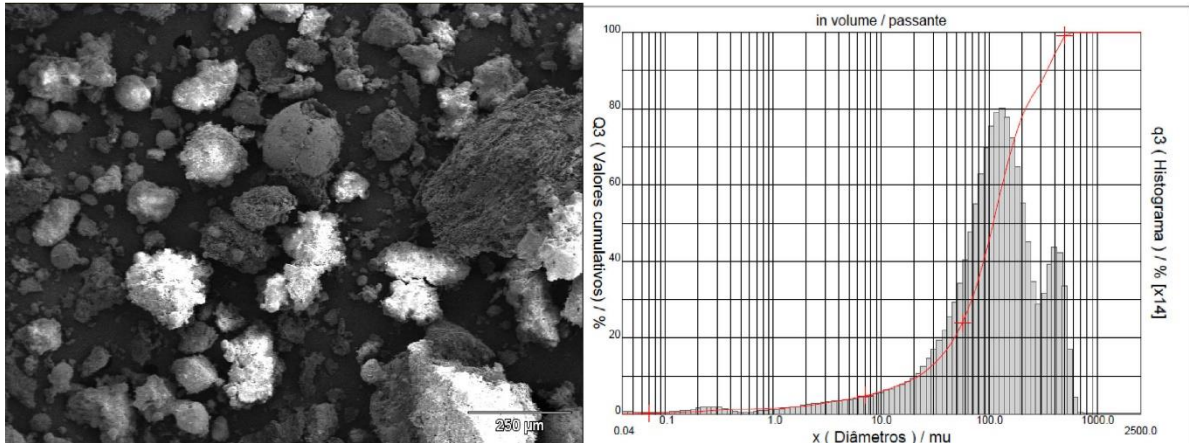
Para determinação da eficiência do Compósito Cerâmica Metal (CCM) em polimento de efluentes, foram analisados os parâmetros de DQO (Demanda Química de Oxigênio) para remoção da matéria orgânica carbonácea. Para análise de DQO foi utilizado o método com refluxo fechado com dicromato de potássio. (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 2012).

## RESULTADOS/DISCUSSÃO

A cinza pesada de carvão serviu como matéria prima. A Figura 5 apresenta a morfologia da cinza com partículas próximas a 80 a 200  $\mu\text{m}$ , determinada por granulometria a laser. Elas apresentam morfologia predominantemente esférica e tamanho irregular, devido à composição da cinza, formada por óxidos de diferentes composições (CISESKI, 2013). As partículas frágeis sofrem fraturas, as quais tendem a

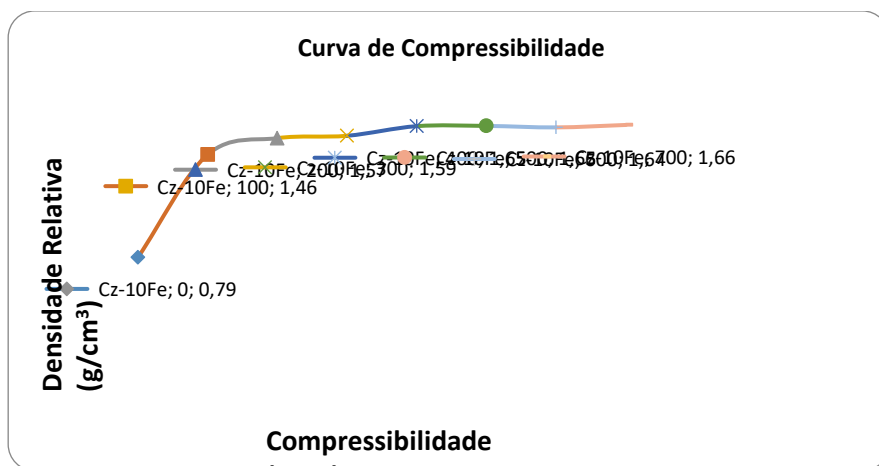
refiná-las com o aumento do tempo de moagem, que pode aumentar a quantidade de finos.

Figura 5 – Micrografia da cinza com 2 h de moagem



Os materiais foram misturados, a densidade aparente foi medida, tendo-se encontrado o valor de  $0,789 \text{ g/cm}^3$ . Para a determinação a pressão de compactação adequada foi traçada uma curva de compressibilidade. Para tal, a mistura foi compactada em pressões variando de 100 a 700 MPa, uma vez que a 800 MPa houve a fratura da amostra. Com os dados obtidos foi traçado a curva de compressibilidade como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Curva de Compressibilidade da mistura Cinza-10Fe



Nota-se aumento da densidade a verde com o aumento da pressão de compactação. Compostos com estruturas de menores graus de empacotamento e partículas maiores resultam em compactados com

alta permeabilidade (ORTEGA, 1997). No compósito para utilização como meio suporte, porosidade é desejável, para obtenção de permeabilidade no material. Assim sendo, a amostra de trabalho escolhida foi a compactada com 100 MPa, com menor densidade a verde.

A sinterização é responsável pela difusão dos átomos solutos na matriz solvente, bem como por difundir a matriz solvente nos átomos das partículas ricas em soluto (CHIAVERINI, 2001). É possível avaliar de forma qualitativa e indicada pela seta vermelha uma partícula de ferro em difusão na matriz cerâmica, na micrografia obtida no MEV da amostra do CCM de Cz-Fe10, com aumento de 100x, indicada pela Figura 7. As marcas escuras na imagem representam as porosidades oriundas da baixa pressão de compactação utilizada e ao maior tamanho de grão. Trabalhos anteriores (BROGNI, 2013) sugerem ainda que porosidades irregulares podem ser oriundas de evolução de gases resultantes da decomposição dos carbonatos presentes nas cinzas. A interação das partículas de ferro difundido na matriz cerâmica de cinza apresentada justifica o uso do ferro como carga de reforço para aumento da resistência mecânica deste compósito.

**Figura 81 - Micrografia do CCM com magnitude de 100X**

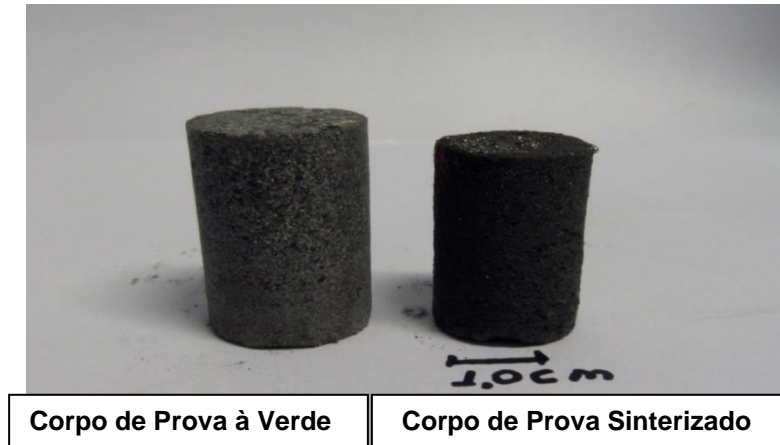


Os dados de densidades à verde e densidade do sinterizado podem ser visualizados na Tabela 2. De acordo com o estado da arte, a densidade aumenta de acordo com o aumento da pressão de compactação (CISESKI, 2013). A contração pode ser verificada na Figura 8 onde são apresentados o corpo de prova à verde e a peça sinterizada. O aumento na densidade se deve à presença e formação de fase líquida do ferro, devido ao seu alto peso molecular.

**Tabela 3 - Dados da compactação e sinterização – Contração**

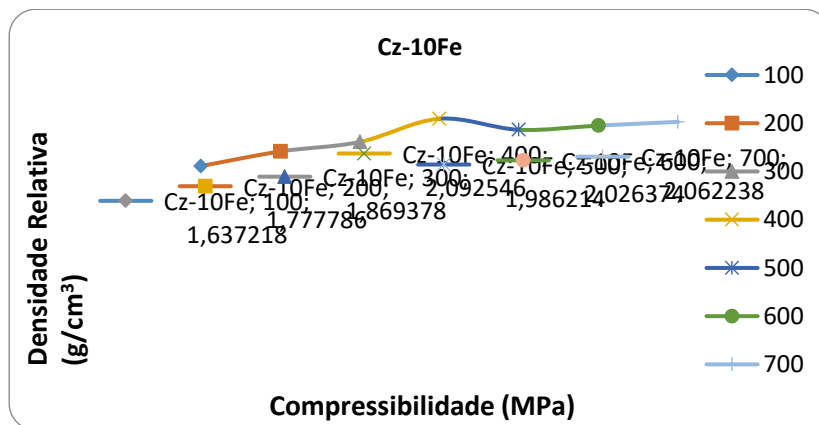
Amostra	Pressão (MPa)	Densidade a Verde (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade Sinterizado (g/cm <sup>3</sup> )	Contração Volumétrica (%)
1	100	1,46	1,64	12,6

Figura 82 - Comparativo entre amostra à verde e sinterizada



A Figura 9 ilustra as análises de densidade do sinterizado através do método de Arquimedes.

Figura 83 - Densidade do sinterizado do composto Cz-10Fe



É possível notar que a densidade tende a estabilizar-se em aproximadamente 500 MPa, o que sugere a densificação do material nessa pressão de compactação. Com os valores dimensionais mensurados, confeccionou-se a Tabela 3. Relacionando o volume e a área dos corpos de prova, compactados a 100 MPa, obteve-se as superfícies específicas dos mesmos.

Tabela 4 - Dados para determinação da superfície específica



Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Área total (mm <sup>2</sup> )	Superfície Específica (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )
16,20	22,71	47,06	1366,02	290,413

De acordo com a literatura, o valor de superfície específica para um meio suporte deve ser superior a 100 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, o que situa o CCM com um bom índice, já que praticamente a superfície específica atinge três vezes o valor recomendado (MELLER, 2009). Os corpos de prova dos CCMs ficaram em contato com o efluente durante 45 dias até a formação de biofilme aderido aos corpos de prova. A Figura 10 apresenta a comparação entre as peças sem exposição ao efluente e peça que ficou exposta ao efluente durante o período mencionado. Nela é possível constatar a coloração escura conferida ao corpo de prova exposto ao efluente, que indica o biofilme aderido.

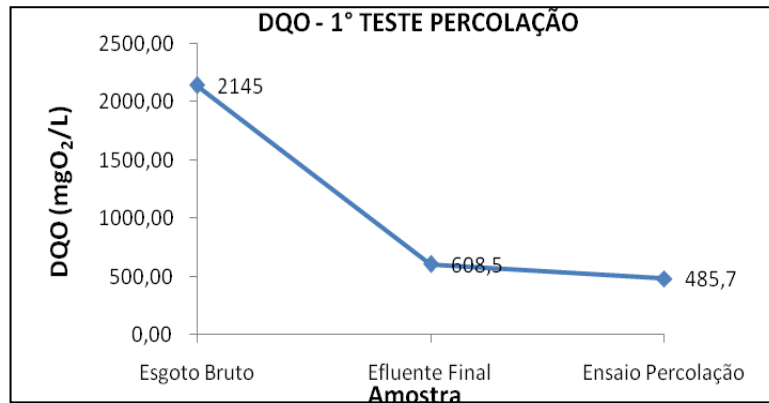
**Figura 84 - Corpos de prova sem deposição e com deposição de biofilme.**



Foram coletados 20 litros de efluente final na saída do decantador secundário da ETE para aplicação no protótipo com o meio suporte do projeto. A simulação ocorreu com uma percolação do efluente a uma vazão aproximada de 0,005 L/s e com tempo de detenção hidráulica de 30 minutos do efluente

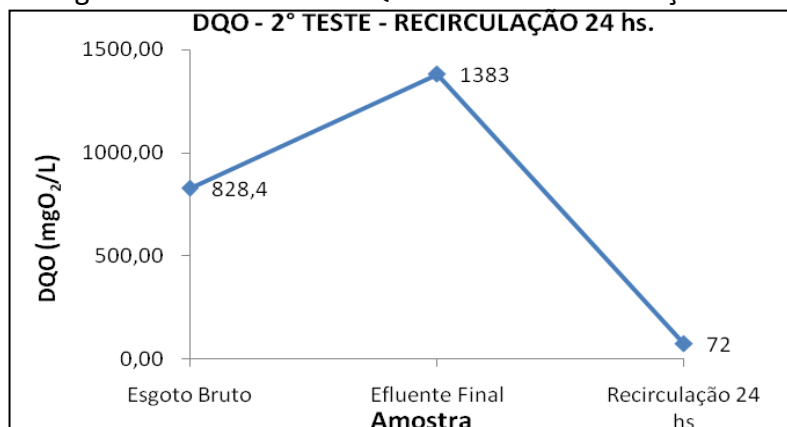
com o meio suporte. Os resultados apresentaram uma pequena redução na DQO do efluente final e indicaram uma redução de aproximadamente 21% na DQO do efluente final para a amostra aplicada no protótipo. A Figura 11 apresenta os resultados de DQO obtidos no 1º teste.

Figura 85 - Resultados DQO 1º teste – Percolação



Uma das hipóteses para uma redução baixa da DQO é que a carga orgânica aplicada foi elevada, pois a DQO inicial de 2145 mgO<sub>2</sub>/L é muito alta para a capacidade do protótipo, de diâmetro reduzido e pelo pequeno volume ocupado pelo meio suporte. O valor normalmente estabelecido para esgotos domésticos é em torno de 600 mgO<sub>2</sub>/L (VON SPERLING, 2005). Somado a isso, o tempo de retenção aplicado pode ter sido muito baixo. Nesse caso estabeleceu-se a necessidade de recirculação para que se pudesse aumentar a eficiência do processo. A recirculação do efluente final é difundida como uma importante estratégia para melhoria de desempenho na remoção de DQO em filtros biológicos percoladores (VON SPERLING, 2005). A segunda amostra (coletada na semana seguinte) passou por um processo de recirculação de 24 horas, correspondente a uma taxa extrema de recirculação de 2300% da vazão da carga afluente. A Figura 12 apresenta os resultados do polimento após 24 horas de recirculação.

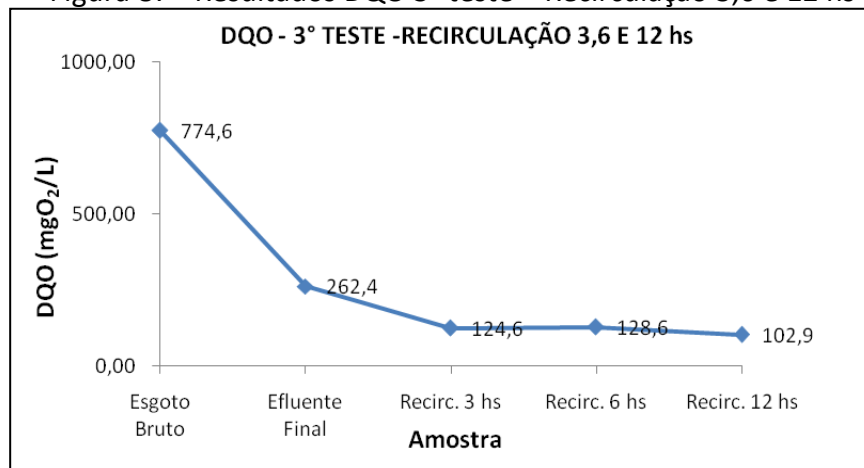
Figura 86 - Resultados DQO 2° teste – Recirculação 24 hs



A redução de 95% de DQO, de 1383 mgO<sub>2</sub>/L para 72 mgO<sub>2</sub>/L, estabelece excelentes condições de lançamento para o efluente, mas inviabiliza o processo no que tange ao custo, que não será explorado nesse projeto de pesquisa, pois exige uma condição de bombeamento contínuo, requerendo alta demanda em energia elétrica. Outros trabalhos (KREUTZ, 2012) obtiveram eficiência de remoção de DQO bruta e filtrada em sistemas de pós-tratamento de efluentes e sugere que seus resultados sejam decorrentes do aumento da velocidade de transferência de massa líquido-sólido promovido pela recirculação do efluente.

A terceira amostra coletada passou pelo processo de recirculação, com coletas após 3, 6 e 12 horas, com taxas de recirculação de 200, 500 e 1100% respectivamente. A redução de DQO foi bastante satisfatória nesse ensaio, promovendo reduções maiores do que 50%. A Figura 13 apresenta os resultados desse ensaio. A recirculação pode provocar um aumento no oxigênio dissolvido (OD) no afluente, devido à sua exposição ao ar, visto que pode provocar alterações nos resultados da oxidação da matéria orgânica (NUVOLARI, 2003).

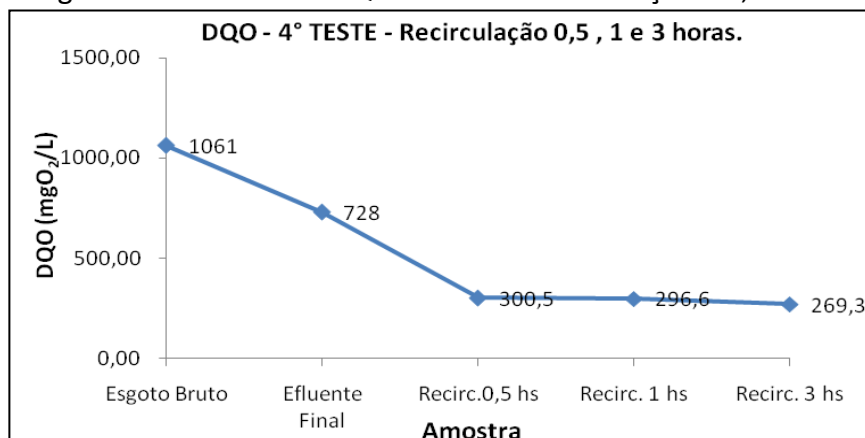
Figura 87 - Resultados DQO 3° teste – Recirculação 3,6 e 12 hs



Nota-se que há pequena diferença entre as amostras coletadas entre 3, 6 e 12 horas de recirculação. O foco de análise passou a ser o período de recirculação de 3 horas, com uma taxa de 200% de recirculação, menos oneroso e com eficiência similar aos períodos maiores de recirculação de efluente. A literatura ressalta utilização de taxas de recirculação de 200% obtendo remoções de DQO na faixa de 83% em tratamentos de águas residuárias de suinocultura, utilizando uma associação de reatores anaeróbios com filtros biológicos percoladores (DUDA *et al.*, 2011).

Foi realizada uma nova seqüência de processamento, desta vez, utilizando tempos menores de recirculação e conseqüentes menores taxas de recirculação. Foram adotados os tempos de processamento de 1/2, 1 e 3 horas de recirculação, com taxas de 25%, 50% e 200%, respectivamente. Nota-se pouca divergência de valores entre as taxas variadas, sendo que após uma recirculação de 200%, obteve-se uma eficiência de remoção de DQO em 63 % a partir da carga afluyente. Resultados esses que podem ser observados na Figura 14.

Figura 88 - Resultados DQO 4° teste – Recirculação 0,5 ,1 e 3 hs



Comparando os testes na taxa de recirculação de 200%, foram obtidos resultados de reduções de DQO similares. Nota-se maior facilidade na remoção de matéria orgânica, no efluente onde há maior disponibilidade de biomassa. Uma das prováveis hipóteses da diminuição na eficiência é que se há o decréscimo da biomassa, e conseqüente baixa disponibilidade de alimentos, os microrganismos promovem um fenômeno chamado metabolismo endógeno, onde consomem seu próprio material celular, diminuindo a espessura do biofilme e também sua capacidade de oxidação da matéria orgânica (Von Sperling, 2005) . Outro provável fato é que em função da alta taxa de aplicação hidráulica, possivelmente ocorreu o efeito denominado de lavagem, que arrastou grande quantidade de biofilme, (através de cisalhamento), com o efluente final, prejudicando sua eficiência de depuração.

## CONCLUSÃO

Para os parâmetros utilizados neste trabalho, o compósito Cz-10Fe atingiu o propósito de uma superfície porosa. A porosidade permite a formação de pequenos reatores para oxidação da matéria orgânica, possibilitando o desenvolvimento de biofilme na superfície rugosa dos corpos de prova, e habilitando o CCM para ser aplicado ao protótipo do projeto de pesquisa.

Apesar de uma grande superfície específica, o formato da peça deveria ser repensado para a aplicação, visando possibilitar maior área de contato entre o efluente e o meio suporte. A pequena quantidade de peças diminui a eficiência do protótipo, necessitando uma grande recirculação de efluente para possibilitar maiores reduções de DQO, assim como uma alta taxa orgânica aplicada em um baixo TDH. Os corpos de prova de CCM apresentaram ao final do processo oxidação do ferro presente na estrutura, podendo liberar resíduos do metal no efluente. Entretanto, o monitoramento das concentrações de ferro no esgoto afluente e no efluente do filtro deve ser realizado para testar esta hipótese. A partir dos resultados obtidos nas condições experimentais deste estudo, percebe-se que o compósito Cz-10Fe pode ser desenvolvido e aperfeiçoado com um meio suporte para biofilme na remoção de DQO.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.G.S. (2012). Remoção de matéria orgânica e nitrogênio em filtros biológicos percoladores aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores UASB. Belo Horizonte, MG. Tese de Doutorado. UFMG, 221 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION & WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 2012. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Washington (USA): 22° edition,

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2010). Standard Test Method for Compressibility of Metal Powders in Uniaxial Compaction (ASTM B331). In: 2010 annual book of ASTM standards.

BROGNI A. (2013). Obtenção de cermet por metalurgia do pó convencional a partir da utilização da cinza leve proveniente da queima do carvão mineral em termoelétrica. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS. UFRGS, 87 p.

CALLISTER, W. D. Jr. (2008). **Ciência e Engenharia de Materiais**: Uma introdução. Rio de Janeiro, LTC Editora, Sétima Edição 724p.

CHIAVERINI, V. (2001). **Metalurgia do pó**. 4ª Ed. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM. São Paulo, 326 p.

CISESKI T. M. B.(2013). Influência da moagem de alta energia da cinza pesada obtida da queima em termoelétrica no compósito Cinza-20Fe. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS. UFRGS, 84 p.

DANIEL, I. M. ; ISHAI, O. (1994). **Engineering mechanics of composite materials**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 385p.

DEPOI, F.S.; POZEBON, D.; KALKREUTH, W.D. (2008). Chemical characterization of feed coals and combustion-by-products from Brazilian power plants. INTERNATIONAL JOURNAL OF COAL GEOLOGY. V. 76; 227-236.

DUDA R. M.; OLIVEIRA R. A. (2011). Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. REVISTA ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL.16 no.1; 91-100.

HEWITT, S. A.; LAOUI, T. e KIBBLE, K. K. (2009). Effect of Milling Temperature on the Synthesis and Consolidation of Nanocomposite WC-10Co Powders. Internacional. JOURNAL OF REFRACTORY METALS AND HARD MATERIALS, Vol.. 27; 66-73.

IZIDORO J. C. (2012). Estudos sobre a remoção de íons metálicos em água usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão. Dissertação de Mestrado. São Paulo, SP. USP, 94p.

KREUTZ C., 2012. Comportamento de reator anaeróbio-aeróbio no tratamento de efluente bovino. Tese de Doutorado. Cascavel, PR. UNIOESTE,116 p.

MELLER H. S. (2009) Avaliação de um filtro biológico percolado com meio de suporte plástico corrugado. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. Criciúma, SC. UNESC, 86 p.

METCALF & EDDY, (2003). **Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse**. 4th ed. New York .McGraw-Hill, 1823 p.

NUVOLARI, A. (2003). ESGOTO SANITÁRIO : **Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**. 2° Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 520 p.

ORTEGA, F. S.; PILEGGI, R. G.; SEPULVEDA, P.; PANDOLFELLI, V. C. (1997). Influência dos modelos de alfred e de andreasen sobre a microestrutura e densidade a verde de compactos cerâmicos obtidos por colagem ou prensagem. CERÂMICA. V.43, p.183 – 189

PARKER, D.; LUTZ, M.; BENSGET, A.; ASPERGREN. (1995). Effect of operating variables on nitrification rates in trickling filters. WATER ENVIRONMENT RESEARCH. 67, nº7, 1111-1118

QUALISINTER, 2015. Disponível em: <http://www.qualisinter.com.br/Processo.html> Acesso em: 04/5/2017.

TRACTEBEL ENERGIA. Sustentabilidade Disponível

em:<<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/sustentabilidade/meio-ambiente/gestao-ambiental/usinas-termeletricas>> Acesso em: 15/04/2016.

TRUDEL, Y. (1998). **Introduction to Metal Powder. Production and Characterization.** ASM Metals Handbook. Vol. 7 - POWDER METAL TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS. 9ª Ed. ASM International, p. 83-88.

VON SPERLING, M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos- princípio de tratamento biológico de águas residuárias.** 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 452 p.

WEBER R. C. (2010). Cinzas pesadas geradas na região carbonífera do rio grande do sul: uso em misturas asfálticas a quente. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre, RS. UFRGS, 79 p.



# Capítulo 9

## PROPOSTA DE GERAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O AGRONEGÓCIO DO AÇAÍ NO AMAZONAS.

*Antonio Jorge Barbosa da Silva (Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Manaus - AM, Brasil)  
jorgebarbosasilva@hotmail.com*

*Ygor Felipe Távora da Silva (Doutor em Geografia, Universidade Federal de Goiás - UFG; Professor de Direito da Universidade do Estado do Amazonas - UEA; Professor de Gestão no Instituto Federal do Amazonas - IFAM)  
ygor.silva@ifap.edu.br*

**Resumo:** O consumo de açaí na Amazônia vem aumentando, principalmente devido aos benefícios que estão sendo rastreados por trabalhos científicos. A espécie *Euterpe* tem um alto potencial econômico, principalmente devido ao uso de seus frutos no preparo de bebidas de açaí que são exportadas para todo o mundo como uma bebida energética. o objetivo geral da pesquisa é propor planos de ação objetivando apoiar a exploração sustentável dos açaizais nativos do Estado do Amazonas, ao mesmo tempo em que se promove a expansão de cultivos racionais e tenrificados da cultura (uso racional de insumos, manejo integrado de pragas, boas práticas de processamento, novos produtos e agregação de valores) pela geração, adaptação e adoção de tecnologias, além da capacitação dos produtores em boas práticas agrícolas. A pesquisa se dá mediante a um estudo em campo com a participação dos setores de pesquisa, desenvolvimento e extensão rural. Dentre as instituições parceiras destacamos a Secretaria de Estado da Produção Rural (SEPROR

O Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), e outros.

O projeto será composto por cinco planos de ação: Transferência e difusão de boas práticas de manejo para o Extrativismo de Açaí no Amazonas, Coleta e Introdução de material para testes de procedências de açaí, e promover atividades de capacitação e transferência de tecnologias sobre o Sistema de Produção do Açaí cultivado no Amazonas.

Além disso, e estipulado metas e cronograma para a realização das atividades a fim de apoiar a exploração sustentável dos açaizais nativos do Estado do Amazonas. Conclui-se que a necessidade de um Sistemas Sustentáveis de Produção de espécie frutíferas, potencialmente agroindustriais, com elevado grau de agregação tecnológica, com apelo amazônico, como é o caso do açaí, requer ações por parte da pesquisa e da extensão rural, de forma continuada e fortemente apoiada, capazes de desenvolver oportunidades no interior, com sólida base tecnológica, como evidenciado na pesquisa.

**Palavras-chaves:** Bioeconômico, Açaí, Amazonas, Agronegócio, tecnologia

## 1. INTRODUÇÃO

Na década passada, houve um aumento notável no uso do Açaí como bebida energética com estudos simultâneos mostrando suas propriedades antienvhecimento e a presença de bioativos compostos, levando a um aumento significativo da pesquisa científica durante este período. Atualmente, o açaí é um dos mais estudados por pesquisadores em todo o mundo, e seu uso é generalizado mercado de alimentos e na indústria farmacêutica e cosmética. O consumo não é mais simplesmente para os moradores das propriedades do norte do Brasil, normalmente como acompanhamento de peixe e farinha de tapioca. Agora também é consumido pelo sul e populações do sudeste brasileiro e também em muitos países da Europa, Estados Unidos, Japão e China (SILVA et al, 2019).

A polpa de açaí tem recebido muita atenção nos últimos anos como uma das novas 'superfrutas'. O consumo de açaí na Amazônia vem aumentando, principalmente devido aos benefícios que estão sendo rastreados por trabalhos científicos. A espécie *Euterpe* tem um alto potencial econômico, principalmente devido ao uso de seus frutos no preparo de bebidas de açaí que são exportadas para todo o mundo como uma bebida energética (YAMAGUCHI et al., 2015).

Segundo Ramos et al., (2019) o gênero *Euterpe* possui cerca de 28 espécies localizadas na América Central e do Sul e distribuídas por toda a bacia amazônica. As três espécies que ocorrem com mais frequência são *E. oleracea*, *E. precatoria* e *Euterpe edulis*. No entanto, apenas as duas primeiras espécies são usadas comercialmente para seus frutos. A principal diferença entre as duas espécies é a maneira como as palmeiras crescem. *E. precatoria* é um nativo do estado do Amazonas, conhecido popularmente como "açaí-do-amazonas " e é encontrado na Bacia do Rio Amazonas, em uma área de terras altas e baixas, mais comumente vista ao sul do equador e especialmente na Amazônia ocidental (Fig. 1).

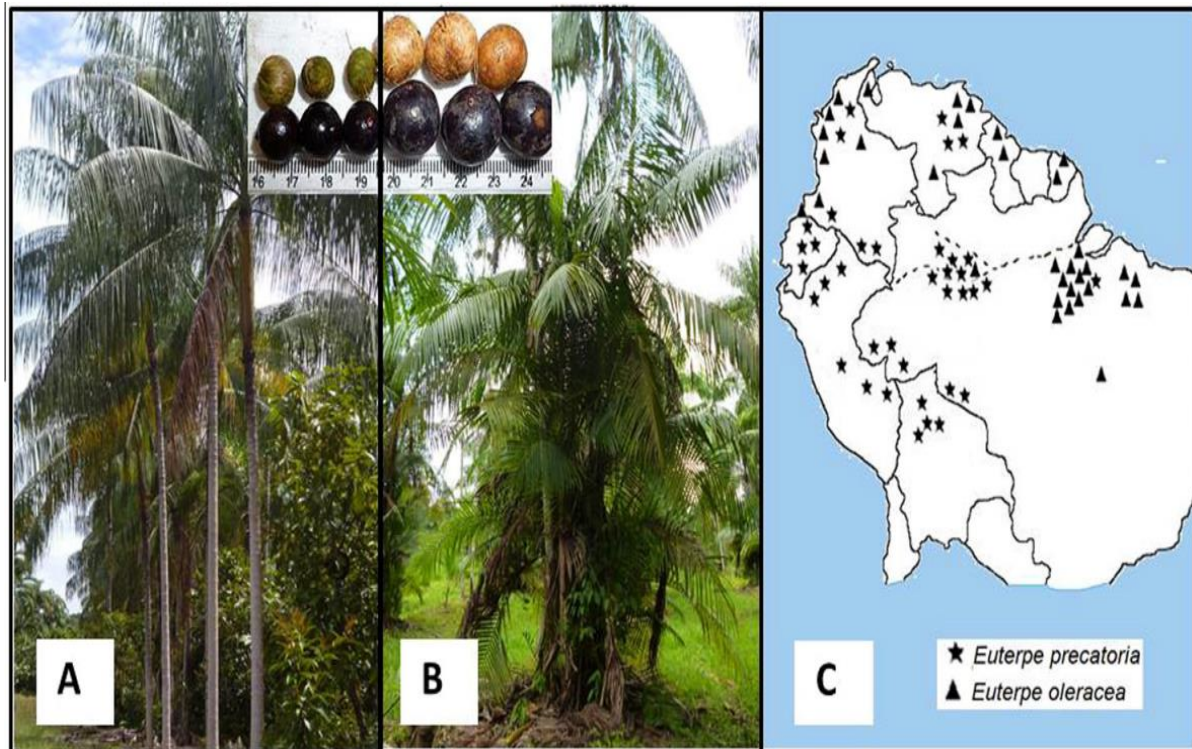


Figura. 1. Sementes e palmeiras de (A) *E. precatoria* e (B) *E. oleracea* e (C) distribuição botânica das duas espécies. Fonte: Yamaguchi et al (2015).

Ao correlacionar a produção total de frutos de açaí explorados nos diferentes estados do Brasil com as informações de distribuição geográfica e habitat, fica claro que o açaí dos estados do Amazonas, Acre e Rondônia é extraído de frutos de *E. precatória*. Uma das vantagens de *E. precatória* é que a polpa de frutas possui propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (MARTINOT et al, 2017).

Pode-se dizer que o consumo do açaí se enraizou na cultura do no estado. Ribeiro (2018) aponta que o produto de origem vegetal possui um papel de destaque nas comunidades, muitas vezes produzidos artesanalmente, gera emprego e renda para o estado. Contudo, a modernização através de tecnologia o processo deixou de ser tradicional e a produção e colheita da safra do açaí começou em larga escala.

O mercado do Açaí cresceu de maneira significativa, deixando de ser um produto de consumo regional, para uma dimensão nacional e mais recentemente internacional, tudo devido ao exotismo e às qualidades nutricionais atribuídas ao vinho de açaí, quais sejam altas concentrações de vitaminas, fibras, sais minerais e antocianinas/antioxidantes. Tal situação tem provocado a escassez do produto no mercado local e a consequente elevação dos preços, causando problemas para a população interiorana e de baixa renda, que tem no vinho do açaí um complemento alimentar importante (NOGUEIRA et al., 2015).

A forte abertura de mercado e o incremento da demanda, para abastecer outras regiões e mesmo o mercado internacional, tem provocado a escassez do produto no mercado local e a consequente elevação dos preços, principalmente no período de entressafra, quando sofrem acréscimos de até 500% em relação aos preços da safra, causando problemas para a população de baixa renda, que tem no vinho do açaí, um complemento alimentar importante (SOUZA et al., 2019).

Dentre os sistemas produtivos extrativistas desenvolvidos no Estado do Amazonas, o açaí representa atualmente uma das principais e mais promissoras potencialidades de exploração e uso sustentável do patrimônio florestal do Amazonas, com nível de sustentabilidade altamente positivo, a partir do lançamento do Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade (PNPSB). (FAPEAM, 2018).

Dos atuais sistemas produtivos extrativistas desenvolvidos no Estado do Amazonas o açaí, representa uma das principais e mais promissoras potencialidades, ancorado na valorização dos produtos da floresta, a partir do lançamento do PNPSB. O fortalecimento das cadeias produtivas dos referidos produtos e em especial a cadeia do açaí no Estado do Amazonas, demonstra uma imperiosa necessidade e oportunidade de se desenvolver pesquisas de forma a apoiar a expansão dos plantios de Açaí, em elevadas bases tecnológicas (variedades melhoradas, práticas de manejo integrado, boas práticas de processamento, etc) e de sustentabilidade.

Assim, a Inovação Tecnológica na cadeia do Açaí, oferecerá a oportunidade ao caboclo amazonense, de participar efetivamente da apropriação de um produto de sua sociobiodiversidade, em prol da melhoria das condições de vida de sua família, de sua comunidade, de seu Estado. O aproveitamento das áreas já alteradas pela agricultura itinerante com cultivo do Açaí, permitirá a melhoria de renda das famílias rurais, sem a continuação da destruição da floresta virgem, incorporando além da tecnologia, assistência técnica e mercado privilegiado, tudo e forma sustentável.

O Projeto tem como objetivo, desenvolver pesquisas agronômicas, socioeconômicas e ambientais, objetivando apoiar a exploração dos açaizais nativos do Estado do Amazonas, ao mesmo tempo em que se promove a expansão de cultivos racionais e tecnificados da cultura, pela geração, adaptação e adoção de tecnologias, além da capacitação dos produtores em boas práticas agrícolas.

A realização de levantamentos, estudos e pesquisas se constituem em estratégias e iniciativas imprescindíveis e capazes de assegurar o processo transitório, do extrativismo ao cultivo do Açaí, melhorando e gerando de forma sustentável, benefícios e progressos socioeconômicos às famílias interioranas amazonenses.

O estudo justifica-se, também, como estratégia para o desenvolvimento de tecnologias e produtos para um sistema produtivo de Açaí cultivado, que priorize uso racional de insumos, manejo integrado de pragas, boas práticas de processamento, com forte componente de capacitação de extrativistas e agricultores familiares, participantes da cadeia produtiva do Açaí.

Assim, o objetivo geral da pesquisa é propor planos de ação objetivando apoiar a exploração sustentável dos açaizais nativos do Estado do Amazonas, ao mesmo tempo em que se promove a expansão de cultivos racionais e tenrificados da cultura (uso racional de insumos, manejo integrado de pragas, boas práticas de processamento, novos produtos e agregação de valores) pela geração, adaptação e adoção de tecnologias, além da capacitação dos produtores em boas práticas agrícolas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa consiste em um estudo descritivo de natureza, pois, propôs planos de ação objetivando apoiar a exploração sustentável dos açaizais nativos do Estado do Amazonas. Para Brocke, Rosemann (2013), os estudos descritivos buscam especificar as propriedades, as características ou qualquer outro fenômeno que submeta a uma análise, ou seja, pretende unicamente coletar informações sobre os conceitos que se refere o assunto. Além disso, o estudo foi realizado por meio da pesquisa no plataformas acadêmicas, além da utilização de livros com complementação da busca no acervo da biblioteca no qual foi realizado um levantamento para o embasamento teórico.

A pesquisa se dá mediante a um estudo em campo com a participação dos setores de pesquisa, desenvolvimento e extensão rural. Dentre as instituições parceiras destacamos a Secretaria de Estado da Produção Rural/SEPROR, o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), e o Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental/CPATU, Centro de Biotecnologia da Amazônia/CBA, Instituto Agrônomo de Campinas/IAC e Comissão executiva da Lavoura Cacaueira/CEPLAC. Para incorpora melhoria no sistema extrativista do açaí no Estado do Amazonas por meio do manejo de açaizais nativos, técnicas de colheita, melhorias no processamento e conservação do produto no local.

O sistema proposto para a cultura do açaí, considera o uso de insumos, cultivos intercalares, densidades, práticas de manejo de solos, controle de plantas daninhas, manejo integrado de pragas, técnicas de colheita e pós-colheita, com a condução de Unidades de Referência Tecnológica (URT) em

áreas de produtores líderes, elaborando-se ao final um Sistema de Produção de Açaí para o Estado do Amazonas.

Além disso, para propor o sistema foi considerado, também, a realização de avaliação e estudos com a planta de açaí (*Euterpe precatoria*), das diferentes localidades, buscando identificar alternativas de materiais para plantios comerciais no Estado do Amazonas, objetivando, também, desenvolvimento de variedades de alta performance: produção, qualidade do produto (composição), tolerância aos inimigos naturais e porte da planta para realização de plantio de qualidade.

A proposta tem como objetivo principal a geração e socialização de tecnologias para o agronegócio do açaí (extrativo e cultivado) no Amazonas. A estratégia para a sua execução será baseada na integração entre ações de pesquisas, transferência de tecnologia e atividades complementares para assegurar o seu desenvolvimento.

As atividades do projeto serão realizadas com a participação dos setores de pesquisa, desenvolvimento e extensão rural. A capacitação de técnicos e produtores, com a realização de cursos, palestras e visitas técnicas, compõem as estratégias básicas das ações previstas, para que sejam atingidos os objetivos do projeto.

O projeto será composto por cinco planos de ação: Transferência e difusão de boas práticas de manejo para o Extrativismo de Açaí no Amazonas, Coleta e Introdução de material para testes de procedências de açaí, e promover atividades de capacitação e transferência de tecnologias sobre o Sistema de Produção do Açaí cultivado no Amazonas. Além disso, e estipulado metas e cronograma para a realização das atividades a fim de apoiar a exploração sustentável dos açazais nativos do Estado do Amazonas.

## 2.1 TRANSFERÊNCIA E DIFUSÃO DE BOAS PRÁTICAS DE MANEJO PARA O EXTRATIVISMO DE AÇAÍ NO AMAZONAS (5 LOCALIDADES) – PA 01

Neste plano de ação será levantado, avaliado e definido o sistema de manejo de populações de açaí de terra firme ou açaí do Amazonas (*Euterpe precatoria*), ao mesmo tempo em que fará a socialização de boas práticas de colheita, transporte e beneficiamento da produção destinada às pequenas unidades de processamento artesanal, assim como às unidades agroindustriaisdes.

Serão desenvolvidas todas as atividades de capacitação e transferência de tecnologias sobre o Sistema de Produção do Açaí do extrativismo do açaí no Amazonas.



Terá como estratégia, a implantação de 5 Unidades de Observação sobre o manejo das populações naturais de Açaí, identificação/descrição dos procedimentos atualmente em uso e capacitação de técnicos e produtores, sobre novos procedimentos/recomendações a serem adotadas, com ênfase nas Melhores Práticas de Produção e Segurança do Trabalho/EPI. Palestras, vídeos, cursos, visitas técnicas e dias de campo serão amplamente empregados pela Equipe.

## 2.2 COLETA E INTRODUÇÃO DE MATERIAL PARA TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE AÇAÍ – PA 02

Serão coletadas informações junto aos escritórios do IDAM nos municípios, buscando identificar aquelas comunidades/localidades com tradição de produzir mais e o melhor açaí da região, quando serão realizadas visitas às áreas de produção/coletas, por integrantes da Equipe da Embrapa, acompanhados pelos Técnicos do IDAM, conhecedores da região.

As obtenções de frutos/sementes poderão excepcionalmente serem feitas juntos as unidades de processamento artesanal, oportunidade em que aproximadamente 2 kg de sementes serão adquiridos/coletados e utilizados na implantação dos testes de competição de procedências, em local a ser definido. As amostras serão devidamente identificadas, inclusive serão obtidas informações sobre a procedência do material, em termos de localidade, comunidade e propriedade local da coleta dos frutos, quando possível. Estas atividades contarão com a efetiva participação do IDAM, CEPLAC, Secretarias Municipais, Associações de Produtores, Cooperativas e Agroindústrias locais

## 2.3 CONDUZIR TESTES DE PROCEDÊNCIAS PARA CULTURA DO AÇAÍ (*E. PRECATÓRIA*), EM 6 LOCALIDADES– PA 03

Serão adquiridas sementes de variedades de açaí *Euterpe oleácea* (BRS Pará) desenvolvidas pela Embrapa, assim como serão utilizadas procedências de Açaí de terra firme, escolhidas em função da reputação da origem (Por exemplo: Codajás e Manaquiri), para a produção de mudas e instalação dos ensaios de avaliação de desempenho de procedências, as quais serão implantadas em áreas de agricultores/produtores, criteriosamente selecionados, em 06 municípios de maior expressão e/ou potencial para expansão do cultivo do açaí, no Estado. Cada ensaio ocupará 0,5 ha. Estas atividades contarão com a efetiva participação do IDAM, CEPLAC, Secretarias Municipais, Associações de Produtores, Cooperativas e Agroindústrias locais.

Nos testes de procedências instalados nas áreas de Instituições de pesquisas (Embrapa, Ceplac, etc), serão plantadas todas as procedências obtidas no PA 2, no total de municípios abrangidos pelo Projeto.

Sobre os Testes de Procedências instalados, serão realizadas as seguintes atividades/estudos:

- Caracterização fenotípica das procedências.
- Caracterização genotípica das procedências.
- Avaliações das características genéticas das procedências: riquezas de alelos, distancias genéticas, organização da variabilidade genéticas.
- Estudos de biologia reprodutiva do *E. precatória*.

## 2.4 DESENVOLVER SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA AÇAÍ CULTIVADO NAS CONDIÇÕES DO AMAZONAS – PA 04

Com as observações advindas das atividades dos PAs 1 e 3, incorporando-se as experiências disponíveis com a cultura tanto no Amazonas, quanto em outras regiões, serão definidas e descritas as práticas agrícolas a serem socializadas juntos aos agricultores familiares, produtores e empresários, assim como recomendados/indicados os materiais genéticos mais promissores para a expansão da cadeia produtiva do açaí cultivado no Estado do Amazonas. Será então, estabelecido em documento próprio, o sistema de produção para a cultura do açaí no Estado do Amazonas, o qual será amplamente difundido junto aos extensionistas e agentes financeiros, devendo ser revisto e atualizado periodicamente, objetivando incorporar novos conhecimentos, gerados pela pesquisa local, ou introduzidos e adaptados de outras experiências com a cultura ou culturas, em condições correlatas. Estas atividades contarão com a efetiva participação do IDAM, CEPLAC, Secretarias Municipais, Associações de Produtores, Cooperativas e Agroindústrias locais.

## 2.5 PROMOVER ATIVIDADES DE CAPACITAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS SOBRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO DO AÇAÍ CULTIVADO NO AMAZONAS – PA 05

Todas as informações, conhecimentos e tecnológicas introduzidas, adaptadas e desenvolvidas no decorrer do projeto, serão levadas aos agricultores familiares e empresários interessados e envolvidos com o cultivo racional do açaí, de forma a minimizar os efeitos negativos da atividade e assegurar os melhores resultados agronômicos, ambientais e econômicos, de forma a fazer do cultivo do açaí, uma nova oportunidade de desenvolvimento do interior do Estado, gerando renda, riqueza e receita para o povo e para o Amazonas.

Durante as atividades de capacitação (cursos, palestras, dias de campo, visitas técnicas, etc) serão distribuídas mudas de açaí (100 mil mudas) para os agricultores familiares, dos mais promissores e dos melhores materiais genéticos disponíveis, como forma de motivação dos mesmos.

## 2.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES POR META TRIMESTRAL

O projeto terá a coordenação da Embrapa Amazônia Ocidental, com a sub-coordenação da SEPROR. A gestão do projeto será compartilhada com os responsáveis pelo plano de ação, ressaltando a corresponsabilidade na gestão dos recursos financeiros, de pessoal e infraestrutura do projeto, bem como no planejamento e acompanhamento das atividades previstas. A realização de encontros da equipe do projeto, com frequência a ser ajustada, se fará necessário para o compartilhamento, integração e motivação na execução das atividades. A coordenação acompanhará o andamento dos planos de ação, visando o cumprimento do cronograma de trabalho, maximizando o aproveitamento dos recursos financeiros e racionalizando o uso da infraestrutura disponível. Deve-se obedecer ao cronograma de execução das atividades apontado no quadro 1 para a correto cumprimento das atividades.

PA / ATIVIDADE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PA 1 - Identificar e levantar regiões/áreas com maior potencial para o extrativismo manejado do açaí no Amazonas.	X	X							
PA 1 – Selecionar 5 comunidades/populações para implantar as atividades de manejo na coleta e processamento de açaí		X	X						
PA 1 – Implantar UOs com atividades de manejo na coleta e processamento de açaí em 5 comunidades/populações ativas na extração de açaí			X	X					
PA 1 – A partir das informações geradas UOs sobre manejo na coleta e processamento de açaí em populações extrativas definir, elaborar e difundir as Boa Práticas para o extrativismo sustentável de alto rendimento para o Açaí no Estado do Amazonas.					X	X	X	X	X
PA 1 – Realizar atividades de capacitação e transferência de tecnologias sobre as boas práticas de coleta e processamento de açaí com participantes das 5 comunidades/populações ativas na			X	X	X	X	X	X	X

extração de açaí e de outras comunidades extrativistas da vizinhança.								
PA 2 – Identificar/levantar junto aos Escritórios do IDAM/Comunidades/Processadores, áreas/populações /plantas excepcionais para coleta de sementes para os testes de procedências.	X	X	X					
PA 2 – Obter sementes das áreas/populações/plantas identificadas para constituição dos testes de procedências	X	X	X	X				
PA 2 – Promover o intercâmbio de materiais de plantio e de conhecimentos sobre a cultura, com as principais instituições com experiência com a cultura	X	X	X	X				
PA 2 – Produzir mudas para constituição dos testes de procedências, com as sementes obtidas das plantas excepcionais coletas nas áreas/populações/plantas identificadas.		X	X	X	X	X		
PA 3 – Instalar 10 Testes de Procedências/UOs, incluindo variedades/materiais de outras espécies e de outras, em áreas de agricultores e de instituições (Embrapa, CEPLAC, etc), em localidades apresentando alto potencial de expansão da cultura do açaí, a serem definidas com os parceiros (IDAM, AFEAM, INPA, CETEFs Agroindústrias).							X	X
PA 3 – Conduzir os Testes de Procedências/UOs, aplicando os melhores tratamentos culturais, coletando todas as informações e realizando análises de interesse ao projeto, com apoio dos agricultores familiares e dos demais parceiros.							X	X
PA 4 – A partir das informações geradas nos Testes de Procedências, definir, elaborar e difundir o Sistema de Produção para a cultura do Açaí no Estado do Amazonas								
PA 5 – Promover atividades de capacitação sobre o Sistema de Produção (cursos, dias de campo, visitas técnicas e palestras) para as famílias extrativistas, agricultores e empresários interessados no cultivo do açaí								

PA 5 – Produzir e distribuir 100.000 mudas de açaí das procedências/variedades com melhor desempenho nos testes de procedências, aos agricultores familiares/ produtores participantes dos eventos de capacitação						X	X	X	X	X
---	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---

Quadro 1. Cronograma de execução das atividades por meta trimestral

Fonte: Aatoria (2019)

## 2.7 METAS PROPOSTAS

As metas estabelecidas têm como objetivo otimizar a exploração sustentável dos açaizais nativos do Estado do Amazonas, desse modo estabeleceu-se os seguintes pontos/ fatores a serem alcançados:

- Identificar e levantar regiões/áreas com maior potencial para o extrativismo, para instalação e condução de 5 Unidades Demonstrativas/Observação sobre o manejo de populações naturais de açaí submetidas ao extrativismo.
- Promover a obtenção de materiais/sementes das 20 principais áreas produtoras de açaí do Estado, para constituição dos testes de procedência.
- Conduzir programa de avaliação e estudos, objetivando a identificação e disponibilização de variedades de alto desempenho, aos agricultores/produtores de açaí: caracterização fenotípica, caracterização genotípica, seleção massal, testes de progênies, cruzamentos, recombinações, campos de produção de sementes (2 campos).
- Implantar e conduzir 10 Unidades de Demonstração/Observação, em áreas de agricultores/produtores nas principais e mais promissoras áreas de expansão da cultura no Estado.
- Promover 20 atividades de capacitação (cursos, dias de campo, visitas técnicas e palestras) para as famílias extrativistas e agricultores interessados na cultura do açaí.
- Produzir e distribuir 100.000 mudas de açaí de variedades selecionadas, aos agricultores familiares/produtores participantes dos eventos de capacitação.

## 2.8 REPERCUSSÃO E IMPACTOS ENVOLVIDOS

Repercussão e impactos envolvidos nesta proposta envolvem aspectos ambientais, sociais, tecnológicos, econômicos e formação de recursos humanos

- Sobre o impacto ambiental aponta-se: redução de atividades extrativistas predadores dos açazais nativos; melhoria do aproveitamento dos subprodutos do açaí, com redução das perdas; melhor aproveitamento e valoração das áreas alteradas com o plantio do açaí e conseqüente maior geração de ocupação e renda; redução das pressões para novos desmatamentos, pela maior rentabilidade no uso das áreas já alteradas.
- Sobre o impacto social aponta-se: melhoria de qualidade de vida dos trabalhadores pela redução dos riscos na coleta do açaí de extrativismo; melhoria da qualidade do produto do açaí, com redução dos riscos de contaminação dos consumidores; maior geração de renda com uma maior eficiência no aproveitamento da produção dos açazais nativos.
- Sobre o impacto tecnológico aponta-se: melhoria do conhecimento sobre os açazais nativos no amazonas; melhoria da qualidade dos produtos derivados do açaí e conseqüente melhores preços e renda aos extratores/agricultores; melhor conhecimento científico sobre o açaí de terra-firme (e. Precatória); desenvolvimento de melhores práticas de manejo dos açazais nativos; desenvolvimento de melhores práticas de cultivo do açaí, com maiores rendimentos, uso racional de insumos e manejo e conservação dos recursos naturais; identificação e desenvolvimento de procedências/variedades/cultivares melhores adaptadas e mais produtivas para as condições do amazonas; melhoria da qualidade do produto do açaí, com agregação de valor e redução dos riscos de contaminação dos consumidores.
- Sobre o impacto econômico aponta-se: redução de custos na produção; melhoria da rentabilidade com o aumento da produção e melhoria do produto; dinamização da economia do interior, pela maior geração de empregos, renda e conseqüente aumento do consumo de serviços e produtos.
- Sobre impacto nos recursos humanos aponta-se que o projeto objetiva apoiar a formação de recursos humanos em diferentes níveis (agricultores, extrativistas e seus familiares, extensionistas, técnicos de níveis médio e superior; estudantes; e pesquisadores).

## CONCLUSÃO

Muito embora o extrativismo seja considerado uma atividade transitória, é possível assegurar ao caboclo amazonense obtenha melhorias de renda e padrão socioeconômico com a exploração ordenada, racional e sustentável dos açazais existentes no interior do Estado. Porém, ao longo desse trabalho foi evidenciado atividade não realizado de forma sistemática, por isso, torna-se necessário realizar mudanças para sistemas um cultivo mais intensivos, tecnológicos, rentáveis e sustentáveis.

Então, pode-se apontar que um Sistemas Sustentáveis de Produção de espécie frutíferas, potencialmente agroindustriais, com elevado grau de agregação tecnológica, com apelo amazônico, como é o caso do açaí, requer pesquisas e ações e por parte das organizações rurais apoiada às instituições públicas de forma continuada, a fim de desenvolver oportunidades no interior. O que, conseqüentemente, proporcionará oportunidade ao caboclo amazonense, a participar efetivamente da apropriação de um produto de sua sociobiodiversidade, em prol da melhoria das condições de vida de sua família, de sua comunidade, bem como do estado do Amazonas.

Além disso, o desenvolvimento de um Sistemas Sustentáveis de Produção impulsionará a sustentabilidade, o que colocará o setor produtivo amazonense em destaque, pela oferta de produtos impares, de maior valor agregado, diversificando assim, a pauta de exportação e comércio, tornando o Estado do Amazonas, em produtor e exportador de produtos de alta qualidade, sustentabilidade e tecnologia, oferecendo aos interioranos, oportunidade de trabalho remuneradora, duradoura e de boa qualidade.

Todas essas medidas são essenciais para contribuir com a produção do açaí no Amazonas. Logo, promovendo o crescimento econômico do estado, uma vez que este produto está sendo altamente consumido no mercado internacional e a procura por exportação desse cresce também em larga escala.

Conforme informações obtidas é possível compreender a necessidade atual de desenvolver pesquisas agronômicas, socioeconômicas e ambientais, objetivando apoiar a exploração sustentável dos açazais nativos do Estado do Amazonas, ao mesmo tempo em que se promove a expansão de cultivos racionais uso racional de insumos, manejo integrado de pragas, boas práticas de processamento, novos produtos e agregação de valores, pela geração, adaptação e adoção de tecnologias, além da capacitação dos produtores em boas práticas agrícolas.



Vale destacar que a realização desse estudo consistiu em um levantamento de pesquisas, estratégias e iniciativas imprescindíveis porque assegurará que o processo de extrativismo e do cultivo do Açaí seja melhorando de forma tecnológica e sustentável o que resulta em benefícios e progressos socioeconômicos às famílias interioranas e à economia amazonense. Contudo, é importante lembrar que esta proposta deve ser realizada para resultar

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROCKE, Jan Vom; ROSEMANN, Michael. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013.

FAPEAM, Fundação De Amparo À Pesquisa Do Estado Do Amazonas. **Programa de Apoio à Consolidação das Instituições Estaduais de Ensino e/ou Pesquisa – Pró–Estado**. Projeto de Inovação Tecnológica da Cultura do AÇAÍ no Estado do Amazonas – PIT AÇAÍ, 2018

MARTINOT, Jan Feldmann; PEREIRA, Henrique dos Santos; SILVA, Suzy Cristina Pedroza da. **Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açaí-da-mata (Euterpe precatoria) do Amazonas**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 55, n. 4, p. 751-766, 2017.

NOGUEIRA, Ana Karlla Magalhães; DE SANTANA, Antônio Cordeiro; GARCIA, Wilnália Souza. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. Ceres, v. 60, n. 3, 2015.

RAMOS, Santiago Linorio Ferreyra et al. **Mating system analysis of Açaí-do-Amazonas (Euterpe precatoria Mart.) using molecular markers**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 19, n. 1, p. 126-130, 2019.

RIBEIRO, Fabrício. **Trabalhadores do açaí: história, memória e ambiente**. Trabalhadores, migrações e natureza no brasil equatorial, p. 89, 2018.

SILVA, Ageane Mota da et al. **Extractivism of palm tree fruits: A risky activity because of snakebites in the state of Acre, Western Brazilian Amazon**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 52, 2019.

SOUZA, Luís Gustavo de et al. **Crescimento da produção de açaí e castanha-do-brasil no acre**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 10, n. 3, p. 157-171, 2019.

YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima et al. **Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review**. Food chemistry, v. 179, p. 137-151, 2015.

# Capítulo 10

## XI-055 – SIMULAÇÃO HÍDRICA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

*Talita Campos da Silva (Engenheira Ambiental e Sanitária pela Faculdade Estácio de Sá - FESCG)*

*Rodrigo Soares Garcia da Silva (Engenheiro ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor adjunto na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).*

*Sandro Gomes Rodrigues (Administrador pela Faculdade de Ciências Administrativas de Ponta Porã. Doutor e Mestre em Transportes pela Universidade de Brasília (PPGT/UNB). Docente da Faculdade Estácio de Sá de Campo Grande.*

**RESUMO:** Para minimizar o problema da escassez hídrica, muitos países, inclusive o Brasil, têm buscado alternativas para o combate ao desperdício, como medição individualizada, utilização de dispositivos economizadores, além de buscar fontes alternativas de água, como reuso de águas servidas e aproveitamento de água da chuva. Este trabalho tem por objetivo identificar as condições de uso da água no setor da Pró-Reitora de uma Instituição de Ensino Superior. Para a realização do estudo, procedeu-se com o levantamento e cadastramento de uma rede de abastecimento de água, buscando fornecer subsídios para a elaboração de um plano de uso racional de água. Foram realizados: o traçado atual da rede, o monitoramento de nível de água no reservatório, da vazão na rede e da energia do sistema de bombeamento.

Foi estimada uma vazão de 2,33 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> e observado que a Faculdade de Odontologia (FAODO) é responsável por 26% do consumo total da Pró-Reitora. Esse estudo fornece subsídios para que se busque reduzir significativamente o consumo e perdas a partir de medidas de Gestão da Demanda de Água (GDA).

**PALAVRAS-CHAVE:** perdas de água, monitoramento, sistema de abastecimento.

## INTRODUÇÃO

É conhecida a importância do controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água. As perdas de água constituem-se em um problema mundial, gerando baixas performances à grande maioria dos sistemas; porém, alguns países ou cidades, com planejamento, conhecimento, recursos e gestão, conseguiram atingir e manter baixos níveis de perdas nos seus sistemas.

As perdas de água não se apresentam apenas como um problema técnico e econômico, restrito à esfera de ação de uma operadora local ou regional. A questão tem implicações mais amplas, com repercussões significativas nos seguintes aspectos (EUROPEAN COMMISSION, 2014):

- Políticos: envolvem questões relativas às entidades responsáveis pelos serviços, agências de governo, linhas de financiamento para o setor e a mídia;
- Econômicos: envolvem os custos dos volumes perdidos e não faturados, os custos operacionais (energia elétrica, produtos químicos no processo de potabilização da água etc.) e os investimentos para as ações de redução ou manutenção das perdas, importantes para a sustentabilidade das empresas;
- Sociais: envolvem o uso racional da água, o pagamento ou não pelos serviços, as questões de saúde pública e a imagem das operadoras perante a população;
- Tecnológicos: envolvem as interações entre o conhecimento técnico e as tecnologias, ferramentas e metodologias disponíveis para as atividades típicas do combate às perdas (a "arte do possível");
- Legais: envolvem a legislação para o setor, as licenças e a respectiva regulação;
- Ambientais: envolvem a utilização e gestão de recursos hídricos e energéticos e impactos das obras de saneamento.

Se na operação cotidiana de uma operadora de saneamento todas essas questões estão presentes, a ocorrência de um episódio de estiagem tão grave como o que está ocorrendo na Região Sudeste do Brasil potencializa as preocupações e cobranças da sociedade, obrigando as operadoras a superarem dificuldades usuais e buscarem novos patamares de desempenho operacional, à altura da crise, de maneira a não comprometer drasticamente o seu desempenho econômico-financeiro e a qualidade dos serviços.

É também relevante lembrar que a potencialização dos resultados claudicantes no combate às perdas no Brasil, revelado pela grave situação de desequilíbrio entre a oferta e a demanda no Sudeste, remete à necessidade de revisar conceitos e práticas para a redução de perdas em regiões como o Nordeste brasileiro, onde é secular o convívio com crises hídricas e, paradoxalmente, ostenta elevadas perdas nos sistemas de adução e distribuição nas suas áreas urbanas e rurais.

Tão grave é observar que, onde há água em abundância, como na Região Norte, as perdas seguem sem controle e em patamares muito elevados. Quais as razões então para que, a despeito de toda a expertise e acervo técnico existentes no Brasil, a redução de perdas não segue uma tendência sustentável de Por que combater perdas é algo tão dissociado da gestão empresarial na maioria das operadoras?

Ante ao exposto, será tratado um tema ligado à operação e manutenção de redes de distribuição de água, onde se enfatizam as perdas e a luta para combatê-las. Neste trabalho será caracterizado e simulado o setor Pró-Reitoria de abastecimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Os objetivos serão o cadastro e a calibração do setor de abastecimento, como uma ferramenta para ações de gestão e gerenciamento de perdas para a instituição de ensino.

Com o cadastro e simulação do setor de abastecimento da rede de água do campus universitário foi possível realizar gestão e gerenciamento de perdas de água visando economia para instituição e propiciando uso racional da água.

O objetivo deste trabalho é caracterizar e simular uma rede de abastecimento de água de um setor de um campus universitário. Para tal, será realizado o cadastro e levantamento das características físicas da rede de abastecimento do setor Pró-Reitora do campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Ademais, ocorrerá a simulação da rede de abastecimento cadastrada usando o software EPANET.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância para atendimento as suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial (TSUTIYA, 2005).

Em vista da importância de um correto sistema de abastecimento de água, grandes esforços vêm sendo feitos, particularmente nas últimas décadas do século XX, com elevados investimentos, de

modo a levar água de boa qualidade ao maior número possível de usuários, especialmente dos países em desenvolvimento, onde a situação de abastecimento de água é menos favorável (TSUTIYA, 2005; LAMBERT, 2002).

Hoje, nos centros urbanos mais desenvolvidos, as principais deficiências observadas em sistemas de abastecimento de água devem-se principalmente à deterioração dos sistemas mais antigos, especialmente na parte de distribuição de água, com tubulações antigas apresentando frequentes problemas de rompimentos e de vazamentos de água, ou mesmo a falta de abastecimento de áreas urbanas que apresentam rápido e desordenado crescimento (BARROSO, 2005).

Assim, para esses centros urbanos, as necessidades de adequações dos serviços de abastecimento de água estão ligadas à reabilitação de redes de transporte e distribuição de água mais antigas, bem como a construção e ampliação dos sistemas para atender às novas áreas de crescimento.

Estima-se que nos grandes centros urbanos os maiores investimentos necessários serão para a recuperação das partes mais antigas do sistema de transporte e distribuição de água potável. A deterioração dos sistemas de transporte e distribuição de água mais antigos, que não sofrem adequada manutenção e recuperação, resulta em elevada perda de água, com importantes perdas de faturamento por parte da prestadora do serviço, devido aos vazamentos, bem como deixa o sistema de abastecimento vulnerável à contaminação da água através da perda de estanqueidade das tubulações e juntas danificadas (TSUTIYA, 2005).

## METODOLOGIA

### DELIMITAÇÃO E LEVANTAMENTO DE DADOS DO SISTEMA ANALISADO

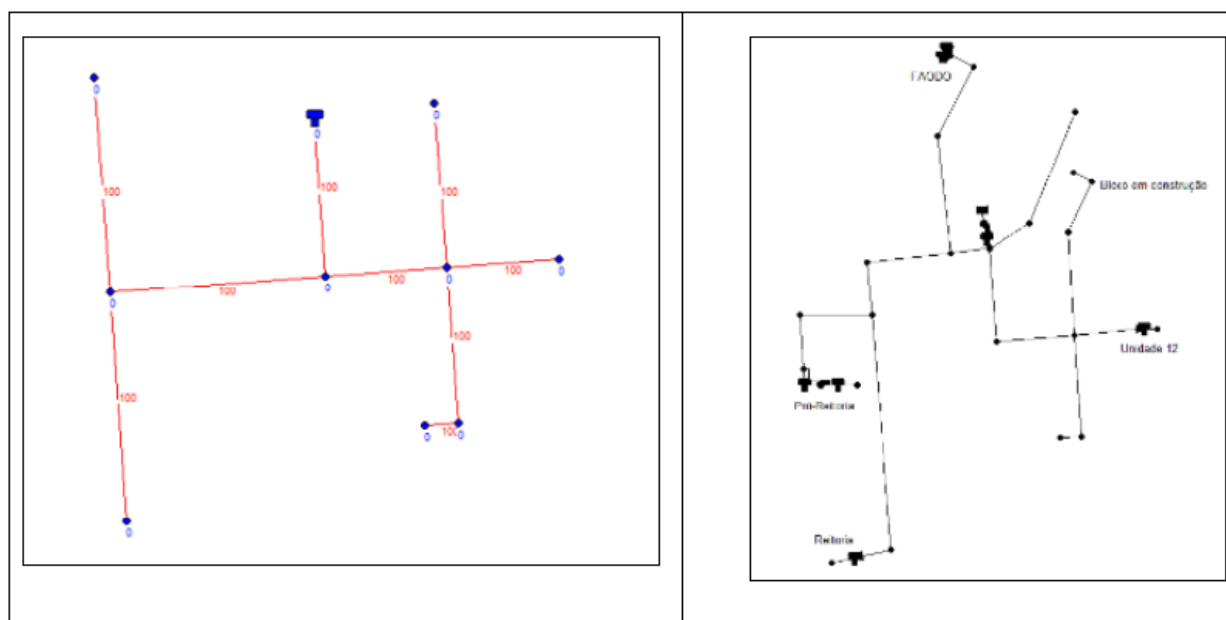
O primeiro passo do trabalho foi realizar o cadastro dos elementos do sistema de abastecimento. Para tanto foram realizadas visitas em campo para atualizar a planta da rede de abastecimento da Pró-Reitoria. Essa primeira etapa consistiu em delimitação, concepção e desenho dos elementos hidráulicos do sistema simulado e gerenciado.

A figura 1 ilustra o prédio da reitoria que está a 552 metros acima do nível do mar.



**Figura 1: Local de estudo**

A figura 2 ilustra um esboço da rede de abastecimento de água do setor Pró-Reitoria da UFMS, levantado nas dependências do local do estudo.

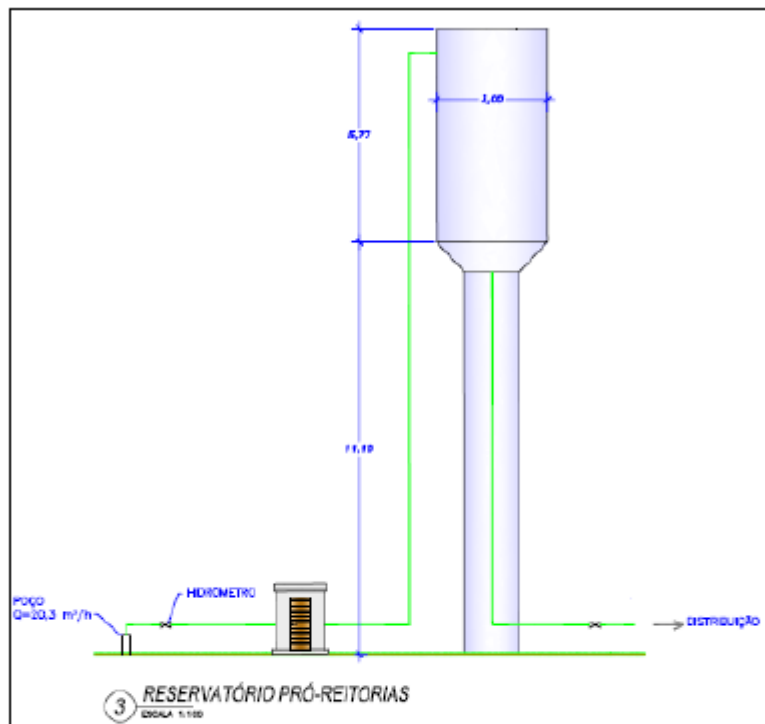


**Figura 2: Representação do Setor Pró-Reitoria**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

De visita preliminar no local de estudo, foi medido e desenhado o reservatório de água tipo taça de abastecimento do setor (figura 3). Foi determinado que o reservatório possui 5.000 litros e dimensões



de 3 metros de diâmetro e 5,77 metros de altura útil de reservação de água. O setor de abastecimento é atendido por um poço com vazão de 20,3 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 3: Poço e reservatório de água tipo taça**  
**Fonte: Guia prático rede LENHS**

Após o cadastro da rede e atualização das plantas em AUTOCAD, foi traçado um monitoramento na rede de maneira a obter dados para a simulação no EPANET.

O Analisador de Energia (figura 4) é um equipamento instalado para obtenção dos dados da bomba e deve ser instalado no painel de energia responsável pelo sistema. O operador deve ter noções de elétrica e tomar os devidos cuidados. Na Pró-Reitoria este equipamento ficou instalado durante alguns dias (desconsiderando dias atípicos).

O equipamento destinado à mediação de variação de nível do reservatório é o Levelogger (figura 5), este foi colocado dentro do reservatório e registrou data, intervalo de tempo, variação de nível e temperatura.



**Figura 4: Analisador de Energia**



**Figura 5: Levelogger de nível**

**Fonte: Guia prático rede LENHS**

Na rede de água principal do sistema de abastecimento foi instalado um medidor ultrassônico de vazão (de maneira não intrusiva na rede), para medida dos consumos de água (figura 6).



**Figura 6: Medidor ultrassônico de vazão**

**Fonte: Guia prático rede LENHS**

monitoramento com os sensores na rede deve ser sincronizado, de modo a obter informações simultâneas do sistema de abastecimento.

De posse do cadastro e dos dados de monitoramento, a rede foi desenhada no software EPANET, de maneira a calibrar e validar o modelo hidráulico proposto (figura 7).

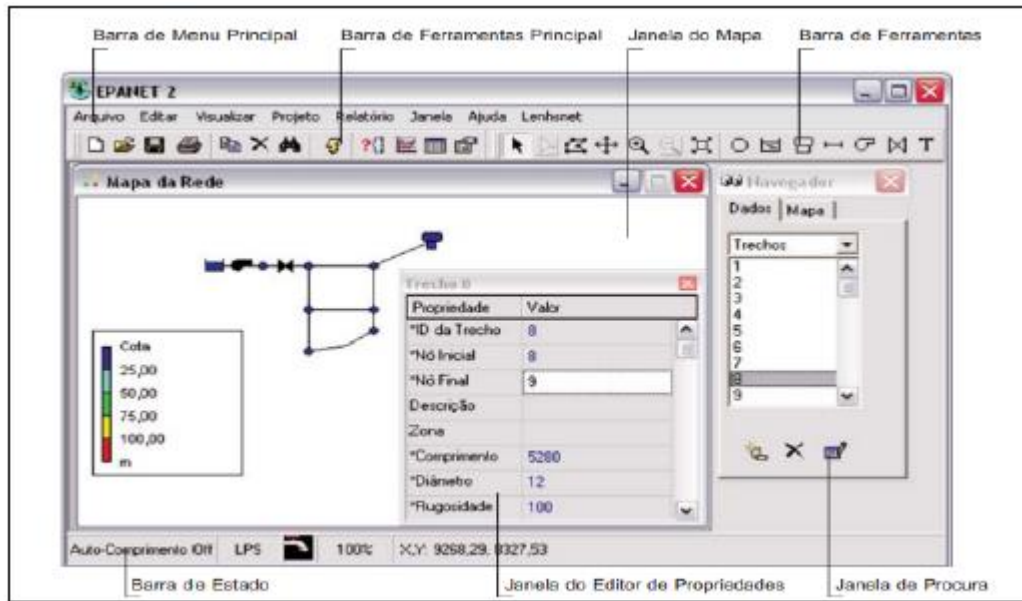


Figura 7: Configuração básica do ambiente de trabalho do EPANET

Fonte: Elaborado pelo autor

Após calibrada a rede hidráulica foram determinados os índices e os indicadores da rede, de maneira a permitir a operação e o gerenciamento de perdas de água no sistema de abastecimento. A equação 1 mostra o índice proposto por MALDONADO (2006) e relaciona o volume perdido por um determinado setor ao volume perdido do total do sistema.

$$IPT = \frac{\text{Volume Disponibilizado no setor} - \text{Volume Utilizado no setor}}{\text{Volume disponibilizado no sistema} - \text{Volume utilizado no sistema}}$$

**Equação 1: Cálculo do IPT**

Equação 1: Cálculo do IPT

O indicador calculado na equação 1 reflete percentualmente o quanto a perda do setor representação em relação a perda global. Foram propostos outros indicadores como o Índice Linear de perda real (ILR), o Índice de perdas por ligação (IPL), o Índice de infraestrutura de perdas (ILE), o Índice de perdas por ramal (IPR) e o Indicador Percentual (IPD) (KUROKAWA, 2001; GONÇALVES,1998).

Com esses índices é possível gerenciar, ter controle de perdas e propor operação otimizada do pequeno setor de abastecimento de água simulado.

## SIMULAÇÃO DO SISTEMA LEVANTADO

Existem algumas técnicas para a construção de modelos de redes de distribuição de água e o EPANET, programa desenvolvido para identificar os componentes hidráulicos, é uma ferramenta essencial para tal modelagem.

O EPANET simula um sistema de distribuição de água como sendo um conjunto de trechos ligados a nós. Os trechos representam tubulações, bombas e válvulas de controle. Os nós representam conexões, reservatórios de nível fixo (RNF) e reservatórios de nível variável (RNV).

A geração do fundo do mapa é a primeira etapa da simulação, quando é feita a representação do sistema e a inserção dos dados.

Cada item representado deve receber informações de sua característica física e de funcionamento. Algumas informações são essenciais para se obter uma simulação bem sucedida.

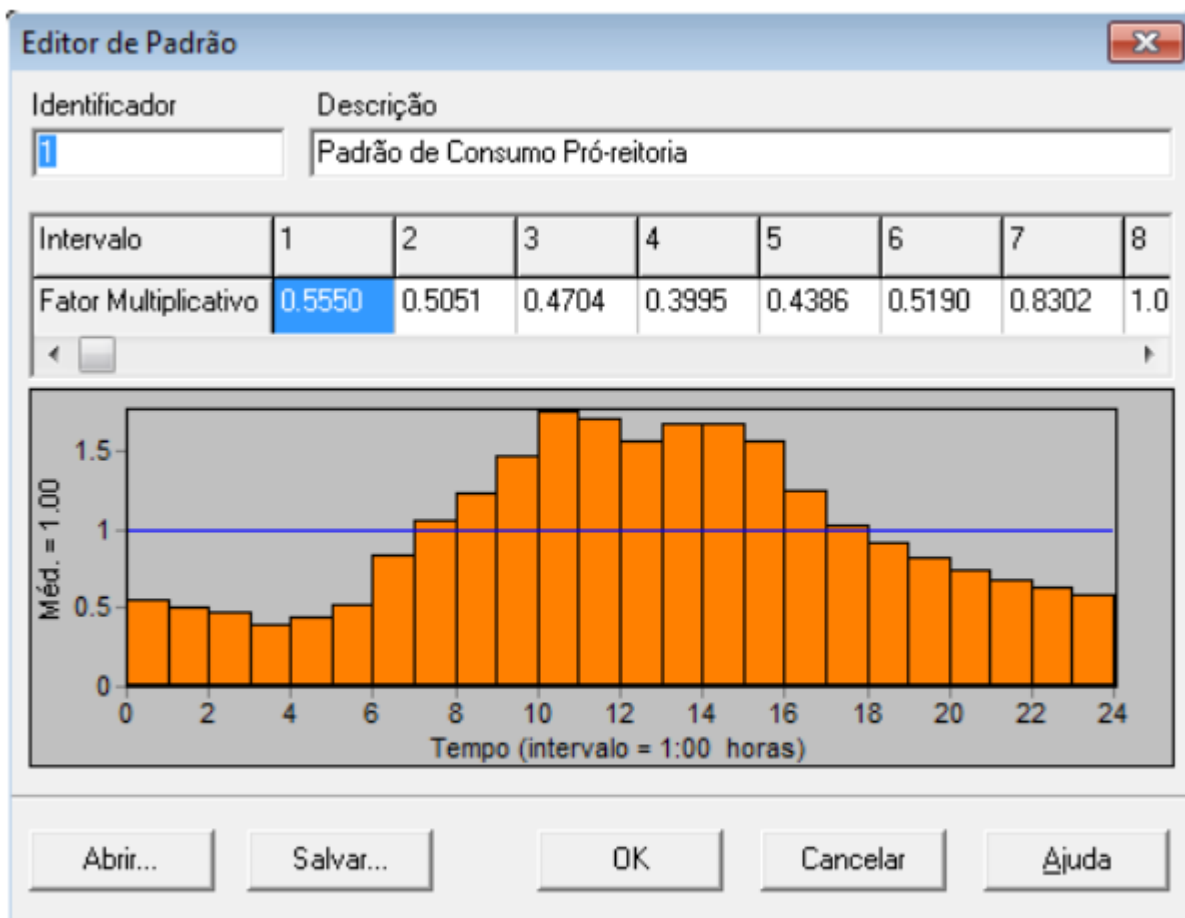
- Nós: Os nós são pontos onde existe consumo, são locais com reservatórios, torneiras, banheiros, conexões, entre outros pontos de consumo. Os três parâmetros fundamentais para inserir no EPANET são cota, consumo e padrão de consumo.

A cota é a altitude do terreno em relação ao nível do mar, é adotado metros para a unidade de medida. Pode-se obter por meio do programa Google Earth, quando localizado o local desejado abaixo aparecem dados de data, latitude, elevação. Cada nó possui uma altitude própria, deve-se prestar atenção nas localizações dos reservatórios, pois em um abastecimento por gravidade o nível dos reservatórios deve ser mais elevado que os pontos de abastecimento.

O prédio da Reitoria está a 552 m acima do nível do mar, como pode ser observado na figura 1. O consumo deve ser inserido na unidade de litros por segundo (L/s) e é o valor calculado no item de Consumos e Consumos Especiais.

O Padrão de Consumo também foi calculado, e os valores devem ser inseridos no local do Fator Multiplicativo.

(figura 8).



**Figura 8: Padrão de Consumo na Pró-Reitoria**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

- Trecho: Temos como trechos as representações das tubulações, bombas e válvulas de controle. São caracterizados por linhas, ou pequeno símbolo de bomba ou válvula entre as “linhas”. Os parâmetros inseridos são: comprimento (m), diâmetro (mm), rugosidade.

O Comprimento é dado em metros, como não é possível medir toda a tubulação, visto que se encontram enterradas ou concretadas, antes de iniciar o traçado da rede é aconselhável ativar o auto comprimento no canto inferior esquerdo, assim o programa preencherá o comprimento do trecho automaticamente.

O diâmetro dado em milímetros (mm) é obtido durante a fase de cadastro e concepção da rede.

A rugosidade representa a resistência ao escoamento da água e varia de acordo com o material do tubo.

Neste estudo foi usado a fórmula de Darcy-Weisbach, sendo os valores podem retirados do Manual do EPANET.

Figura 9: Coeficientes das fórmulas de perda de carga para tubulações novas

Material	C, Hazen-Williams (adimensional)	$\epsilon$ , Darcy-Weisbach (mm)	n, Manning (adimensional)
Ferro fundido	130 – 140	0.25	0.012 – 0.015
Concreto	120 – 140	0.3 – 3	0.012 – 0.017
Ferro galvanizado	120	0.15	0.015 – 0.017
Plástico	140 – 150	0.0015	0.011 – 0.015
Aço	140 – 150	0.03	0.015 – 0.017
“Grés”	110	0.3	0.013 – 0.015

**Fonte: Manual EPANET**

- RNF: O Reservatório de Nível Fixo é utilizado para simular um poço, lagos ou rios que possuam sempre um volume constante de armazenamento de água, de capacidade ilimitada e carga hidráulica constante. O principal dados do monitoramento com o medidor de nível como visto anteriormente.

- RNV: Os Reservatórios de Nível Variável são considerados nós especiais da rede, com capacidade de armazenamento limitada e com variação de volume de água armazenada durante a simulação. É caracterizado pelas seguintes propriedades: cota, altura de água inicial, mínima e máxima, diâmetro. A cota já determinada anteriormente foi retirada do Google Earth, assim como o diâmetro escolhido por tabela. As medidas das alturas máximas e mínimas foram obtidas por cálculos relacionando os níveis máximos e mínimos com a altura inicial.

Primeiramente da altura total foi retirado 0,5 m, que correspondiam ao extravasamento do reservatório, então esse valor ficou sendo nossa altura de água máxima.

Em seguida, fez-se uma regra de três, sabendo que a altura máxima está para o nível máximo e a altura mínima para o nível mínimo, lembrando que o valor que se espera encontrar é a altura mínima de água (tabela 1 e 2).

Tabela 1: Dados altimétricos da Pró-Reitoria (sistema estudado)

Pró-Reitoria				
Nível máx.	Nível mín.	Altura máx.	Altura total - 0,5 m	Altura mín.
6,42	5,95	16,87	16,37	15,17157

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Tabela 2: Dados altimétricos da Pró-Reitoria (sistema estudado)

Pró-Reitoria			
Nível máx.	Nível inicial	Altura máx.	Altura inicial
6,42	5,95	16,87	15,63497

**Fonte: Elaborado pelo autor**

A altura inicial quem determina é o operador, lembrando que o valor não pode ser abaixo da altura mínima.

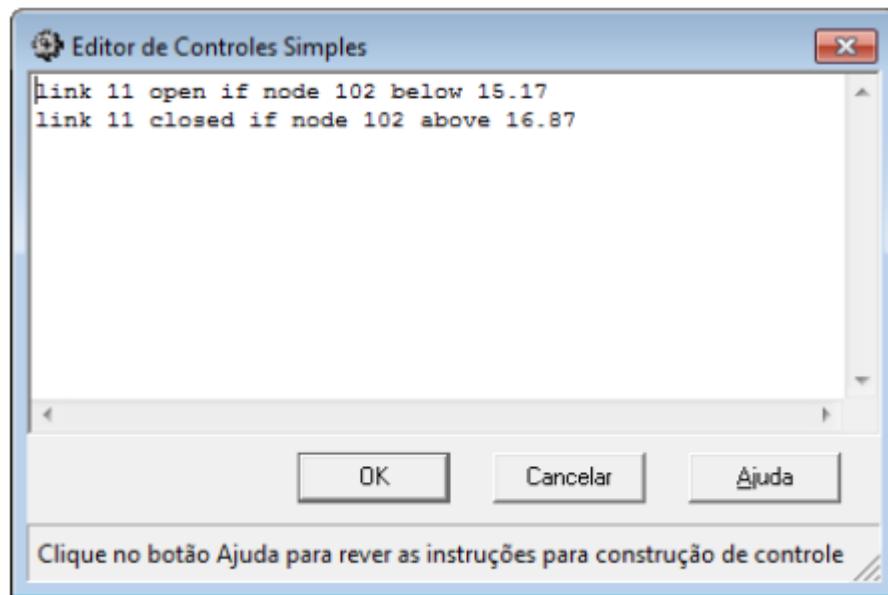
Geralmente coloca-se o valor igual ao máximo, considerando que o sistema comece com o reservatório cheio.

- Bomba: Parâmetros que devem ser inseridos são: potência, curva, estada inicial. A potência é fornecida pela bomba em Hp e independe da vazão. Este campo pode ser deixado em branco caso seja fornecida a curva da bomba. A Curva é a relação entre a altura de elevação e a vazão. O Estado inicial refere-se à bomba quando está ligada ou desligada no início da simulação.

- Controle: Relaciona as condições de operação de uma bomba com o período do dia ou com as alturas de água no reservatório de nível variável. Podem ser inseridos comandos como ligar e desligar uma bomba, abrir ou fechar trechos ou válvulas, entre outros.

Na Pró-Reitoria o comando é para que a bomba ligue quando o reservatório atingir o nível mínimo, ou seja, 15,17 m e desligue quando o nível chegar a 16,87 m (figura 10).





**Figura 10: Editor de controles simples**

**Fonte: Elaborado pelo autor**

#### TRATAMENTO DE DADOS DO SISTEMA LEVANTADO

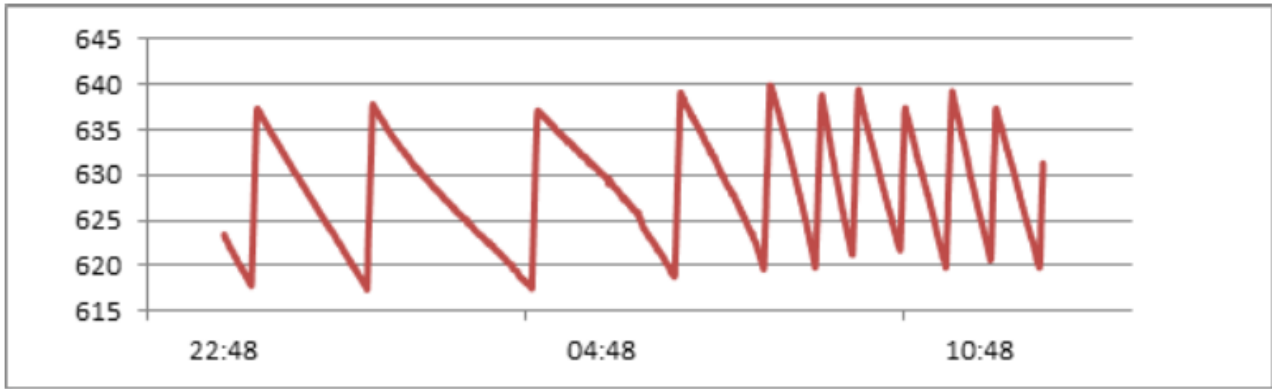
É importante criar uma cópia do arquivo original e retirar todas as informações irrelevantes, assim, a manipulação dos dados torna-se mais prática.

#### NÍVEL

Os dados de nível são baixados por meio de um software específico e os dados são tratados no Microsoft Excel.

O operador determina o intervalo de tempo em que o equipamento vai coletar os dados. Em todos os setores da UFMS optou-se por usar um intervalo de 30 segundos.

A planilha tratada apresenta apenas duas colunas, uma para Data/hora e outra com os valores do nível (figura11).

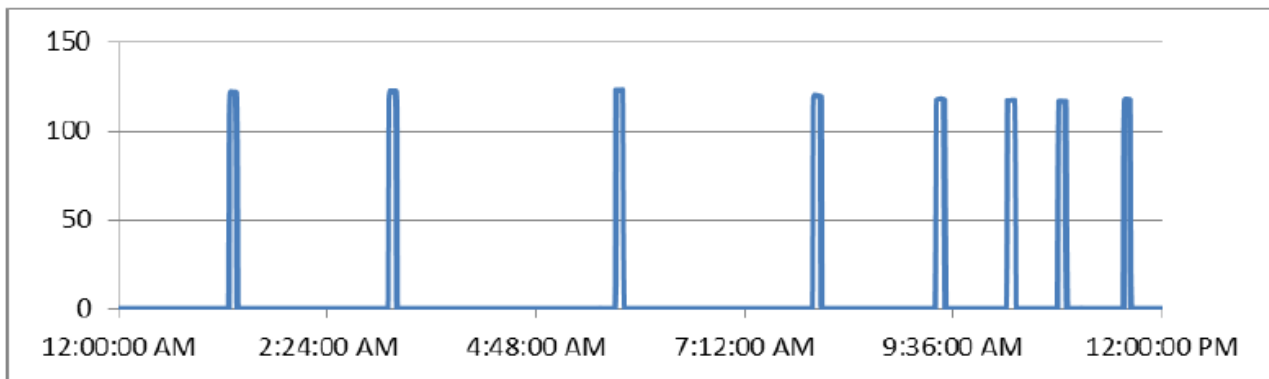


**Figura 11: Nível medido no reservatório de água**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

**ENERGIA**

O Analisador de Energia mede a potência em três fases. Em um intervalo de tempo é calculada a média de cada fase. Somando essas três médias obtêm-se o valor total da potência da bomba.

Na figura 12 é possível ver o momento em que a bomba liga e desliga.



**Figura 12: Energia medida no sistema de bombeamento**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

**VAZÃO**

A vazão da bomba foi obtida pelo hidrômetro e este valor foi utilizado para calcular a vazão de consumo. Em uma planilha do Excel foram anotados os valores fixos de vazão da bomba, diâmetro e área do reservatório elevado. Além disso, também foram inseridos os dados de nível e da bomba. Ao lado da coluna da bomba, foi criada outra coluna com um comando para manter os valores de zero e transformar em 1 os que fossem diferentes de zero, assim, o zero representa a bomba desligada e o 1 a bomba ligada.

Para calcular o volume de entrada de água no reservatório, multiplicou-se a vazão da bomba pela coluna da bomba (ligado/desligado) e por 30 (segundos).

Para saber o volume reservado, fez-se o uso do cálculo de volume do cilindro a cada 30 segundos, subtraiu-se o valor de nível anterior para obter a altura reservada e dividiu-se por 100, para transformar de centímetro para metros, multiplicado pela área do reservatório.

A vazão de saída foi calculada subtraindo o volume que entra pelo que reserva, dividido por 30, para ter vazão de saída em  $m^3/s$ . Ao lado foi inserida uma coluna para apenas os valores positivos e foi feita a média multiplicada por 3.600 para ter uma vazão média em  $m^3/h$ .

## CONSUMO E CONSUMOS ESPECIAIS

O consumo corresponde à quantidade de água gasta pela população universitária, é uma propriedade estimada com base nos cálculos adquiridos dos dados de nível e energia. São considerados pontos de consumos os locais onde existem torneiras, banheiros, cozinha, e também existem os chamados consumos especiais, pontos onde o consumo é maior que a média, são exemplos os laboratórios, hospitais, clínicas, entre outros grandes consumidores.

A vazão de consumo total da Pró-Reitoria é de 0,6494 L/s. Este setor possui 7 pontos consumidores. Dentre eles, a Faculdade de Odontologia foi identificada como grande consumidor por possuir cadeiras odontológicas que demandam uma grande quantidade de água, já que oferece atendimento ao público. Foi estimado que o consumo da FAODO é de 26% do consumo total da Pró-Reitoria (tabela 3 e 4).

**Tabela 3: Dados consumo da Pró-Reitoria (sistema estudado)**

VAZÃO	$m^3/h$	L/S
Média	2,336388	0,648997

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Tabela 4: Dados consumo da Pró-Reitoria (sistema estudado)**

FAODO	NÓS
26%	6
0,168739	0,080043

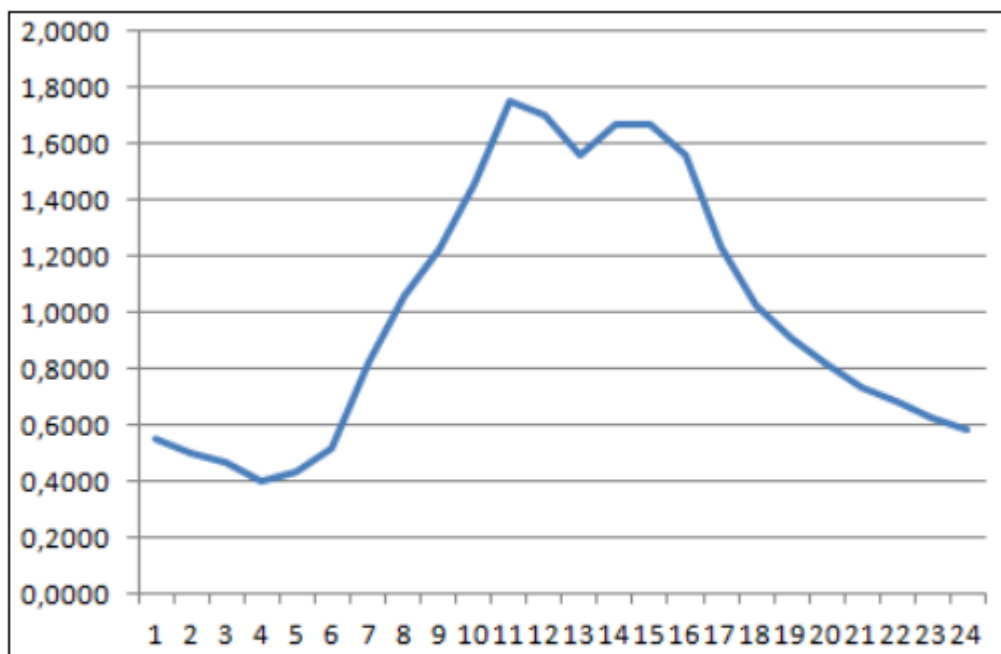
**Fonte: Elaborado pelo autor**

## PADRÃO

Cada setor possui um arquivo chamado “Modelo”, que tem como objetivo agrupar e relacionar todas as informações existentes. Preenchendo a ficha de cadastro com as características dos reservatórios, bombas e poços, e inserindo dados elétricos e de nível é possível obter automaticamente o padrão de consumo. A partir do modelo também se pode retirar os fatores multiplicativos que serão inseridos na simulação do EPANET. Esse fator faz com que o consumo varie relativamente a um valor fixo.

Com esses dados é possível calcular a vazão por dia, assim é feita uma média por hora e logo, uma média final.

Dividindo a média de cada hora pela média final, chega-se ao Fator Multiplicativo, que é uma taxa do consumo que varia de acordo com o dia (figura 13).



**Figura 13: Padrão de consumo de água no sistema de abastecimento estudado**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

## CONCLUSÕES DO MONITORAMENTO

Quando os dados dos equipamentos são baixados, pode acontecer de aparecerem anomalias nas medições, como falta de dados ou dados repetidos, por isso, deve-se verificar a presença destas. Quando os monitoramentos da bomba e do nível foram analisados separadamente, não foram encontradas as anomalias, mas quando o cruzamento entre dados foi gerado, foi possível perceber que os gráficos estavam deslocados e os horários dos equipamentos não correspondiam ao mesmo

momento. Como o Level Logger sincroniza a hora de acordo com o horário do computador, concluímos que o analisador de energia estava com o horário desregulado.

Para o ajuste do horário, foi preciso comparar a hora que a bomba liga e a hora que o nível começa a subir. Na Pró-Reitoria foi constatado um adiantamento de 1 hora e 10 minutos analisador em relação ao nível (figura 14 e 15).

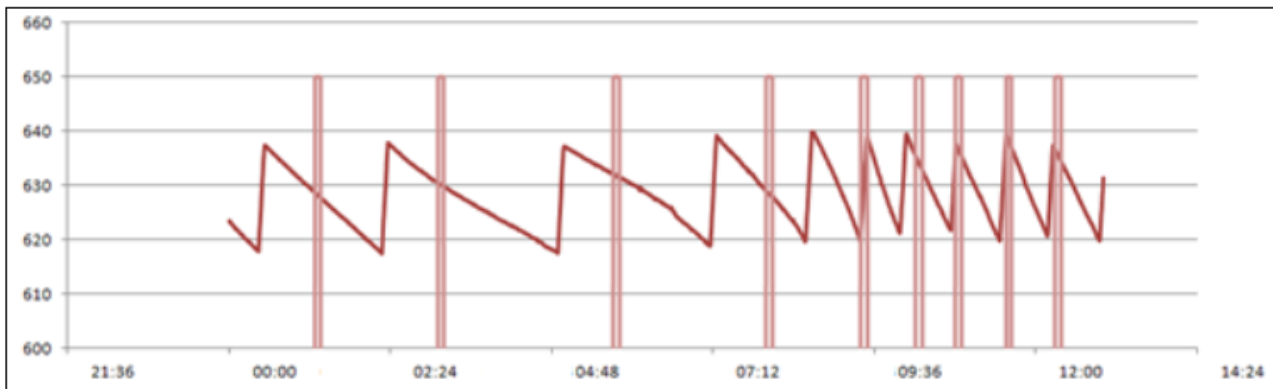


Figura 14: Gráfico com erro nos horários

Fonte: Elaborado pelo autor

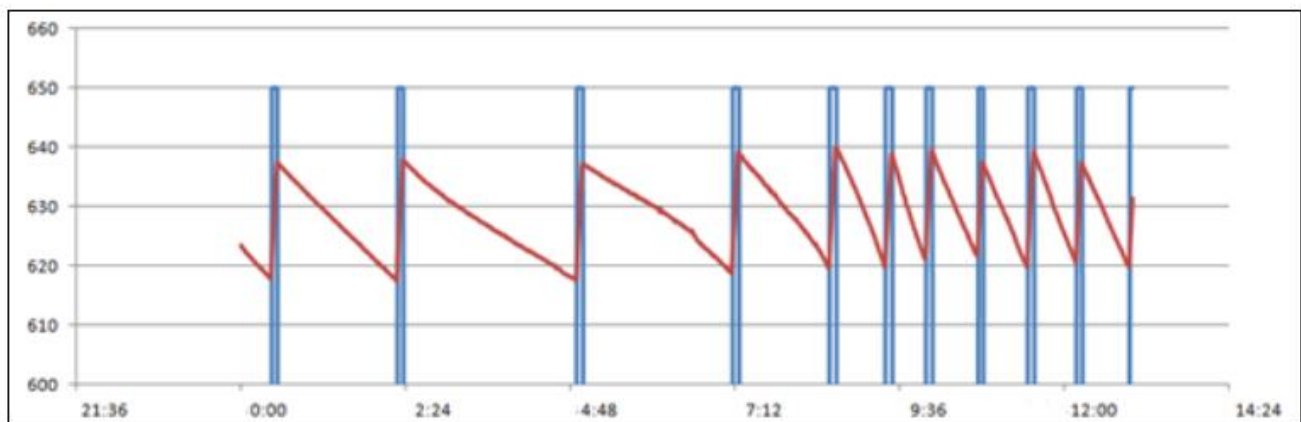


Figura 15: Gráfico com correção dos horários

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu cadastrar a rede de abastecimento do setor Pró-Reitoria da instituição. Foi criada uma metodologia que permite cadastrar o sistema de abastecimento e posteriormente simular em um software de simulações e modelagem hidráulica como o EPANET.

A vazão de consumo total da Pró-Reitoria é de 2,33 m<sup>3</sup>/s. Este setor possui 7 pontos consumidores. Dentre eles, a Faculdade de odontologia foi identificada como grande consumidor por possuir cadeiras

odontológicas que demandam uma grande quantidade de água, já que oferece atendimento ao público. Foi estimado que o consumo da FAODO é de 26% do consumo total da Pró-Reitoria.

Recomenda-se para trabalhos futuros utilizar o cadastro da rede e a simulação hidráulica para criar índices de gerenciamento e perdas de água, para poder realizar a gestão das perdas de água no sistema de abastecimento estudado.

## REFERÊNCIAS

BARROSO, L.B., Estudo da minimização das perdas físicas em sistema de distribuição de água utilizando o modelo EPANET. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria, 2005.

GONÇALVES, E., Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de água – Estudo de casos da CAESB. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil, UNB, Brasília, 1998.

KUROKAWA, E., “Sistema para avaliação de dados e indicadores de perdas em sistemas de distribuição de água.” Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

LAMBERT, A., “Monitoramento, medição, controle e indicadores de Perdas. A Metodologia Proposta Pela IWA”, Anais do Encontro Técnico Sobre Redução e Controle de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento, Salvador – BA, março de 2002.

MALDONADO, A. L. S. - Priorização de setores para subsidiar ações de combate às perdas em sistemas de abastecimento de água – estudo de caso do sistema de Campo Grande – MS, 2006.

TSUTIYA, M. T., Abastecimento de Água. 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

# Capítulo 11

## ANÁLISE SOBRE O DESCARTE PELA POPULAÇÃO DE MEDICAMENTOS VENCIDOS NO MUNICÍPIO DE ITAPEMIRIM-ES COM CAMPANHA DE DESCARTE CORRETO

*Aurimar de Paula Viana (Bióloga pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Especialista em Biologia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Especialista em Vigilância Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Engenharia de Saúde Pública e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Bióloga na Prefeitura Municipal de Itapemirim.*

*Gustavo Galante Cordeiro (Farmacêutico/Bioquímico pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Especialista em Análises Clínicas e em Vigilância Sanitária pela Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (EMESCAM), Especialista em Gestão de Saúde Pública pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Farmacêutico na Prefeitura Municipal de Itapemirim.*

*Louise Langa Ferreira (Estudante de Engenharia Química da Faculdade Pitágoras, Estudante de Biologia da Faculdade Universidade Paulista (UNIP). Estagiária no Núcleo de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Prefeitura Municipal de Itapemirim (NUGERSSA/PMI).*

**RESUMO:** Pela facilidade de aquisição de muitos tipos de medicamentos é comum no Brasil a automedicação, com hábito de armazenamento numa caixinha, conhecida como “farmacinha caseira”. Este hábito traz diversos riscos à própria população, ocasionando ainda o problema do descarte incorreto destes, seja por estarem com validade vencida ou porque não irão mais utilizar, trazendo também danos ao meio ambiente.



As principais causas apontadas são o desconhecimento e a falta de orientação por parte do poder público. Como medida para evitar os riscos citados, o Núcleo de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de Itapemirim-ES promove uma campanha de descarte correto deste tipo de resíduo desde 2015, tendo como público-alvo a população, para que efetuem o descarte adequado, por meio de entrega voluntária dos medicamentos vencidos ou sem uso, com divulgação visual e orientação pelas Agentes Comunitárias de Saúde(ACS). O objetivo deste estudo foi fazer uma breve análise sobre a campanha e o descarte de medicamentos vencidos ou sobras de medicamentos feita pela população. Foi confeccionado cartazes para divulgação geral nos hospitais, clínicas, farmácias, drogarias e unidades de saúde. Também foi feito flyer para sensibilização junto às famílias com ajuda das ACS. Cada medicamento descartado foi contabilizado e caracterizado de acordo com sua apresentação, tipo de uso controlado ou não, condição das embalagens primária e secundária e validade. No período estudado 2015-2018, observou-se uma grande diversidade de medicamentos entregues pela população, tanto de uso controlado como de uso não controlado, demonstrando principalmente aquisição possivelmente exagerada ou automedicação pela quantidade de medicamentos de venda provavelmente sem prescrição médica ou receituário especial. São exemplos de medicamentos descartados psicotrópicos, antibióticos, expectorantes, antialérgicos e pomadas dermatológicas. Os resultados mostram que a população armazena muitos medicamentos vencidos em suas residências e mesmo os não vencidos, após sobrar do que foi prescrito. Pela análise realizada conclui-se que é necessário uma política de controle e sensibilização da população para evitar este armazenamento e prevenir os riscos de mal uso ou descarte incorreto, que a campanha deve continuar levando a mudança de hábito de guardar as sobras de medicamentos e que esta foi válida, tendo boa aceitação pelos munícipes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descarte de Medicamentos, Resíduos de Serviços de Saúde, Campanha Popular.

## INTRODUÇÃO

De acordo com Alencar et al (2014) “ a descoberta e o desenvolvimento de fármacos em diferentes formas farmacêuticas possibilitaram grandes transformações e avanços nas atividades de assistência à saúde, sendo o medicamento uma tecnologia bastante difundida e utilizada.” Com um mercado farmacêutico cada vez maior e o Sistema de Saúde focado na doença, o uso de medicamentos se tornou fácil, habitual e excessivo, fatores que trazem riscos à população devido ao uso irracional destes e do seu descarte incorreto.

No Brasil é comum a automedicação, assim como a facilidade de aquisição de determinados medicamentos. Esta cultura acaba gerando nos domicílios um acúmulo de medicamentos. Geralmente, as famílias possuem uma caixinha com alguns medicamentos para uso em pequenas emergências (antigripal, analgésicos, antitérmicos vendidos sem receita médica). Nesta caixinha costuma-se ter também sobras de medicamentos controlados (antibióticos, entre outros) que provavelmente não mais serão utilizados, mas que ficam guardados até a expiração da sua data de validade ou mesmo após estarem vencidos por não saber o que fazer com estas sobras.

Segundo Guerrieri e Henkes (2017) é cada vez maior a preocupação com o descarte dos medicamentos vencidos e suas sobras pelo consumidor final, sendo estes considerados resíduos de serviço saúde. Os autores apontam ainda que devido ao grau de periculosidade e potencial risco poluidor, estas substâncias químicas podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana quando descartadas de qualquer forma.

O desconhecimento da população e a falta de orientação por parte dos poderes públicos ocasionados pela escassez de campanhas explicativas são as principais causas desse descarte inadequado apontada por Ferreira Pinto *et al* (2014).

O município de Itapemirim, localizado no sul do estado do Espírito Santo, conta em sua Vigilância Sanitária, com um Núcleo de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (NUGERSSA), criado no ano de 2014 para atuar no gerenciamento dos resíduos gerados nos serviços de saúde tanto da rede pública, quanto do setor privado. Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) “são todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços definidos no Parágrafo 1º do Artigo 2º da RDC ANVISA no 222/18, que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final” (BRASIL, 2018).

Como dentre os resíduos de serviços de saúde incluem-se os medicamentos vencidos ou sobras de medicamentos que não serão mais utilizados, o NUGERSSA lançou no final do ano de 2015 uma campanha de descarte correto deste resíduos. Esta campanha foi direcionada à população com sensibilização para entrega voluntária de medicamentos vencidos ou que não seriam mais utilizados, tendo como principais meios de divulgação material impresso e orientação pelas Agentes Comunitárias de Saúde (ACS).

Por ser um problema tanto de saúde pública como para o meio ambiente, é relevante pesquisar que tipos e quantidades de medicamentos que são acumulados pelas famílias em suas casas. O presente trabalho trata de uma breve análise sobre a campanha e o descarte feito pela população nos anos de 2016 a 2018, com a campanha de descarte voluntário, com entrega no NUGERSSA.

## OBJETIVO

O objetivo do trabalho é fazer uma breve análise sobre o descarte de medicamentos vencidos e sobras de medicamentos pela população devido à campanha de descarte correto no período de dezembro de 2015 à dezembro de 2018.

## METODOLOGIA

A campanha de descarte correto de resíduos foi pensada pelo NUGERSSA, no ano de 2015 com o intuito de levar a população a realizar o descarte dos medicamentos vencidos ou sobras de medicamentos que não irão mais utilizar, por meio de entrega voluntária na sede do Núcleo, localizado no Departamento de Vigilância em Saúde.

Foram idealizados um cartaz (fig. 1) e um *flyer* (fig. 2) para divulgação da campanha. Este material gráfico foi elaborado pelo NUGERSSA e a arte feita pelo Departamento de Comunicação da Prefeitura Municipal de Itapemirim. O cartaz foi fixado em todas as unidades de saúde, hospitais, drogarias e farmácias do município. Os flyers foram distribuídos pelas agentes comunitárias de saúde (ACS) nas residências das suas microáreas de atuação. Para que o trabalho de sensibilização porta-a-porta fosse mais efetivo, houve uma capacitação para as ACS sobre resíduos de serviços de saúde, seus riscos, cuidados no manejo e a importância de cada servidor fazer a sua parte da geração até o descarte destes resíduos. Nesta Capacitação, foi trabalhada a campanha e o papel de cada ACS para obtenção de bons resultados.



Fig 1: Cartaz elaborado pelo NUGERSSA (2015)



Fig 2: Flyer elaborado pelo NUGERSSA (2015)

Como uma etapa do processo de descarte voluntários de medicamentos vencidos, visando facilitar e estimular ainda mais a população a aderir a campanha, pretende-se que em cada Unidade de saúde tenha uma caixa coletora. Atualmente, o NUGERSSA está tentando adquirir uma caixa personalizada para que o descarte aconteça na unidade de saúde dos bairros, porém enquanto isso não acontece, as pessoas continuam fazendo a entrega voluntariamente dos resíduos de medicamentos na sala do Núcleo, no centro da cidade.

Cada medicamento é contabilizado numa tabela com algumas características para serem usadas em análises e estudos, conforme pode ser visto na figura 3.

DESCARTE DE MEDICAMENTOS										
Item	Data de Entrega	Princípio Ativo	Concentração	Uso	Controlado	Apresentação	Quantidade	Embalagem	Validade	Observação

					1.Drágea					
					2.Cápsula					
					3.Comprimido					
					4.Suspensão					
					5.Ampola		Primária			
					6.Frasco		a	Secundária		
					7.Aerosol		(Dentro	a (Caixa)		
					8.Tubo		)			
					9.Sachê					
					10.Carpules					
					11.Pote					
					12. Bisnaga					
					13. Flaconete					

**Fig. 3: Tabela usada para cadastrar cada medicamento ou sobra de medicamento descartado pela população do município.**

Periodicamente, os resíduos de medicamentos descartados pelos municípes são enviados pra destinação final, que em Itapemirim, ocorre por um serviço de coleta externa e destinação final terceirizados pelo poder público. No momento de saída do Nugerssa, faz-se a pesagem do quantitativo descartado ate aquele momento.

A análise e orientações sobre a campanha de descarte de medicamentos tem a supervisão do farmaceutico da Vigilância Sanitária do município. Com relação à presente análise, esta foi realizada com base nos dados obtidos pela tabela mostrada na figura 3.

As análises feitas são trabalhadas em capacitações com os servidores da Secretaria Municipal de Saúde com o objetivo de integrá-los na campanha e de desenvolvimento de ações que evitem o acúmulo de medicamentos pela população.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os medicamentos descartados no NUGERSSA são descaracterizados e é feita a separação do que é reciclável como caixas e bulas de papel, do resíduo perigoso, com destinação diferente. Na tabela 1 é mostrado a quantidade em quilogramas de medicamentos descartados por períodos semestrais ou anuais.

Um levantamento feito pelo NUGERSSA, em 2016, apontou os resultados mostrados nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Importante destacar a quantidade em quilogramas do primeiro período da campanha, no período de 22 de dezembro de 2015 a 27 de julho de 2016, compreendendo o primeiro descarte na quantidade de 9,4 kg.

No período estudado, observou-se uma grande diversidade de classes de medicamentos entregues pela população, tais como: antibiótico, polivitamínicos, analgésicos, antiinflamatório, de uso controlado, expectorantes, antialérgicos, antiácidos, repositores da flora intestinal, antimicóticos, antigases, hipertensão, diurético, antiméticos, os quais estavam armazenados nas residências. Observa-se ainda que há aquisição possivelmente exagerada ou automedicação pela quantidade de medicamentos de venda provavelmente sem prescrição médica ou receituário especial.

Houve o descarte voluntário neste período de 768 itens no total, os quais foram analisados neste trabalho. Ocorreu casos de a mesma pessoa realizar mais de um descarte.

**Tabela 1: Descarte de medicamentos pelo Nugerssa para destinação final no período de 2015-2018**

Ano	Pesagem (Kg)	Período
2015/2016	15,8	25/12/2015 á 29/12/2016
2017	3,38	09/01/2017 á 22/11/2017
2018	5,12	01/02/2018 á 06/12/2018
<b>Total</b>	<b>24,3kg</b>	

Pelos dados mostrados na tabela 1 nota-se uma variação na quantidade entregue, com um descarte mais expressivo no primeiro ano da campanha, considerando que esta foi lançada no mês de

dezembro de 2015, no qual já ocorreu descarte voluntário. No ano de 2017, 2º ano da campanha, houve uma redução acentuada de descarte, o qual voltou a subir no ano de 2018. Esta variação pode ter varias hipóteses, como menor acúmulo nas residências após a campanha, armazenamento pela famílias até o vencimento da validade do medicamento, dentre outras. Nesse sentido, cabe uma investigação mais minuciosa e específica junto às famílias por comunidade.

Dentre os medicamentos descartados, os de uso controlado oferecem grande risco, como por exemplo o medicamento com princípio ativo estazolam, classificado como psicotrópico, geralmente tomado para insônia, ao longo do tempo pode ocasionar perda de memória. Outro medicamento descartado é a sertralina, usada como inibidor de apetite, cuja venda depende de receituário de controle especial. O seu descarte incorreto pode deixar a substância acessível a outras pessoas, como catadores de lixo, usuários de drogas. E seu uso pode causar pensamentos de suicídio.

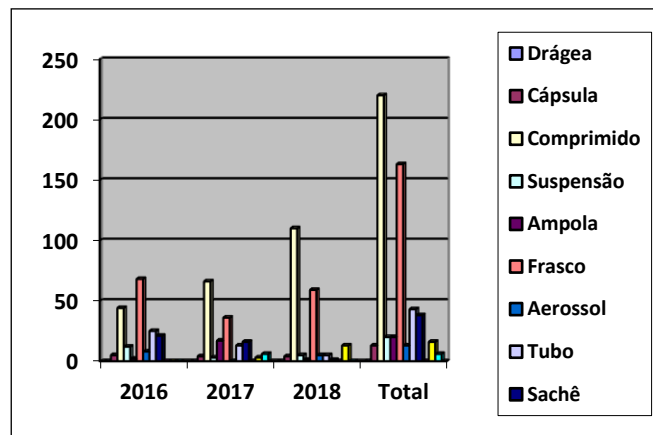
Com relação ao risco para as crianças, tanto o armazenamento doméstico, quanto o seu descarte incorreto, o medicamento contendo os principios ativos Brometo de fenotenoil + Brometo de ipratrópio, usado como broncodilatador por portadores de bronquite/asma crônica, oferece grande risco devido à sua toxicidade, poucas gotas podem trazer risco de morte, pelos seus efeitos no sistema cardiovascular. Este foi um dos medicamentos descartados pela população no anos anos de 2016 e 2018, sendo que no último ano foi descartado em maior quantidade.

**Tabela 2: Quantitativo por tipo de apresentação do medicamento no ano de 2016**

QUANTITATIVO POR TIPO	
Drágea	0
Cápsula	5
Comprimido	44
Suspensão	12
Ampola	2
Frasco	68
Aerossol	8
Tubo	25
Sachê	21



<b>TOTAL</b>	185
--------------	-----



**Figura 4: Quantitativo por tipo de apresentação do medicamento em unidades no período de 2016 a 2018**

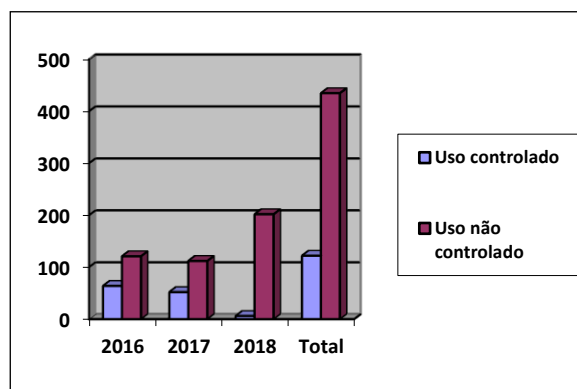
No gráfico mostrado na fig. 4, pode-se observar uma variação na quantidade de apresentação do medicamento de um ano para o outro, com predominância de comprimidos em 2017 e 2018 e de frascos em 2016. Por sua vez, na quantidade total predomina o medicamento em forma de comprimido. Este dado pode estar relacionado à quantidade trazida na embalagem secundária em relação à quantidade prescrita pelo médico.

**Tabela 3: Caracterização do medicamento quanto à venda controlada por legislação específica - 2016.**

<b>USO CONTROLADO</b>	
Sim	64
Não	121

Em relação ao descarte feito pela população no período de dezembro de 2015 a dezembro de 2018, constatou-se uma grande presença de medicamentos controlados, tais como psicotrópicos e antibióticos, o que pode levar a um uso indiscriminado e à dependência química, assim como causar resistência bacteriana. Também pode-se notar a presença de medicamentos expectorantes, antialérgicos e pomadas dermatológicas. No gráfico mostrado na fig. 5, percebe-se que prepondera o medicamento de uso não controlado, com venda mais acessível e estimulada pela mídia.

O armazenamento doméstico desses medicamentos podem causar prejuízos a saúde da população e conseqüentemente elevar o custo para o Estado em função de tratamentos por intoxicação, alergias, dentre outros problemas.

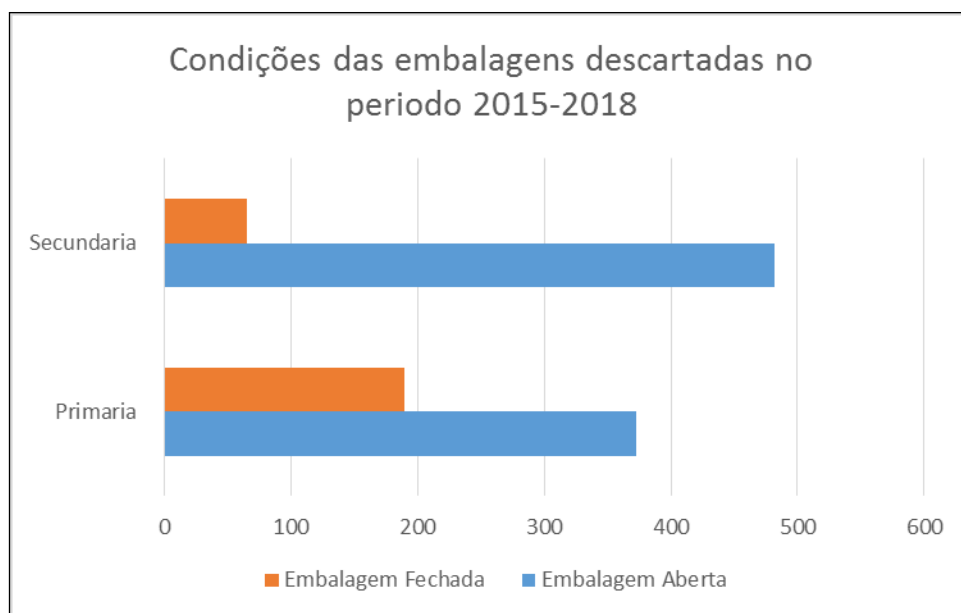


**Figura 5: Caracterização do medicamento quanto à venda controlada por legislação específica no período de 2016 a 2018**

Levando-se em consideração que embalagem primária é aquela que mantém contato direto com o medicamento, enquanto embalagem secundária é a embalagem externa do produto (comumente chamada de caixa, sendo feita de papel geralmente), que está em contato com a embalagem primária ou envoltório intermediário, podendo conter uma ou mais embalagens primárias, é interessante ponderar a presença de caixa fechada de medicamento numa residência e os riscos que, dependendo da classe do medicamento pode representar pros seus moradores, principalmente crianças. Pelos dados mostrados na tabela 4 e na figura 6, evidencia-se embalagens abertas e fechadas tanto em termos de embalagem primária quanto de secundária.

**Tabela 4: Caracterização das embalagens dos medicamentos descartados pela população - 2016**

EMBALAGENS		
	Primária	Secundária
Aberta	113	132
Fechada	72	37

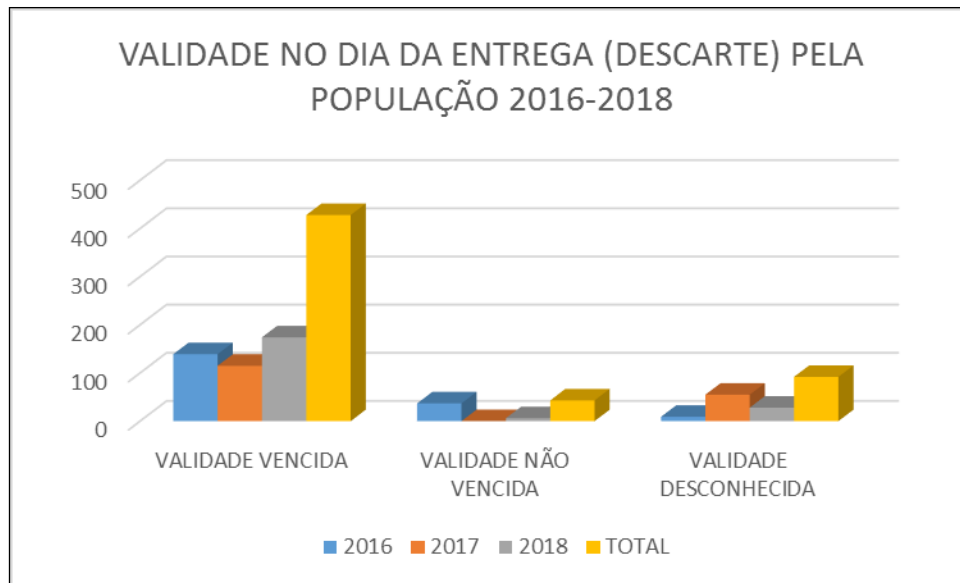


**Figura 6: Caracterização das embalagens dos medicamentos descartados pela população no período de 2015-2018**

Pelos resultados apresentados na tabela 5 e no gráfico da fig. 7, percebe-se que a população do município armazena muitos medicamentos vencidos em suas residências e mesmo os não vencidos, após sobrar do que foi prescrito. Mesmo os medicamentos não vencidos não deve ser utilizado posteriormente sem prescrição médica porque pode implicar em diminuição da eficácia do tratamento.

**Tabela 5: caracterização quanto à validade dos medicamentos descartados pela população.**

VALIDADE NO DIA DA ENTREGA	
VENCIDOS	139
NÃO VENCIDOS	37
DESCONHECIDA	9



**Figura 7: Caracterização quanto à validade dos medicamentos descartados pela população.**

Este costume de grande parte da população brasileira possuir medicamentos em sua residência, acumulando-os de forma a constituir o que se pode denominar de “farmácia caseira” requer um olhar e um tratamento especial dos órgãos de saúde. Durante a entrega, muitos relataram que guardavam, por não saber o que fazer com os medicamentos vencidos ou com as sobras, o que indica a necessidade de orientação permanente em saúde sobre o ciclo de vida dos medicamentos ao consumidor final.

Segundo a conceituação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2009) medicamento é todo “produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico”. Por sua finalidade de cura e retorno à saúde, é importante que se entenda que seu consumo deve ser consciente e comedido, assim como o seu descarte precisa ser adequado para evitar riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Considerando que todos os medicamentos descartados pela população adequadamente terão uma destinação final também adequada, pode-se pensar nos benefícios à saúde e ao meio ambiente, tanto em termos de quantidade, como de qualidade, devido à grande variedade de classes de medicamentos que descartados no vaso sanitário, no lixo comum da residência ou simplesmente, direto no solo de terrenos baldios, trariam sérios danos ambientais e à saúde.

## CONCLUSÃO

Pela análise realizada conclui-se que é necessário uma política de controle e sensibilização da população para evitar este armazenamento e prevenir tais doenças, proporcionando uma saúde melhor para a população. O que reforça a importância da campanha lançada em 2015 no município de Itapemirim.

Pode-se concluir ainda que a campanha tem que continuar até ocorrer mudança de hábito, valendo-se de material gráfico, palestras, atividades lúdicas, num trabalho de educação permanente em saúde. A população precisa parar de guardar as sobras de medicamentos.

Sobre os efeitos da campanha de descarte correto, foi possível concluir que foi válida e houve boa aceitação por parte da população. Foi oportuna a intervenção do município para orientar os seus cidadãos sobre os riscos do armazenamento e do descarte incorreto de medicamentos vencidos ou de sobras de medicamentos.

A análise realizada neste estudo oferece muitas possibilidades de novos estudos ou pesquisas sobre o assunto tanto no campo farmacêutico, quanto nas áreas de saúde pública e saneamento no componente resíduos sólidos.

Por fim, recomenda-se uma política de controle e sensibilização da população, por meio de um programa municipal, para evitar este armazenamento e prevenir seus riscos, proporcionando uma saúde melhor para a população, assim como eliminar o seu descarte inadequado, contaminando o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, T.O.S., MACHADO, C.S.R., COSTA, S.C.C., ALENCAR, B.R. Descarte de medicamentos: uma análise da prática no Programa Saúde da Família. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2014, vol.19, n.7, pp.2157-2166. ISSN 1413-8123. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014197.09142013>.

BRASIL(2006) MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.182 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 85-334-1176-6

BRASIL (2009). MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 64 de 18 de dezembro de 2009, que “Dispõe sobre o registro de radiofármacos”.

BRASIL (2018). MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 222 de 29 de março de 2018, que “Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.”

FERREIRA PINTO, G.M., SILVA, K. R., PEREIRA, R.F.A.B., SAMAPIO, S. I. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.19, n.3, p219-214, jul/set 2014.

GUERRIERI, F.M., HENKES, J.A. Análise do descarte de medicamentos vencidos: um estudo de caso no município de Rio das Ostras (RJ). Gestão sustentável e Ambiental, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 566 - 608, abr./set. 2017.

# Capítulo 12

## GESTÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE DRENAGEM URBANA.

*Renato Castiglia Feitosa (Doutor em Engenharia Costeira e Oceanográfica (COPPE/UFRJ). Tecnologista Escola Nacional de saúde Pública (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz)*

*Marcelo Motta Veiga (Professor e pesquisador da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz. Professor Associado da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro)*

**RESUMO:** A drenagem urbana é parte fundamental no saneamento básico. Sistemas de drenagem insuficientes e/ou ineficientes impactam direta ou indiretamente a saúde pública, seja pelo carreamento de poluentes e contaminação de corpos d'água, ou pela promoção de condições propícias para proliferação de vetores causadores de doenças. Entretanto, quando estes sistemas são concebidos de forma correta, menores são os riscos associados à saúde e a contaminação do meio. A simples existência de redes de drenagem capazes de esgotar as águas pluviais do meio urbano possui impacto significativo no saneamento ambiental, visto que o grau de contaminação dessas águas é significativamente inferior ao das águas residuais, não demandando gastos permanentes com tratamento destas águas. Adicionalmente, os sistemas de drenagem são parte integrante do sistema viário urbano, e devem ser dimensionados anteriormente as edificações.



Este estudo mostrou que a tarifação do serviço de drenagem baseado meramente na taxa de impermeabilização do terreno não é viável. Deve se levar em consideração que a implantação dos sistemas de drenagem demandam apenas o custo inicial de implantação e gastos esporádicos relacionados à sua manutenção preventiva. Adicionalmente, considerando que os índices de cobertura de coleta e tratamento de esgotos na maioria dos municípios está muito aquém do desejável, garantir financiamento através da cobrança por serviços de drenagem seria um desrespeito a hierarquia de investimentos públicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem urbana, Sustentabilidade, Águas pluviais, Tarifação.

## INTRODUÇÃO

O número de pessoas afetadas por desastres naturais vem aumentando significativamente, com a maioria dos impactos ocorrendo dentro das cidades. Mais de 90% desses eventos extremos estão relacionados à falta (11%) ou ao excesso água (50%). As inundações (15%) e as secas (42%) representam uma grande quantidade de mortes decorrentes de desastres naturais. Portanto, deve-se melhorar a gestão das águas urbanas para prevenir impactos e promover a saúde humana, o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental (UNEP, 2017).

Instalações sanitárias são instrumentos de prevenção em saúde pública. Uma parte substancial da população global ainda não tem acesso garantido a abastecimento de água potável e a serviços de sanitários básicos, que devem ser fornecidos por meio de uma infraestrutura artificial. Reconhecidamente, os serviços de abastecimento de água, manejo de águas pluviais e de esgotos (SRA) geram benefícios substanciais para a saúde pública, a economia e o meio ambiente. A Organização Mundial da Saúde (WHO) estimou que, para cada US\$1,00 investido em SRA há um retorno de US\$5,50, reduzindo os gastos em saúde, aumentando a produtividade do trabalho e minimizando o número de mortes prematuras (WHO, 2012).

A escassez de água afeta mais de 40% da população mundial e mais de 80% dos esgotos são despejados diretamente no ambiente sem qualquer tratamento. O Programa de Monitoramento Conjunto da WHO/UNICEF para o Abastecimento de Água e Saneamento (JMP) mostrou que um bilhão de pessoas no mundo ainda permanecem sem abastecimento de água regular e cerca de 2,3 bilhões de pessoas também continuavam sem acesso a instalações sanitárias elementares. A universalização dos serviços relacionados à água (SRA) ainda permanece como um dos maiores desafios para os governantes mundiais (WHO & UNICEF, 2017).

A inadequação dos serviços relacionados à água (SRA) causa diversas doenças: provocadas pela ingestão de água poluída; transmitidas por vetores nascidos em ecossistemas aquáticos; ou causadas por bactérias/parasitas relacionados à falta de higiene. Globalmente, mais de 2 milhões de pessoas são infectadas por parasitas e/ou morrem a cada ano por doenças relacionadas à falta de serviços de SRA. No entanto, os maiores impactos de problemas relacionados à água atingem desproporcionalmente os países (centrais e periféricos) que, particularmente são potencializados, nas crianças e nas populações mais pobres. A estratégia da ONU para aumentar o acesso aos SRA foi responsabilizar os governos locais pelo cumprimento de obrigações básicas associadas a direitos

humanos, intensificando progressivamente as políticas públicas direcionadas a grupos mais pobres e marginalizados (WHO & UNICEF, 2017; WWDR, 2003).

Em zonas propensas a inundações, especialmente em áreas urbanas, o aumento no escoamento de águas pluviais pode gerar um enorme impacto ambiental, porque grande parte da chuva não pode mais ser absorvida pelo solo. A água da chuva escoar mais rápido, impactando a qualidade e a quantidade das fontes de água para consumo humano. Diversos estudos apontaram como a gestão das águas urbanas se tornou um problema sistêmico complexo que exige uma abordagem integrada para atender às necessidades dos usuários, controlar a poluição e evitar enchentes. Quando adequadamente gerenciados, os ecossistemas aquáticos podem ajudar a aumentar a resiliência natural do ambiente (WMO, 2008; Morrison et al, 2017; OPW, 2009; Unesco, 2009).

No ciclo natural da água, uma parte da precipitação pluvial escoar atingindo os sistemas hídricos rapidamente. Uma outra parte da precipitação pluvial se infiltra no solo. Uma parcela dessa água é retida pelo solo e pelas plantas; outra parte percola até os sistemas subterrâneos, recarregando aquíferos. Depois, essas águas se direcionam para o oceano mais próximo. No ciclo construído para água urbana, obras de engenharia se estendem sobre grandes áreas. Os serviços de abastecimento de água retiram água bruta de fontes naturais. Águas residuais tratadas e ou não tratadas são lançadas no meio ambiente. Nas áreas urbanas, parcelas significativas dos solos são compactadas e impermeabilizadas; o escoamento de águas pluviais aumenta e a percolação de água nos solos diminui.

Muitas cidades integram seus sistemas de esgoto com o de águas pluviais. Nesse tipo de sistema sem separação absoluta, o escoamento da água de chuva e do esgoto doméstico compartilham as mesmas vias de escoamento. Esses sistemas são mais simples de serem operados e tem custos de operação e de implantação menor. Entretanto, elevam os riscos de impactos ambientais, pois precipitações pluviais intensas podem superar a capacidade das estações de tratamento, resultando em água não tratada sendo descartada diretamente no meio ambiente. Sempre que a água da chuva é misturada ao esgoto doméstico, há necessidade de tratamento antes da descarga final nos sistemas hídricos.

No entanto, a maioria das cidades modernas não utiliza mais sistemas sem separação absoluta, contando com sistemas dedicados para escoamento exclusivo de águas pluviais, através de uma infraestrutura absolutamente independente. Estes sistemas com separador absoluto possuem instalação e operação mais complexa e custosa, tendo necessidade de garantir uma maior quantidade de recursos orçamentários. Nesse sentido, o financiamento dos serviços públicos de drenagem e de

manejo de águas pluviais passa a competir com outras demandas públicas que, normalmente, tem maior prioridade, o que resulta em subfinanciamento.

As restrições orçamentárias governamentais e as crescentes demandas populacionais impõem uma severa competição sobre os recursos públicos. Os patronos da tarifação dos serviços de drenagem defendem que a gestão de águas pluviais não consegue competir com outros investimentos relativos as necessidades públicas fundamentais (saúde, educação, água, esgoto, transporte e segurança), considerados de maior prioridade. Este é o único argumento que justifique a necessidade de criação de um sistema de financiamento específico para os serviços de águas pluviais, especialmente em locais que não são propensos a graves enchentes e inundações.

Nesse sentido, apesar de controverso do ponto de vista jurídico e técnico, muitos municípios buscaram a sustentabilidade financeira dos serviços públicos de manejo de águas pluviais urbanas através da criação de fundos específicos obtidos pela cobrança dos usuários de forma vinculada pelo serviço de drenagem. Desta forma, garante-se os recursos necessários para cobrir os custos de implementação e de operação dos serviços de drenagem evitando a competição orçamentária com outros investimentos (Porse, 2013; Kalman e Lund, 2013; Visitacion et al, 2009; Wang et al, 2017).

Porém, considera-se que haveria uma indesejável interferência no processo de tomada de decisão dos gestores públicos de forma a preferir o financiamento da gestão de águas pluviais em detrimento de outros investimentos mais relevantes. Por isso, este estudo se propôs a analisar se a cobrança por serviços de drenagem em locais com outras demandas prioritárias de serviços públicos de saneamento seria ineficiente tecnicamente, além de desrespeitar o poder discricionário e decisório do gestor público local.

A metodologia utilizada nesse estudo exploratório foi buscar um arcabouço teórico (técnico, jurídico e econômico) capaz de analisar a eficiência da hierarquização dos investimentos prioritários nos serviços públicos relacionados a água (abastecimento de água; esgotamento sanitário; e drenagem). Neste estudo, o escopo limitou-se a sistemas de manejo de águas pluviais

com separação absoluta e que não necessitem receber qualquer tratamento adicional antes da liberação final no meio ambiente. Nesses sistemas, o principal benefício esperado é difuso e está relacionado ao controle de enchentes.

## A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A Lei 11.445/07 estipula que o saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para abastecimento de água potável, esgoto, gestão de resíduos sólidos e gestão de águas pluviais urbanas. As redes de drenagem urbana são consideradas como um serviço público que também engloba sua limpeza e inspeção preventiva.

O ciclo hidrológico representa o movimento da água na natureza. Como sistema fechado, a água vai da atmosfera para a superfície terrestre, através de processos de precipitação e infiltração, e retorna para mesma por evapotranspiração. O ciclo hidrológico compreende quatro estágios diferentes: Evaporação, precipitação, infiltração e escoamento. O processo de urbanização modifica o equilíbrio original entre essas quatro etapas. Alterações no microclima local podem alterar as taxas de precipitação e, assim, todos os outros estágios do ciclo hidrológico. Além disso, a intensa ocupação do solo diminui as taxas de infiltração, incrementando as taxas de escoamento superficial.

A bacia hidrográfica é a região delimitada topograficamente, onde toda a água precipitada converge para uma saída comum que compreende dentro dos seus limites: lagos, córregos, rios, e águas subterrâneas. As ações antrópicas promovem mudanças ao longo de toda a bacia hidrográfica. Conseqüentemente sistemas de drenagem urbana tornam-se necessários para realizar artificialmente o trabalho da natureza através do uso de dutos e canais.

Ambientes construídos precisam ser drenados, de modo a evitar o contato humano com águas servidas e pluviais. A insuficiência e/ou ineficiência das redes de drenagem remete à inundações, e riscos associados à saúde, uma vez que as águas pluviais podem carrear poluentes atmosféricos ou superficiais. O escoamento superficial depende fundamentalmente da duração da precipitação e do tipo de cobertura superficial.

De acordo com Butler e Davies (2004) no meio urbano, os sistemas de drenagem são necessários levando-se em conta a interferência da urbanização no ciclo hidrológico. A influência antrópica compreende o uso de água para abastecimento e as alterações no uso e ocupação do solo. As águas de abastecimento retornam ao ambiente como águas servidas, e as águas precipitadas, em maior volume devido à diminuição das taxas de infiltração, como águas pluviais. Em termos de impacto na saúde, as águas servidas contêm poluentes microbiológicos e químicos. As águas pluviais podem também ser nocivas de função do carreamento de poluentes depositados nas superfícies pelas quais escoam.

Em relação à água a ser drenada em ambientes urbanos, existem basicamente dois tipos de sistemas convencionais. O sistema unitário onde águas residuais e pluviais são transportadas unicamente por uma tubulação, e o sistema separador absoluto onde essas águas correm em tubulações separadas.

No sistema separador absoluto, a água da chuva não se mistura com as águas residuais e pode ser descarregada no curso de água num ponto conveniente, sem um considerável impacto ambiental. No entanto, é importante considerar que, dois conjuntos de tubulações são necessários. Além dos custos, o inconveniente do sistema separador absoluto está relacionado à contaminação das águas pluviais por poluentes depositados nas superfícies. Entretanto, vale a pena ressaltar que, comparativamente aos sistemas unitários, a carga de poluentes no ambiente sob condições de fortes chuvas é consideravelmente menor. O sistema separador absoluto é amplamente utilizado, especialmente em regiões com níveis pluviométricos consideráveis. As redes de esgotamento sanitário dependem diretamente do tamanho da população a ser fornecida, enquanto as redes de drenagem consideram o regime de precipitação e as taxas de escoamento superficiais.

Durante a condição de tempo seco, os sistemas unitários escoam apenas águas residuais. No entanto em eventos de precipitação, há um aumento considerável vazão transportada pelo incremento da vazão pluvial. É importante ressaltar que, sob condições precipitações intensas, a vazão pluvial nos esgotos pode ser de cinquenta a cem vezes maior do que o fluxo médio de esgoto. Uma desvantagem dos sistemas unitários é o aumento considerável da vazão afluyente às estações de tratamento de esgotos, que pode tornar inviável o tratamento de grandes volumes (Butler e Davies, 2004).

As redes de drenagem possuem grande importância no planejamento urbano e devem ser planejados antes do assentamento da cidade, levando em consideração as características das bacias hidrográficas, o sistema viário e os tipos atuais e futuros de uso e ocupação do solo. Deste modo, as redes de macrodrenagem devem ser projetadas de modo a comportar descarga pluviais que levam em consideração toda a área contribuição da bacia hidrográfica.

Os projetos de drenagem de águas residuais e de águas pluviais são de concepção bastante distinta. Os sistemas de drenagem de águas residuais são calculados baseado no tamanho da população atendida, enquanto os sistemas de drenagem de águas pluviais estão vinculados primariamente, à condição climática e, secundariamente, à taxa de ocupação humana que pode alterar a infiltração no solo e, conseqüentemente, as taxas de escoamento.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS E DISCUSSÃO

Diversos estudos comprovaram que a combinação de mudanças climáticas e de planejamentos urbanos inadequados tornaram as inundações como eventos quase inevitáveis. Além disso, muitas cidades se desenvolveram e cresceram em áreas propensas a inundações. À medida que os riscos de inundação se intensificam, a gestão de águas pluviais tornou-se uma necessidade pública (WMO, 2008; Morrison et al, 2017; OPW, 2009; Unesco, 2009).

A cada evento extremo, somos lembrados dos desafios de resiliência que afetam as áreas propensas a inundações. As infraestruturas de águas pluviais para controlar as cheias são projetadas de acordo com um comportamento ambiental esperado. Contudo, é inviável para qualquer comunidade construir um sistema de proteção contra inundações que possa forçar grandes volumes de água em períodos curtos.

A escassez de recursos financeiros e as crescentes necessidades ambientais a nível global exigem cada vez maiores cuidados com investimentos em serviços relacionados à água. Nesse cenário restritivo, priorizar políticas públicas é fundamental. A priorização de investimentos de saneamento é um processo complexo, baseado em informações e inerentemente político. As crescentes necessidades públicas são limitadas pela diminuição dos fundos orçamentários. Fatores políticos ponderam informações técnicas, jurídicas e econômicas para orientar o processo de tomada de decisão (OECD, 2011).

Os investimentos em saneamento possuem uma hierarquia socioeconômica considerando a relação custo-benefício. Os benefícios de investimentos visando um aumento na cobertura de água potável excederia seus custos em 50 vezes. Enquanto isso, a relação custo-benefício nos investimentos em esgotamento sanitário cai para seis vezes. A relação custo-benefício dos investimentos em drenagem produziria resultados inferiores ao esgotamento sanitário. Essa hierarquia socioeconômica dos investimentos é ratificada pela absoluta dominância dos novos investimentos em abastecimento de água em relação aos demais investimentos em saneamento (WHO, 2012).

Apesar de qualquer interferência na hierarquia de investimentos em saneamento poder gerar intervenções ineficientes, alguns gestores tentam garantir fundos para sistemas de drenagem de águas pluviais. Normalmente, essa garantia de fundos se dá pela tarifação dos serviços utilizando a área impermeabilizada como parâmetro. Planejadores urbanos assumem que a impermeabilização



dos solos é a principal causa das inundações. Por isso, defendem a utilização da área impermeabilizada dos terrenos como parâmetro de cálculo para tarifação dos serviços de drenagem, o que contraria a hierarquia de investimentos pela prioridade.

Contudo, a avaliação da contribuição das propriedades privadas, tais como casas, edifícios, lojas, etc. em sistemas de drenagem de águas pluviais como um todo, é uma tarefa complexa. Os padrões que regulam as taxas de fluxo de escoamento variam substancialmente no espaço e no tempo: Diferentes volumes de precipitação que produziram diferentes taxas de escoamento podem ocorrer simultaneamente em áreas adjacentes; Tipos de solo variam em espaço e profundidade, o que causa mudanças nas taxas de infiltração não apenas espacialmente, mas também ao longo do tempo; e o uso e a ocupação do solo variam de propriedade para propriedade. Além disso, muitas propriedades armazenam águas pluviais para que possam ser reutilizadas em jardins ou outras atividades; e algumas propriedades podem usar sistemas vegetados (telhados verdes) que retém águas pluviais. Esta água retida volta à atmosfera através do processo de evapotranspiração, e não pelas redes de drenagem.

Adicionalmente, é importante considerar que os sistemas viários contribuem substancialmente como uma vazão de escoamento a ser drenada, e compreendem uma área pública cuja concepção das suas redes de drenagem não pode ser projetada sem considerar todo o seu entorno, estando este edificado ou não. Isto é, considerando que no planejamento urbano, a implantação do sistema viário é anterior as edificações, entende-se que o mesmo já esteja projetado para drenar integralmente a região, considerando de antemão o escoamento das áreas futuramente edificadas.

Outro ponto a ser considerado é que nos sistemas separadores absolutos as águas pluviais escoam separadamente, das águas residuais, aos corpos d'água sem tratamento. Tal fato remete a consideração de que as redes de drenagem demandam apenas o custo inicial de implantação e gastos esporádicos relacionados à manutenção preventiva destas redes. Vale ressaltar que os sistemas de drenagem devem ser considerados como elementos de infraestrutura urbana e não como uma prestação de serviço efetivo, entendendo, deste modo que a cobrança por este serviço não se justifica. Adicionalmente, considerando que a parcela nacional de coleta e tratamento de esgotos cobrados como serviço à população está muito aquém do desejável, entende-se que a cobrança pelos serviços de drenagem embasado no tratamento das águas pluviais seja fato a ser refutado.

Finalmente, a tarifação dos sistemas de águas pluviais levanta controvérsias jurídicas, porque taxa (tributo) é uma quantia exigida compulsoriamente para cobrir serviços públicos que possam ser individualizados em termos de seus custos e de seus benefícios. No entanto, os benefícios do

controle de inundações são difusos, não podendo ser individualizados. Além disso, há uma inadequação técnica sobre o método utilizado para individualização dos custos com base na contribuição impermeável do escoamento de águas pluviais, como foi demonstrado (NAFSMA, 2006). Reitera-se que, algumas características necessárias às taxas não são encontradas na tarifação dos serviços de drenagem: não discriminatórias, voluntárias e razoáveis para os custos / benefícios individuais. Na maioria dos serviços de drenagem nenhuma dessas características está presente. Esse tipo de serviço público (águas pluviais) beneficia a todos de forma indiscriminada e seus custos são praticamente impossíveis de serem individualizados. Por isso, os tribunais têm decidido que tarifação de usuários em serviços públicos só é possível se os benefícios são específicos, o que não se aplica aos serviços de manejo de águas pluviais com benefícios universais e custo não individualizáveis (NAFSMA, 2006).

Logo, o gerenciamento de águas pluviais através de sistemas de drenagem com separador absoluto são serviços que fornecem benefícios universais (impossíveis de serem individualizados) e, por conseguinte, deve ser fornecido independente de qualquer pagamento. Além do mais, é um serviço que não pode ser realmente medido, nem mesmo estimado com base na superfície impermeável. Assim, a gestão de águas pluviais são bens públicos que só podem ser financiados por impostos, que compõem, de forma desvinculada, o orçamento público.

Portanto, a sustentabilidade financeira do serviço de drenagem ou de disponibilidade de infraestrutura baseado na cobrança de taxa de impermeabilização do terreno não encontra qualquer respaldo técnico ou jurídico. No Brasil, assim como em muitos dos países periféricos, a cobertura por esgotamento sanitário está longe de ter índices aceitáveis. Deste modo, a tarifação como forma de priorizar financeiramente os serviços de manejo de águas pluviais não encontra respaldo nem nos aspectos morais.

Vale também destacar que a urbanização crescente remete a sistemas de drenagem mais complexos e custosos que demandam uma gestão centralizada. Entretanto, técnicas alternativas que objetivam a redução das vazões escoadas superficialmente e a melhoria da qualidade das águas com custos mais baixos, constituem ações que objetivam atuar na fonte do problema.

Sistemas de drenagem sustentáveis têm sido propostos de modo a diminuir o escoamento superficial, empregando técnicas atenuam o escoamento superficial, tais como pavimentos permeáveis; planos e

valos de infiltração; trincheiras de infiltração; captação de águas pluviais para posterior reuso e telhados verdes (Woods-Ballard et al, 2007).

Pavimentos permeáveis permitem a infiltração e armazenamento das águas de chuva no solo ou em reservatórios subterrâneos, reduzindo substancialmente os gastos com redes hidráulicas. Planos e valos de infiltração constituem áreas vegetadas com boa capacidade de infiltração projetadas para receberem escoamentos de superfícies adjacentes, podendo ser aplicadas ao longo de margens de superfícies pavimentadas. Trincheiras de infiltração compreendem reservatórios preenchidos com pedras que recebem o escoamento de águas pluviais, durante a infiltração de águas pluviais no solo. A captação de águas pluviais é realizada com base em uma reservação pontual para posterior reuso. Pequenos reservatórios recebem e acumulam a água precipitada, evitando seu escoamento durante os eventos de chuva, para posterior reuso não potável (Woods-Ballard et al, 2007).

Telhados verdes constituem uma solução para retenção e atenuação das descargas pluviais especialmente em núcleos urbanos adensados. Estes sistemas compreendem basicamente o cobrimento de telhados e coberturas por vegetação, sendo constituídos basicamente por três elementos: solo; tecido geotêxtil que evita a perda de partículas do solo para o sistema de drenagem; e vegetação. Os telhados verdes podem ser aplicados diretamente sobre a superfícies previamente impermeabilizadas, ou indiretamente por meio de sistemas modulares, constituídos por bandejas de solo vegetado.

Os telhados verdes são capazes de retenção total ou parcial da água precipitada. Todavia esta capacidade depende fortemente da espessura do solo adotado. A retenção parcial remete a uma atenuação da vazão precipitada, uma vez que apenas parte desta vazão percola o solo e esco para o sistema de drenagem. Castiglia Feitosa e Wilkinson (2016), com base em pesquisa bibliográfica, relataram que a eficiência dos telhados verdes em atenuar os picos de precipitação varia de 40 a 90%, de acordo com alguns tipos e condições de umidade do solo. Como esperado, as maiores eficiências para retenção e atenuação ocorrem em solos mais espessos. Entretanto, é importante ressaltar que grande parte das edificações existentes não foram projetadas para receber sobrecargas excessivas, e telhados verdes com grandes espessuras de solo não podem ser aplicados em tais ocasiões. Neste caso, o emprego de solos com menor espessura e peso constituem a única alternativa disponível.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de desastres naturais associados à má gestão das águas urbanas aumentou significativamente. Eventos relacionados às águas representam setenta por cento do total de mortes por desastres naturais. Sistemas de drenagem de águas pluviais são intervenções para controlar inundações. A maioria dos serviços de manejo de águas pluviais é projetada como sistemas centralizados convencionais. Normalmente, em sistemas de drenagem separados, não há custos associados ao tratamento de águas pluviais. A água da chuva é separada das águas residuais, sendo transportada diretamente para cursos de água. Logo, os principais custos esperados nos sistemas de drenagem com separador absoluto são de instalação, que ocorrem na implantação da infraestrutura e precisariam apenas ser financiados em novas intervenções e expansões.

Este estudo analisou a sustentabilidade financeira dos serviços públicos de manejo de águas pluviais visando controle de inundação por meio de sistemas separados de drenagem. Os investimentos em drenagem são de menor prioridade, quando comparados com outros investimentos públicos, resultando serviços públicos subfinanciados. Nesse sentido, operar os serviços de drenagem através de tarifação dos usuários seria uma solução de financiamento.

Garantir financiamento para qualquer serviço público tem se tornado cada vez um desafio orçamentário maior, pois qualquer nova demanda financeira concorre com muitas necessidades públicas crescentes e disponibilidades financeiras decrescentes. Na maioria dos países periféricos, ainda existe uma lacuna de acesso em serviços de saneamento. O acesso a água potável e esgotamento sanitário reduz os riscos à saúde e aumenta a produtividade do trabalho. À medida que essa lacuna diminui, o retorno esperado dos investimentos em saneamento vai se reduzindo. A taxa marginal de retorno das intervenções em saneamento também diminui à medida que a complexidade das ações aumenta, indicando um menor retorno relativo dos serviços de drenagem. Mesmos em países centrais, investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário costumam gerar os maiores benefícios econômicos, ambientais e sociais do que os serviços de drenagem.

No entanto, nos países centrais, os investimentos em saneamento de maior retorno já foram feitos: foi gerado acesso universal à água potável, cobertura satisfatória de esgotamento e nível aceitável de tratamento de águas residuais. Enquanto que nos países periféricos, os investimentos em saneamento ainda podem ter elevados coeficientes de custo-benefício nas intervenções.

Onde há tarifação dos serviços de drenagem, estas são impostas a cada propriedade em função de sua superfície impermeabilizada. Superfície impermeável pode desempenhar um papel fundamental em eventos de inundação. No entanto, a redução de superfícies impermeáveis não é a solução mais eficiente para controlar inundações urbanas. Há muito foco nos pavimentos (superfícies impermeáveis) e pouca atenção na melhoria do transporte de água. Mesmo após as reduções do escoamento de água, grandes quantidades de água da chuva ainda seriam transportadas muito rapidamente em superfícies impermeáveis (por exemplo, tubos e canais de concreto).

As melhores soluções de manejo de águas pluviais devem tentar usos alternativos próximos para água drenada. Um sistema de drenagem sustentável deve recuperar as águas pluviais para reutilização, adicionar vegetação, usar tecnologias inovadoras, construir sistemas de transferência locais, fornecer água para usos alternativos e reduzir a necessidade de água potável fornecida pela concessionária.

Algumas instituições municipais tentam garantir fundos para intervenções de drenagem em sistemas que são considerados de menor prioridade e rentabilidade. A tarifação dos serviços de águas pluviais não encontra nenhum argumento aceitável. A maioria dos municípios que ainda possui gap nos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário deve investir na redução do déficit desse acesso. Não se deve obrigar governos locais a investirem seus escassos recursos em intervenções de baixa rentabilidade. Além disso, estabelecer a tarifação da drenagem através da cobrança obrigatória para serviços que forneçam benefícios universais e custos não passíveis de individualização é uma aventura jurídica. Por isso, os serviços de drenagem devem ser financiados por recursos públicos orçamentários originados por impostos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e à Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde (Fiotec) pelo suporte e apoio à pesquisa.

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTLER D; DAVIES JW. Urban drainage. Spon Press, London. 2004

CASTIGLIA-FEITOSA R; WILKINSON, S. Modelling green roof stormwater response for different soil depths, Landsc. Urban Plan. 153. 170–179, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.007>. 2016.

KALMAN, O; LUND, JR. Benefit–Cost Analysis of Stormwater Quality Improvements. *Environmental Management* Vol. 26, No. 6, 2000, pp. 615–628.

MORRISON, A; WESTBROOK, CJ; NOBLE, BF. A review of the flood risk management governance and resilience literature. *J. Flood Risk Management*. doi:10.1111/jfr3.12315 – 2017.

NAFSMA - National Association of Flood and Stormwater Management Agencies Guidance for Municipal Stormwater Funding. Prepared by. Under Grant Provided by Environmental Protection Agency. January 2006. (NAFSMA, 2006).

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. *Benefits of Investing in Water and Sanitation: An OECD Perspective*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264100817-en>. 2011.

OPW - The Office of Public Works. Government of Ireland. *The Planning System and Flood Risk Management. Guidelines for Planning Authorities*. November 2009.

PORSE, EC. Stormwater Governance and Future Cities. *Water*, 5, 29-52; doi:10.3390/w5010029. 2013

UNEP - United Nations Environment Program. Water-related Disasters.

Accessed in Aug 2017. <http://www.unep.org/ecosystems/freshwater/priorities/water-related-disasters>. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Flood Risk Management. A Strategic Approach*. 2009.

VISITACION, BJ.; BOOTH, DB.; STEINEMANN, AC. Costs and Benefits of Storm-Water Management: Case Study of the Puget Sound Region. *J. Urban Plann. Dev.*, 135(4): 150-158. 2009

WANG, M; SWEETAPPLE, C; FU, G; FARMANI, R; BUTLER, D. A framework to support decision making in the selection of sustainable drainage system design alternatives. *Journal of Environmental Management*. 201Pages 145- 152. 2017.

WHO - World Health Organization. *Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage*. WHO/HSE/WSH/12.01. WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2012.

WHO & UNICEF - World Health Organization and the United Nations Children’s Fund. *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. 2017.

WMO - World Meteorological Organization . *Urban Flood Risk Management. A Tool for Integrated Flood Management*. Associated Programme on Flood Management. APFM Technical Document n.11. March 2008.

WOODS-BALLARD B, KELLAGHER R, MARTIN P, JEFFERIES C, BRAY R, SHAFFER P. *The Suds Manual 2007*  
CIRIA WWDR - UN World Water Development Report. *Water for People, Water for Life* - 2003.

# Capítulo 13

## III-054 – DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS - ESTUDO DE CASO

*Eduardo Antonio Maia Lins (Engenheira Civil pela Universidade de Pernambuco. Mestre e Doutor em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco. Discente do Instituto Federal de Pernambuco (Campus Recife), onde coordena o Grupo de Poluição e Contaminação Ambiental do IFPE. Leciona na Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).*

*Julia de Paula Santos (Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).*

*Luana Meireles do Nascimento (Técnica em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (Campus Recife). Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco. Técnica em Saneamento na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).*

*Sérgio Carvalho de Paiva (Engenheiro Químico pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco. Discente na Universidade Católica de Pernambuco.*

*Bruna Souza da Silva (Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).*

**RESUMO:** Uma das grandes problemáticas da humanidade, decorrentes do crescimento populacional e econômico, além do consumismo exacerbado, é a crescente geração de resíduos sólidos, visto que o descarte e destinação inadequada provocam impactos ambientais e sociais. Apesar da relevância do tema, no Brasil, a geração de resíduos em instituições de ensino e pesquisa ainda é um assunto pouco discutido, e muitas vezes a coleta, tratamento e destinação final são realizados sem treinamento dos funcionários e planejamento apropriado.



. A Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305/2010), estabelece que o manejo adequado dos resíduos, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, é um desafio que deve ser cumprido pelos cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada. Diante disso, e sabendo-se que as Universidades desempenham papel de suma importância no desenvolvimento de pesquisas científicas e inovações internas que cooperem para a preservação do meio ambiente, através de proposições de inovações tecnológicas e comportamentais para a redução e destinação correta dos resíduos, o presente trabalho teve por finalidade contribuir para adequações à Política Nacional de Resíduos Sólidos na Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), a fim de legitimar essa instituição à Lei Nacional de Resíduos Sólidos e assim promover ações de melhoria da gestão de resíduos, através de um diagnóstico e implantação de um plano de gestão. O estudo abrangeu as unidades prediais A, B e D da referida Instituição, em que se realizou a técnica de quarteamento para a determinação da composição gravimétrica dos resíduos gerados, onde se observou que os resíduos são enquadrados na categoria dos resíduos sólidos urbanos não perigosos, de acordo com a ABNT 10.004 (2004), apresentando alto potencial para reciclagem. Em decorrência disso, os resíduos recicláveis gerados na Instituição serão doados a cooperativa de catadores, exercendo desta forma o papel ambiental e social que constituem as premissas da Universidade em estudo. A partir do diagnóstico, foram propostas medidas corretivas que subsidiarão o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, proporcionando educação ambiental e capacitação aos funcionários e acadêmicos, para o correto direcionamento dos resíduos gerados

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixo, Gestão, Universidade.

## INTRODUÇÃO

A gestão sustentável de resíduos sólidos no Brasil ainda é inadequada. O crescimento populacional e econômico, além do consumismo exacerbado são fatores determinantes para a crescente geração de resíduos, causando impactos negativos à população e ao meio ambiente (QUERINO e PEREIRA, 2016). Com os avanços tecnológicos e as diferentes atividades desempenhadas pela sociedade, pode-se observar uma mudança significativa na composição, características e aumento do grau de periculosidade dos resíduos, elevando os custos para coleta, transporte e disposição ambientalmente correta - fato que se torna motivador para o descarte inadequado dos materiais. Cerca de 40,9% dos resíduos sólidos coletados são dispostos em lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2017), contribuindo para o comprometimento da disponibilidade dos recursos naturais. Em contrapartida, a reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos atendem às premissas estabelecidas pelo desenvolvimento sustentável, como também agregam valor econômico ao material e valor social pela geração de trabalho e renda (JACOBI; BESEN, 2011).

Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008, foi constatado que apenas 11,56% dos municípios possuem unidades de triagem de resíduos recicláveis e 3,79% têm unidades de compostagem de resíduos (IBGE, 2010). As Universidades, segundo TAUCHEN & BRANDLI (2016), podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, quando se trata de gestão de resíduos sólidos, possuindo também as mesmas dificuldades no gerenciamento. Sabendo-se que as Universidades desempenham um importante papel no desenvolvimento de pesquisas científicas e inovações internas que cooperem com a transformação para a preservação do meio ambiente, através de proposições de inovações tecnológicas e comportamentais para a redução e destinação correta dos resíduos, cabe a estas instituições de ensino buscar o compromisso real da educação sustentável, incorporando uma perspectiva ambiental em seu trabalho.

O manejo adequado dos resíduos, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, foi instituído pela Lei nº 12.305/2010 - Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, abordando um dos maiores desafios voltados à diminuição da poluição e degradação do meio ambiente (DURAES; RIBEIRO, 2017). No artigo de nº.30, a PNRS institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos,

com o objetivo de promover o aproveitamento dos resíduos, estruturando uma cadeia de logística reversa (Lei 12.305, 2010).

O envolvimento ativo e efetivo da Universidade, no tocante ao compromisso socioambiental por meio do desenvolvimento de tecnologia e de um plano de gestão são fundamentais na problemática dos resíduos sólidos, uma vez que a minimização dos impactos no meio ambiente e na saúde pública, deve ser um dos objetivos principais de uma instituição de ensino (ALBUQUERQUE, 2010). Entender as características da composição dos resíduos sólidos de uma instituição da dimensão da Universidade Católica de Pernambuco é o primeiro passo em direção à adoção de práticas sustentáveis, validando o papel social da universidade perante a sociedade.

Assim sendo, este estudo tem por finalidade diagnosticar e caracterizar a geração de resíduos e contribuir para adequações da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, à Política Nacional de Resíduos Sólidos, através de ações de melhoria, diagnóstico e implantação de um plano de gerenciamento de resíduos.

## OBJETIVOS

Adequar a Universidade Católica de Pernambuco à Política Nacional dos Resíduos Sólidos, por meio da elaboração do Plano de Gerenciamento dos Resíduos oriundos dos Blocos A, B e D da referida Instituição, proporcionando educação ambiental e capacitação aos funcionários e acadêmicos, para o correto direcionamento dos resíduos gerados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do presente trabalho, inicialmente, foi realizado levantamento sistemático da literatura, bem como consulta do Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil e da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

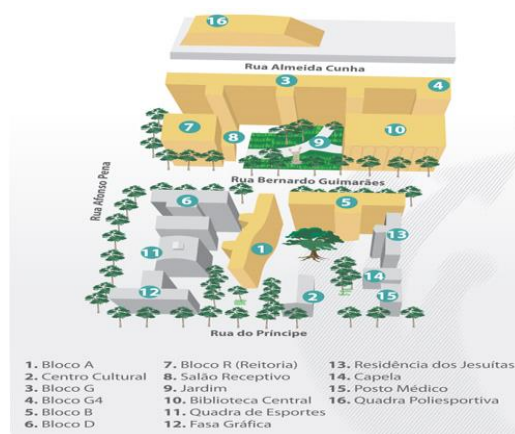
*O plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos será elencado com base nas diretrizes estabelecidas na Lei nº 12.305/2010, observando-se a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.*

*Com as novas definições, diretrizes e exigências introduzidas pela referida lei, os planos de resíduos sólidos foram instituídos como instrumentos de planejamento, com a finalidade de contribuir com soluções que minimizem ou ponham fim aos efeitos negativos para a saúde pública e ao meio ambiente em cada fase do “ciclo de vida” dos produtos. Outro fator de extrema importância é que a contratação*

de serviços para o direcionamento adequado dos resíduos e rejeitos, não isenta a contratada da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado. Uma vez causado e comprovado o dano, as sanções penais e administrativas de condutas lesivas ao meio ambiente serão norteadas pela Lei n.º 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais). Assim, o presente estudo possui o intuito de legitimar a Instituição à PNRS, bem como possibilitar parcerias entre as instituições de Ensino Superior através das informações geradas e o seu compartilhamento.

## ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Católica de Pernambuco, instituição de ensino superior, encontra-se localizada na Rua do Príncipe, 526, Boa Vista, Recife – Pernambuco. As localizações dos blocos prediais em análise estão apresentadas na figura 01, sendo estes compostos por:



**Figura 1: Unidades prediais da UNICAP. (1) bloco A, (5) bloco B, (6) bloco D.**

a) Bloco A: 1 livraria, 1 posto de serviço bancário, 1 auditório, 1 coordenação de ação comunitária, 1 praça de alimentação com 4 lanchonetes, 1 loja (FASA), 30 laboratórios, 2 estúdios de jornalismo, 25 salas, 1 sala multiuso, 1 secretaria e 1 arquivo; e

b) Bloco B: 1 Pró-Reitoria, 4 secretarias, 1 espaço Loyola, 1 divisão de ação social, instituto Humanitas, 1 auditório, 2 salas de professores, 1 arquivo, clínica de fonoaudiologia, 6 coordenações, 29 salas de aula, 1 sala de vídeo, 3 salas de convivência, 1 mini-auditório e 2 laboratórios; e

c) Bloco D: 8 andares, compostos por 1 secretaria, 1 sala multiuso, 26 laboratórios, 06 salas de aula, 01 almoxarifado do departamento de física e 01 câmara úmida.

## - LEVANTAMENTO DO MANEJO ATUAL DE RESÍDUOS

Para propor o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos é fundamental conhecer a atual técnica de manejo de resíduos, além de caracterizar e quantificar os resíduos gerados. Para assim, com os resultados do diagnóstico, propor medidas corretivas para implantação de uma gestão eficaz.

No levantamento das fontes geradoras de resíduos sólidos da instituição, foi necessário, inicialmente, identificar as atividades do campus e os materiais que são utilizados. Essa investigação se torna importante para uma estimativa da geração de resíduos durante o ano, de acordo com a sua tipologia, bem como identificar as principais fontes geradoras, para a colocação de coletores em pontos estratégicos.

## - CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Com objetivo de inserir a educação sustentável na comunidade acadêmica e sabendo-se que a caracterização e quantificação dos resíduos são etapas fundamentais para o planejamento do gerenciamento dos resíduos sólidos, inicialmente realizou-se uma amostragem em consonância com a NBR 10.007/ ABNT (2004), através da técnica de quarteamento da amostra. Para esse levantamento utilizou-se sacos plásticos, balança, lona plástica, e EPIs para manuseio seguro dos resíduos sólidos.

A amostragem dos resíduos foi realizada no período de 5 dias consecutivos, de segunda a sexta-feira. Conforme acordado com a equipe de limpeza da Instituição, os resíduos dos blocos em estudo foram separados em sacos pretos e eram acumulados sem descarte por 24 horas, realizando-se a análise no final da tarde de cada dia. O procedimento para o quarteamento consistiu na pesagem de uma mistura homogênea dos resíduos sólidos gerados em cada bloco, não havendo mistura entre estes.

Posteriormente, os resíduos gerados em cada unidade predial foram divididos em quatro partes, onde se escolheram dois quadrantes localizados em lados opostos, constituindo uma nova amostra, a qual foi pesada novamente. A nova amostragem de cada unidade foi despejada sobre uma área plana, coberta por uma lona plástica, na qual se inicia o processo de separação dos resíduos por tipo e que são armazenados em sacos plásticos de 100L. Na amostragem, foram separados os materiais de acordo com a sua classificação: papel, plástico, metal, matéria orgânica. Esta tem por finalidade

propiciar a correta segregação e destinação dos resíduos, de acordo com sua natureza, como representado na figura 2.



**Figura 2: Técnica de Quarteamento dos Resíduos Sólidos (ABNT 10.007/04).**

A técnica utilizada pretende controlar e possibilitar a rastreabilidade dos resíduos provenientes do processo produtivo da organização.

## - ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Após analisar o manuseio e caracterizar os resíduos sólidos gerados nas unidades prediais A, B e D da UNICAP, serão propostas medidas corretivas que subsidiarão o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. O Plano seguirá as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, tais como:

**NBR 10004/04** – Estabelece os critérios de classificação e os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com suas características.

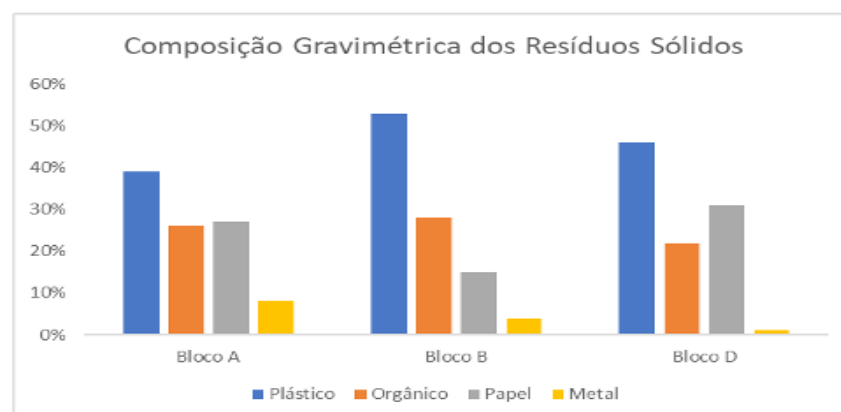
**Resolução CONAMA Nº 275, de 25.04.2001** - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos - adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva; e

**Resolução CONAMA nº 401, de 04.11.2008** - Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na amostragem realizada nos 5 dias consecutivos para a unidade predial B, o valor médio da massa de lixo foi de 1,85 kg/dia, com uma geração semanal de 11,1kg, valor semelhante ao encontrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ruberg et al, 2009). Enquanto que em análise da unidade predial A da UNICAP realizada por Lins (2016), obteve-se uma geração de 66,45kg, sugerindo desta forma que sejam gerados aproximadamente 0,12 g/hab.dia, estando abaixo da média nacional, que é de 1,04 kg/ hab.dia, conforme ABRELPE (2017). No bloco D, a massa de lixo obtida, em média, após a técnica de quarteamento foi de 3,42kg/dia, sugerindo uma geração, de segunda à sexta, de aproximadamente 17,1kg.

Conforme os resultados obtidos da composição gravimétrica apresentada na figura 3, realizou-se um comparativo das fontes geradoras e tipologia predominante. Para ambos os blocos, a composição gravimétrica mais significativa corresponde aos plásticos (39%, 53% e 46%), percentual justificado pelo alto consumo de água e refrigerantes (garrafas plásticas), além de copos descartáveis, utilizados por alunos e funcionários. Em relação aos orgânicos e ao papel, observa-se uma predominância da matéria orgânica no bloco B (28%). Este fato pode ser justificado por se tratar do bloco mais próximo da Rua do Lazer, área comercial onde existem cerca de 80 boxes com venda de alimentos. Em relação ao papel, com um percentual de 31% no bloco D, apresentou como principais constituintes o papelão e folhas de caderno, fato justificado por se tratar de bloco com salas de aula e setores administrativos. Tratando-se da geração de vidro, não foi obtido nenhum percentual durante os estudos realizados nos 3 blocos, podendo ser justificado pelo alto consumo de bebidas em garrafas de PET ou plásticas.



**Figura 3: Composição gravimétrica dos resíduos gerados nos blocos em estudo – UNICAP.**



Comparando-se os dados obtidos com Silva et al., (2018), na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) na Paraíba, pôde-se observar que os resultados da composição gravimétrica entre a UNICAP e UFCC apresentam diferenças. A UNICAP consome cerca de 50% de plástico a mais que a UFCC. Diante disso, é notável a necessidade de maior conscientização por parte da Universidade Católica de Pernambuco para a redução do consumo de bebidas e alimentos embalados com plástico.

A pesquisa realizada por Carvalho (2015), na Universidade Federal de Lavras, obteve uma geração de 26,1% e 23,9%, para plástico e papel respectivamente, estando o percentual de geração de plástico superior aos demais resíduos gerados, característica encontrada também na UNICAP. Ainda, em termos de análise dos dados, pode-se constatar que os resíduos provenientes da amostragem são classificados como classe II A, ou seja, não inertes, apresentando alto potencial para reciclagem.

Portanto, faz-se necessária a adoção de um Plano de Gestão de Resíduos nesse ambiente, que compreenda a segregação, a coleta, a manipulação, o acondicionamento, o transporte, o armazenamento, o transbordo, a reciclagem, a comercialização e a sua destinação final.

## - PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Diante das informações supracitadas, o gerenciamento de Resíduos Sólidos atenderá a legislação mais restritiva, e o acompanhamento se dará da seguinte forma:

- a) Quantitativo: identificando e quantificando a entrada e saída dos resíduos e sua rastreabilidade;
- b) Qualitativo: através da utilização de procedimentos e formulários que serão implantados;
- c) Consultivo: através de normatizações existentes.

O PGRS, além de conter as diretrizes para o direcionamento adequado dos resíduos gerados na Instituição, enfatizará as boas práticas ambientais por meio de linguagem simples, com objetivo de propiciar um melhor relacionamento com funcionários e acadêmicos, à medida que estes observam a preocupação da UNICAP com seu crescimento pessoal, e buscando despertar o sentimento de pertença nas questões relativas à preservação do meio ambiente.

## PROCEDIMENTOS PARA MANEJO DOS RESÍDUOS:

Em relação à segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, treinamento, destinação final e tratamento dos resíduos gerados na UNICAP, especificamente no Bloco A, B e D, seguirão os procedimentos:

**Segregação:** nas ações de coleta seletiva ocorrerá a segregação dos resíduos na origem, através de coletores devidamente identificados (resíduo reciclável, não reciclável, orgânico) e em sacos de colorido. Como possível exemplo, os resíduos recicláveis poderão ser destinados em sacos vermelhos e os resíduos não recicláveis e orgânicos em sacos pretos. Os resíduos Classe I (lâmpadas, pilhas e baterias), serão depositados em coletores específicos localizados em pontos estratégicos na Instituição.

Após avaliação, foi constatado que os resíduos provenientes das salas de aula e corredores são em sua maioria constituídos por materiais recicláveis. Dessa forma, cada sala possuirá um coletor com saco de cor vermelha e os corredores possuirão lixeiras dispostas em áreas próximas aos elevadores, por apresentar grande circulação de alunos, como também facilitará o processo de retirada e descarte dos resíduos.

A parte térrea do bloco, por possuir maior circulação e proximidade às áreas de venda de refeição, abrange uma composição mais diversificada de resíduos, assim, a área possuirá 3 coletores distintos e identificados para a segregação dos resíduos orgânicos, recicláveis e não recicláveis.

**Coleta:** A equipe de serviços gerais da referida Instituição é composta por 80 funcionários, sendo dois deles responsáveis pelos serviços de banheiros e corredores e sete funcionários para salas de aulas. A coleta dos resíduos sólidos será realizada após o término das aulas nos turnos da manhã, tarde e noite, de segunda a sábado, devendo ser iniciada no 8º andar, ocorrendo de forma decrescente. Com a implantação do plano, sugere-se a incorporação de cooperativas de catadores no processo de coleta e segregação dos resíduos recicláveis.

**Transporte:** Remoção segura e adequada dos resíduos para a Central de Resíduos. O uso de EPI's adequados para a atividade é obrigatório para a segurança do colaborador.

**Acondicionamento e armazenamento temporário dos Resíduos:** Em cada turno, os funcionários recolhem o material e o destinam para um abrigo no qual ficam armazenados temporariamente, para depois serem transportados para duas caçambas localizadas na área externa da Universidade. O resíduo é acondicionado até o momento de sua coleta e destinação final (aterro sanitário). Propõe-se que o local hoje utilizado como abrigo passe por adequações, se tornando uma central de resíduos,

onde os resíduos serão segregados e armazenados corretamente de acordo com sua classificação. Caixas separadoras serão inseridas e devidamente identificadas para a disposição de vidros, metais, papéis, plásticos, lâmpadas, óleo vegetal e pilhas/baterias. Os objetivos principais para adequação do abrigo:

- Organização e separação dos resíduos numa área única e adequada ao seu recebimento;
- Proteção aos resíduos do intemperismo (chuvas, ventos e sol) e de vetores;
- Facilitação dos procedimentos de coleta e destinação das empresas gerenciadoras; e
- Melhoraria do aspecto ambiental.

Nas figuras 4 e 5 (a,b) encontram-se a configuração atual do local onde é depositado o resíduo e a proposta da central de resíduo, respectivamente:



Figura 4: Local onde são acondicionados os resíduos.

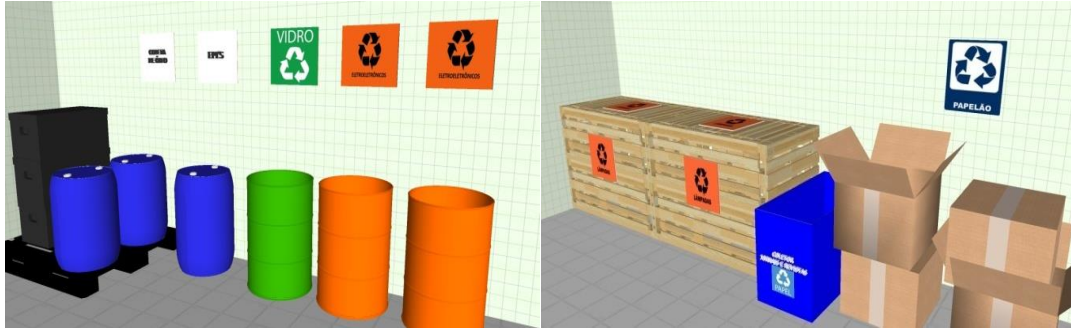


Figura 5: Espaços adequados para acondicionamento temporário dos resíduos, de acordo com a sua tipologia, com bombonas plásticas para acondicionamento do óleo.

**Tratamento e Disposição final:** De acordo com a tipologia, será introduzida uma metodologia adequada para destinação do resíduo, em conformidade com a legislação ambiental vigente. A Lei 12.305/2010, ao apresentar a distinção entre resíduos e rejeitos, apontou a coleta seletiva de resíduos como um de seus instrumentos e estabeleceu um marco legal para o setor de resíduos sólidos. Desta forma, o fluxograma disposto na figura 6 apresenta as etapas para o gerenciamento de resíduos recicláveis na Universidade Católica de Pernambuco.

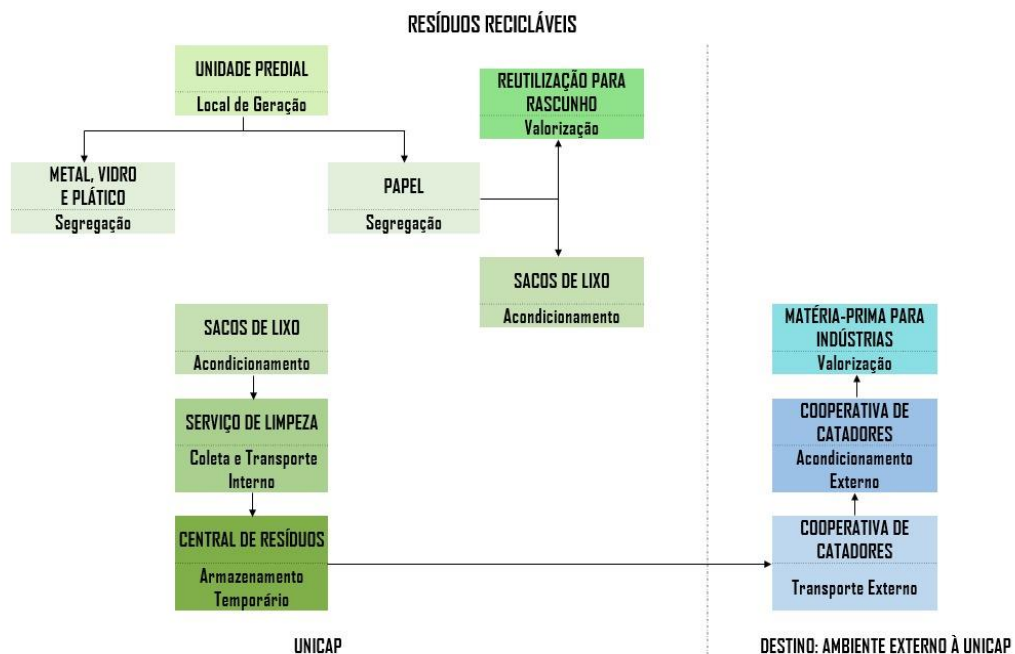


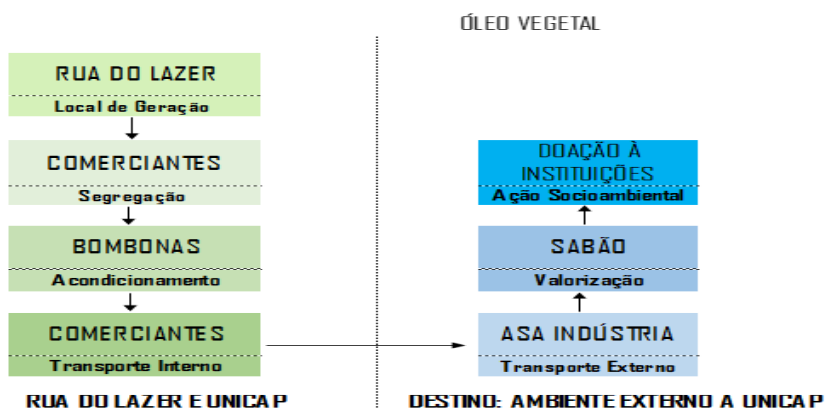
Figura 6: Fluxograma das etapas do gerenciamento dos resíduos recicláveis.

Através da parceria com cooperativas da circunvizinhança, os resíduos recicláveis serão coletados em dias e horários pré-estabelecidos. Com a caracterização dos resíduos e pesquisa com as cooperativas, realizou-se uma estimativa de renda mensal que os cooperados obterão com a coleta e comercialização do material supracitado, cujos dados estão expressos na tabela 01.

**Tabela 1: Quantificação Mensal dos Resíduos**

Resíduos	Valor (Kg)	Geração mensal (kg)	Renda (Brasil)
Plástico	R\$ 0,90	158,95	R\$ 143,05
Papel	R\$ 0,40	97,59	R\$ 102,39
Metal	R\$ 3,20	30,29	R\$ 96,93
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 342,37</b>

O óleo vegetal oriundo da disposição adequada realizada pelos funcionários, comerciantes e comunidade acadêmica e do entorno, em ponto de coleta localizado em área comum da Universidade, será coletado pelo Grupo ASA Indústria e Comércio Ltda., através da consolidação de parceria entre a UNICAP e a referida empresa. O óleo será utilizado como matéria-prima para produção de sabão em pedra, e proporcionalmente ao volume de óleo coletado, a Fundação Alice Figueira de apoio ao Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP) receberá doação, como demonstrado pelo Fluxograma da figura 7.



**Figura 7: Fluxograma das etapas do gerenciamento dos resíduos de óleo vegetal.**

Os rejeitos, por não possuírem formas de reutilização/reciclagem, ou por não existir tecnologia para seu aproveitamento, serão encaminhados para aterros sanitários devidamente licenciados, onde são encerrados em células protegidas por manta PEAD, tratamento de chorume e gases, conforme normas ambientais vigentes para aterros sanitários.

A geração de resíduos orgânicos, é proveniente principalmente do consumo de alimentos da Rua do Lazer, sendo assim necessária uma parceria com os comerciantes para o gerenciamento desses resíduos, incluindo também os gerados através do pré-preparo dos alimentos. Os resíduos orgânicos poderão ser encaminhados para o processo de compostagem, resultando em um composto orgânico que futuramente poderá ser aplicado nas áreas verdes da Instituição.

Sugere-se a implantação de uma composteira doméstica na Universidade Católica de Pernambuco, onde poderão ser compostados os resíduos orgânicos provenientes da Universidade e da Rua do Lazer. A primeira etapa do projeto consistirá em uma oficina de sensibilização com os comerciantes da Rua do Lazer e funcionários da UNICAP que farão parte do programa de compostagem, onde serão abordadas as temáticas reciclagem de resíduo orgânico. Será realizado um curso de capacitação técnica sobre compostagem com os

envolvidos no projeto, abordando atividades técnicas em que os participantes construirão uma composteira caseira.

Os resíduos orgânicos gerados deverão ser encaminhados pelos comerciantes diariamente, a cada fim de expediente, para a composteira.

A coleta, transporte e disposição dos resíduos Classe I (lâmpadas, pilhas e baterias) não serão apenas referentes ao processo operacional da Instituição, mas também funcionarão como pontos de entrega abertos à comunidade. A descaracterização e descontaminação destes resíduos serão realizadas por empresa especializada e devidamente licenciada. Para rastreabilidade dos resíduos perigosos, será emitido um manifesto, a cada retirada, com as seguintes informações: Informações do resíduo por tipo, classificação, quantidade transportada; informações do gerador; informações do transportador; informações do receptor e quantidade de resíduo transportado.

A partir das proposições dispostas neste trabalho para a etapa inicial da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Universidade Católica de Pernambuco serão realizadas de acordo com o cronograma representado na tabela 2.

**Tabela 2: Cronograma do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UNICAP.**

ATIVIDADES	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Palestras e debates de conscientização dos comerciantes quanto à coleta seletiva	X	X										
2. Sensibilização dos alunos para adesão ao programa de coleta seletiva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Programa de Treinamento com os colaboradores envolvidos no processo de gerenciamento dos resíduos	X					X						X
4. Oficina de sensibilização com os comerciantes e funcionários da UNICAP sobre a técnica de compostagem	X	X										
5. Curso de capacitação técnica sobre compostagem com os envolvidos no projeto		X										
6. Construção e teste da composteira doméstica			X	X								
7. Formalização da parceria com a empresa Asa Indústria para coleta de óleo			X									
8. Formalização da Parceria com a Secretaria Social e Cooperativas.	X											

Ressalta-se que inicialmente o monitoramento dos capacitados e designados para a coleta dos resíduos se dará em meses alternados, e posteriormente dependendo do grau de eficiência do projeto se estenderá para avaliação semestral.

Também vale salientar que o plano de gestão de resíduos sólidos proposto terá um acompanhamento contínuo, onde serão desenvolvidas atividades para a conscientização das partes envolvidas. Os



comerciantes da rua do Lazer, também receberão o acompanhamento pertinente, com a finalidade de despertar o sentimento de pertença, que pode resultar no monitoramento das atividades desenvolvidas.

## CONCLUSÕES

Como evidenciado nas análises, os resíduos sólidos caracterizados nesse trabalho demonstram um padrão de geração nas unidades prediais, tendo-se como maior composição a categoria dos resíduos sólidos urbanos não perigosos, de acordo com a ABNT 10.004 (2004), e são passíveis de serem reciclados.

A implantação do programa de coleta seletiva trará inúmeros benefícios para a Instituição, como a redução de custos com a disposição final do lixo em aterros sanitários, trazendo como consequência o aumento da vida útil de aterros sanitários, e a perspectiva de educação e conscientização ambiental da população, que pode acarretar diminuição de gastos gerais com limpeza e melhoria das condições ambientais e de saúde.

Para efetiva implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos é de suma importância um “público” instruído e disposto a participar do processo. Sendo assim, as práticas sustentáveis devem ser incorporadas, iniciando a conscientização de funcionários e acadêmicos. Com o direcionamento adequado dos resíduos a Universidade contribuirá para geração de renda a Cooperativa de Resíduos Recicláveis associada à Instituição e à preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.2017

ALBUQUERQUE, B.L. et al. *Gestão de Resíduos Sólidos na Universidade Federal de Santa Catarina: os programas desenvolvidos pela Coordenadoria de Gestão Ambiental*, X Coloquio Internacional sobre Gestión Universataria em America Del Sur, Mar Del Plata, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL, *Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*.

CARVALHO, F. C. *Análise da coleta seletiva em um campus universitário: a percepção ambiental dos discentes na Universidade Federal de Lavras*. Lavras, 159p. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

DUARES, P; RIBEIRO, E. *Diagnóstico de Resíduos Sólidos Gerados no Campus da Faculdade UnB de Planaltina (FUP)/DF.*, Anais do 8º Forum Internacional de Resíduos Sólidos, Curitiba, 2017. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*.

Rio de Janeiro: IBGE, 2010.219p.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, São Paulo, *Revista Scielo*, v.25, nº. 71, Jan./Abr.2011.

LINS, E. A. M. Diagnóstico dos resíduos sólidos - estudo de caso na UNICAP. In: Encontro Pernambucano, 5 e Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, 3, 2016, Recife. *O desafio da gestão integrada dos resíduos sólidos face aos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU*. Recife: GAMPE, Anais..., 2016b

QUERINO L.; PEREIRA, J. (2016). Gestão de resíduos sólidos: a percepção da população de São Sebastião de Lagos de Roça, Paraíba. *Revista Monografias Ambientais - REMOA* v. 15, n.1, jan-abr. 2016, p.404-415. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria.

RUBERG, C. et al., (2009). *Resíduos sólidos gerados na Universidade Federal do Pampa - Campus de São Gabriel/RS: Estimando a geração per capita*. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 1 – 9, Recife, Pernambuco.

Silva, E. et al., (2018). Estimativa da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, V.13, Nº 1, p. 66-73.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Rev. Gestão & Produção*, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515, 2006.

# Capítulo 14

## PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SOBRAL: O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

*EDER PAULUS MORAES GUERRA*  
*ederpaulus@yahoo.com.br*



## 1. INTRODUÇÃO

Desenvolver sistemas gerenciais que possibilitem a destinação eficiente dos resíduos gerados pela construção civil é um dos principais desafios da sociedade contemporânea. Nenhum município ecologicamente responsável e comprometido com a sustentabilidade dos recursos naturais e humanos pode ignorar a seriedade desse problema.

Há crescente necessidade de desenvolver e ampliar sistemas de gestão mais eficientes desde os aspectos ambiental, econômico e social em diferentes esferas - industrial, educacional, construção civil etc. - impulsionada pela conscientização ambiental e/ou pela rigidez e ampliação da legislação ambiental brasileira.

Paralelo à história da humanidade, a ideia de progresso se entrelaça com o gradativo domínio, exploração e transformação da natureza. Partindo do princípio que os recursos naturais são considerados finitos, depreende-se que a preservação da natureza é vista de forma geral como antagônica ao desenvolvimento. Assim, “[...] a preservação da natureza significou a criação de parques, áreas especiais destinadas à preservação de amostras da natureza para as gerações futuras, evitando-se a extinção de espécies” (JOHN, 2001, p. 28).

Atualmente, resíduos gerados durante a elaboração e ao final da vida útil dos produtos são depositados em aterros, evidenciando um modelo linear de produção. Segundo John (2001, p. 28)

O primeiro alerta dos limites desse modelo foi a poluição do ar e da água, que levou à geração do conceito de controle ambiental da fase de produção industrial, com o estabelecimento de rígida legislação limitando a liberação de poluentes e com a criação de Agências Ambientais. Em grande medida, essa visão ainda está presente no movimento ambiental, algumas vezes denominado de preservacionista, e na ainda limitada consciência ambiental dos brasileiros. Preservação ambiental é, antes de tudo, preservação de espécies em extinção, de áreas de matas nativas e rios.

O conceito de desenvolvimento sustentável se consolida como consequência da compreensão acerca da inépcia desse modelo de desenvolvimento e de preservação ambiental assegurar a qualidade de vida necessária à espécie humana. Afinal, apesar do progresso científico sobre os efeitos de poluentes, as ações de devastação da natureza avançam e demonstram a necessidade de remodelação mais eficaz dos processos produtivos e de consumo, bem como do destino dado aos resíduos provenientes

desses processos. Nesse âmbito, faz-se necessária uma reestruturação da gestão de resíduos como forma de diminuir o impacto no meio ambiente.

O panorama estatístico atual apresenta a construção civil como uma das grandes responsáveis pela produção de resíduos e, conseqüentemente, pela poluição ambiental. Os dados evidenciam que o macrocomplexo da construção civil é um dos maiores consumidores de matérias-primas naturais. Segundo Sjöström (1992), a construção civil opera aproximadamente entre 20 e 50% do total de recursos naturais utilizados pela sociedade. O campo consome, *exempli gratia*, grande volume de materiais com enorme conteúdo energético, que exigem ser transportados a longínquos lugares. Calcula-se que aproximadamente 80% da energia consumida na produção de um edifício é utilizada na produção e transporte de materiais.

Nesse contexto, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de aprofundamento de conhecimentos que possibilitem a elaboração e aplicação de um método de gestão de resíduos sólidos da construção civil, como estratégia de redução do desperdício dos materiais e do impacto ao meio ambiente. Por conseguinte, a pesquisa objetiva sistematizar um modelo de Gestão de Resíduos Sólidos da construção civil na perspectiva da sustentabilidade para o município de Sobral-Ce.

O estudo contará com a parceria do curso de Construção Civil da Universidade Estadual Vale do Acaraú e Secretaria de Urbanismo de Sobral. A finalidade é realizar uma Pesquisa Ação, visto que o estudo está relacionado à resolução de um problema coletivo, ou seja, os pesquisadores e participantes representativos do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Além da seção introdutória, o projeto apresenta a justificativa da pesquisa, seus objetivos, o problema, a revisão bibliográfica, as restrições e contribuições da pesquisa, a metodologia, resultados esperados e as referências bibliográficas utilizadas. O referencial teórico utilizado para fundamentar a pesquisa se baseia principalmente em Poon; Yu; Ng, (2001); Araújo (2002); Tozzi (2006); Baniyas et al (2011); Jailon, Poon e Chiang (2009); Nagalli (2014) e Conama (2002).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Sistematizar um modelo de Gestão de Resíduos Sólidos da construção civil na perspectiva da sustentabilidade para o município de Sobral-Ce.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analisar as etapas de elaboração e implementação de um Projeto de Gestão de Resíduos Sólidos que oriente para a destinação adequada dos resíduos gerados na construção civil;
- Metodizar um programa de gestão dos Resíduos Sólidos, levando em consideração sua sustentabilidade ambiental, social, econômica, tecnológica e de implementação e operação;
- Demonstrar a importância da redução da geração de resíduos, que pode ser alcançada pela redução do consumo e pelo aproveitamento dos resíduos;
- Implementar uma política de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Sobral-Ce.

## 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como sendo de Natureza Aplicada, pois “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (SILVA, 2004). Sua forma de abordagem será do tipo quantiqualitativa por considerar relações com o mundo real e também quantificáveis.

Seus objetivos atendem a Pesquisa Explicativa, pois “[...] visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas” (SILVA, 2004).

Quanto aos procedimentos técnicos, realizaremos, além da Pesquisa Bibliográfica em artigos, livros, periódicos e materiais disponíveis na *Internet*, a Pesquisa Ação, pois terá um caráter de conceber e realizar estreita associação com resolução de um problema coletivo.

## 4. RESULTADOS ESPERADOS

Para alcançar o objetivo proposto neste trabalho, inicialmente estudaremos o estado da arte com finalidade de conhecer o que a ciência já descobriu sobre o assunto e evitar reproduzir o que já existe, bem como oferecer subsídios para referências, conceitos e paradigmas. A pesquisa terá como foco a construção de proposta de gestão de resíduos sólidos da construção civil para a cidade de Sobral-Ce.

A princípio, o desenvolvimento tecnológico da região e da construtora influi diretamente na produção de resíduos, pois se agrega a qualidade dos materiais e seus componentes; a formação da mão-de-obra; a sistematização de procedimentos operacionais e mecanismos de monitoramento e controle do processo construtivo. Nessa direção, Leite (2001) aponta as principais causas da geração de

resíduos: A falta de qualidade dos bens e serviços, podendo isto dar origem às perdas de materiais, que saem das obras na forma de entulho; A urbanização desordenada que faz com que as construções passem por adaptações e modificações gerando mais resíduos; O aumento do poder aquisitivo da população e as facilidades econômicas que impulsionam o desenvolvimento de novas construções e reformas; Estruturas de concreto mal concebidas que ocasionam a redução de sua vida útil e necessitam de manutenção corretiva, gerando grandes volumes de resíduos; Desastres naturais, como avalanches, terremotos e tsunamis; Desastres provocados pelo homem, como guerras e bombardeios. Nota-se, portanto, a necessidade de um sistema de gestão onde os requisitos legais, técnicos e ambientais se complementem. Para consolidar essa visão esse estudo analisará o “estado da arte” sobre o tema pesquisado com base nos seguintes autores: Poon; Yu; Ng, (2001); Araújo (2002); Tozzi (2006) – técnicas de minimização da geração de resíduos e operacionalização dos programas de gerenciamento; Baniyas et al (2011) – estabelecem como medidas fundamentais voltadas à política de gerenciamento a promoção/planejamento da desconstrução de estruturas, o uso de materiais de construção ambientalmente amigáveis (*eco-friendly*), a substituição de substâncias perigosas, os incentivos para o uso de materiais de construção secundário e a introdução de uma legislação rigorosa em relação à gestão do final do “ciclo de vida” dos materiais de construção; Jailon, Poon e Chiang (2009) – estabelecem em ordem decrescente de importância os fatores que costumam vigorar na seleção de determinados métodos de construção; Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Esses pesquisadores e diretrizes serão tomados como fontes básicas de referência para realizar o levantamento dos dados e suas análises, bem como auxiliarão na melhoria e desenvolvimento dos novos postulados, conceitos e paradigmas propostos nesta investigação.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A construção civil é responsável por grande parte da geração de resíduos. Nessa perspectiva, faz-se necessária a eficiente gestão dos resíduos da construção civil com a finalidade de assegurar a correta gestão dos resíduos durante as habituais atividades de execução das obras e dos serviços de engenharia. Nesse sentido, a gestão eficaz fundamenta-se essencialmente nas “[...] estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, primando pelas estratégias de redução da geração de resíduos na fonte” (NAGALLI, 2014, p.9).



Num panorama nacional, esse assunto vem ganhando cada vez mais espaço, principalmente após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, que normatizou o setor, indicando várias obrigações aos governantes e às corporações, objetivando a eficiência e eficácia produtiva e a preservação ambiental em todas as obras.

O gerenciamento de resíduos, portanto, deve estabelecer um conjunto de ações operacionais que visem diminuir a geração de resíduos nos canteiros de obra. Segundo Nagalli (2014, p.9-10), a gestão deve se estruturar “por meio de um programa ou plano, costuma abranger conteúdos relacionados a seu planejamento, delimitação e delegação de responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos (materiais humanos, financeiros, temporais etc) atividades de capacitação e treinamento, diagnóstico e/ou prognóstico de resíduos”.

As diretrizes, critérios e procedimentos da gestão de resíduos da construção civil estão normatizadas pela Resolução Conama Nº 307 (CONAMA, 2002). Essa resolução indica que resíduos da construção civil são aqueles materiais remanescentes “[...] de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos” (NAGALLI, 2014, p.10), por exemplo: [...] tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gessos, telhas, pavimentos asfálticos, vidros, plástico, tubulações, fiações elétrica etc. comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha. (CONAMA, 2002).

Espera-se que esse estudo contribua positivamente para gestão de resíduos sólidos da cidade de Sobral-Ce, com vistas a redução, reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos da construção civil de forma que colabore na melhoria da qualidade de vida da população sobralense numa perspectiva da sustentabilidade.

Por se tratar de um estudo crítico e analítico, que busca a implementação de uma política de gestão dos resíduos sólidos da construção civil da cidade de Sobral, eventualmente pode-se encontrar resistência por parte dos gestores públicos no fornecimento de dados.

## 6. RECOMENDAÇÕES

A redução e a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vêm se estabelecendo como uma prática importante para a sustentabilidade seja diminuindo o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo seus custos. O tema em estudo, portanto, se justifica por retratar a problemática da maioria dos municípios brasileiros, cuja parte da população e governantes desconhece métodos e

informações que podem ser úteis para gestão dos resíduos sólidos da construção civil, levando assim a má gestão e, conseqüentemente, prejuízo ao meio ambiente.

Assim, é de suma importância o aprofundamento de conhecimentos que possibilitem a elaboração e aplicação de um método de gestão de resíduos sólidos da construção civil, como estratégia de redução do desperdício dos materiais e do impacto ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANIAS, G. ACHILLAS, C.H.; VLACHOKOSTAS, C. H; MOUSSIOPOULOS, N; PAPAIOANNOU, I. A web-based decision support system for the optimal management of construction and demolition waste. *Waste Management*, v. 31, n11, p. 2497-2502, 2011.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT - BRE. BREEAM 2002 for Offices. London: ECD Energy and Environment; University Press, Sept. 2001.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002 Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96

EDWARDS, Brian C. Sustainable architecture: European directives and building design. 2a. edição, Architectural Press, Michigan, 1999.

FÉLIX, Ubiratan. Cidades sustentáveis e a Engenharia Urbano-Industrial. 61ª SOEAA Semana Oficial da Engenharia, Arquitetura e da Agronomia. São Luís, p. 59-69, Nov. / Dez. 2004.

JAILON, L; POON, C. S.; CHIANG, Y. H. Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, v.29, p. 309-320, 2009.

JOHN, V.M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A.P et al. Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA; 312 p.; 2001; p.27-45.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001. (tese de doutorado)

NAGALLI, A. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014

POON, C. S.; YU, A. T. W.; WONG, S. W.; CHEUNG, E. Management of construction waste in public housing projects in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 32, p. 157-172, Jan, 2001.

SANTOS, Lilian Lucchesi dos. Sustentabilidade na construção civil: proposta para um Conjunto residencial popular sustentável. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, 2007.

SILVA, Cassandra Ribeiro de O. Metodologia e Organização do projeto de pesquisa. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SJÖSTRÖM, C. Durability and sustainable use of building materials. In: LLEWELLYN, J. W.; DAVIES, H. (Ed.). Sustainable use of materials. London: BRE/RILEM, 1992.

TOZZI, R. F. Estudo da influência do gerenciamento na geração de resíduos da construção civil (RCC): estudo de caso de duas obras.

duas obras em Curitiba-PR, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

# Capítulo 15

## REFLEXÃO SOCIOAMBIENTAL SOBRE O IGARAPÉ DO MESTRE CHICO COM BASE NOS ESTUDOS DE PERCEPÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

*SILVA, Edgard Soares (1Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas.*

*edgardsoares1@gmail.com*

*ALBUQUERQUE, Adorea Rebello da Cunha (Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas .adorea27@yahoo.com*

*OLIVEIRA, Jean Cláudio Campos (Graduando em Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Amazonas.*

*jean.c.campos@hotmail.com*

**RESUMO:** O presente artigo é uma reflexão de caráter socioambiental sobre o Igarapé do Mestre Chico. Localizado na zona sul da capital amazonense, este igarapé apresenta 2,5 km de extensão territorial onde se concentra um grande número de pessoas, residindo precariamente, tanto as margens como o leito do curso principal. Uma das causas deste problema é o déficit habitacional de Manaus, evidenciado por 13.131 domicílios considerados precários (rústicos ou improvisados). As formas de ocupação sobre o Igarapé do Mestre Chico, constituem um aglomerado subnormal, onde o destino do lixo e o esgotamento sanitário são as principais dificuldades enfrentadas pela população. Este quadro gera condições de adversidade ambiental aos moradores. A grande quantidade de resíduos sólidos despejada no leito incorre a impossibilidade do escoamento das águas, propiciando inundações, prejuízos materiais e financeiros, perdas e tragédias sociais.

Sendo assim, este problema necessita de reflexões que apontem formas de prevenir e mitigar os impactos derivados da relação sociedade/natureza, sob o contexto de preservação dos recursos hídricos.

Para a compreensão dessas questões foram obtidas referências teóricas sobre a Percepção Ambiental, a Educação Ambiental e a Teoria Geral dos Sistemas para corroborar com o tema de estudo.

**Palavras Chave:** Igarapé do Mestre Chico; Percepção Ambiental, Educação Ambiental.

## INTRODUÇÃO

O Igarapé do Mestre Chico está localizado na zona sul de Manaus, capital do Estado do Amazonas, compondo o conjunto dos sistemas de drenagem das Bacias do Educandos e Quarenta (Figura 1). Possui extensão de 2,5 km estabelecida entre os setores montante e jusante até desaguar no Rio Negro, entre as seguintes coordenadas geográficas: 3°08'09,75"S e 60°00'42,12"W a 27 metros de altitude.

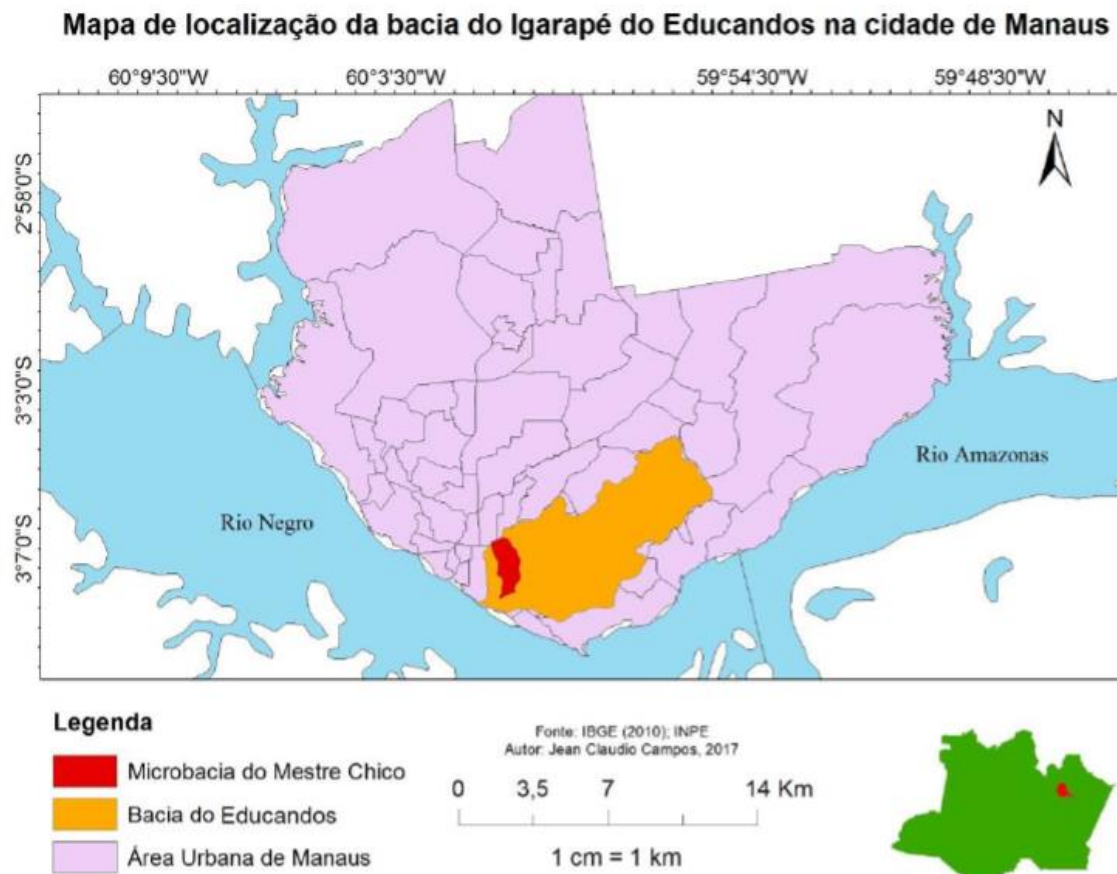


Figura 1: Mapa de localização do Igarapé do Mestre Chico.

Fonte: Campos /2017.

Estudar as relações entre a sociedade e natureza visando à compreensão das dinâmicas e dos processos que interferem na organização espacial, é o que se pretende neste artigo com o auxílio dos estudos relacionados à Percepção Geográfica e à Educação Ambiental (MELAZO, 2005; OLIVEIRA, 2006).

Os estudos desenvolvidos por esses pesquisadores afirmam que, os ecossistemas naturais existentes nos limites urbanos são afetados de acordo com o sentido, a organização, o progresso e a expansão

territorial que a cidade assume. É justamente neste contexto de organização socioespacial que as margens do Igarapé do Mestre Chico, classificadas como ilegais para assentamentos humanos — em decorrência da susceptibilidade às alagações e desabamentos — encontram-se densamente ocupadas.

Esse problema torna-se cada vez mais frequente na cidade de Manaus, devido aos fatores associados à expansão e ao aumento dos índices da população de baixa renda, que sem alternativas constrói habitações precárias às margens dos igarapés, transformando esta prática comum no caso da população ribeirinha. Com referência ao tema dados do Ministério das Cidades<sup>5</sup> (2014) informamem relação aos domicílios de Manaus, em 54.899 há situação de coabitação (famílias conviventes com intenção de se mudar ou residentes em cômodos); em 26.801 domicílios representam o valor do aluguel superior a 30% da renda domiciliar total (excedente de aluguel); e 10.756 domicílios são alugados e tem mais de três habitantes utilizando o mesmo cômodo (adensamento excessivo). Instala-se dessa forma, a modalidade de ocupação identificada pelo IBGE como “aglomerado subnormal” que neste caso, por se tratar de uma microbacia torna propícia à degradação ambiental dos recursos hídricos ali existentes.

Segundo Melazo (2005, p. 4),

Os sentidos são partes necessárias e fundamentais no processo de percepção dos indivíduos e das suas sensações relacionadas ao ambiente, ao seu habitat. Não podemos esquecer de associar esses sentidos aos estudos dos processos mentais, processos cognitivos de uma gama de simbolismos existentes em cada grupo social, em cada pessoa, que possui diferentes culturas, valores e até mesmo limites biológicos, para assim compreender melhor essa relação inter-relação homem X natureza X percepção (Melazo, 2005, p. 4).

Essas populações em sua maioria, são oriundas de outros municípios, valendo destacar que já culturalmente estão adaptadas a viver próximas aos rios e igarapés. A carência de recursos financeiros e a necessidade de morar próximo aos serviços de infraestrutura urbana, as direciona para zonas inadequadas às habitações, como as encostas e os fundos de vale. A falta de intervenções de políticas públicas consiste um mecanismo facilitador desse processo, acelerando a degradação ambiental.

## DESENVOLVIMENTO

Os procedimentos metodológicos executados durante a pesquisa primeiramente incluíram leituras bibliográficas e documentais. Em seguida, o trabalho de campo realizado em toda a extensão da Bacia Hidrográfica do Mestre Chico possibilitou o georreferenciamento dos pontos vulneráveis à inundação.



No terceiro momento, o acesso às bases cartográficas permitiu o mapeamento do local e a ampliação dos fundamentos para a análise dos dados obtidos e a compreensão dos processos de transformação socio espacial da bacia. O GPS Global Positioning System foi utilizado com a finalidade de realizar a construção e delimitação dos transeptos entre os setores jusante e montante do Igarapé. Assim, foram definidos e selecionados os pontos de levantamentos e registros, a definição local dos setores (alto, médio e baixo curso).

As informações sobre este espaço de vivência foram obtidas por meio de entrevistas com moradores seguindo-se às perguntas contidas em questionário, instrumento de investigação que segundo Silva & Menezes (2005, p. 33) consiste uma série ordenada de perguntas que deve ser respondida por escrito pelos informantes, além das indagações informais sobre o assunto. Após a análise dos dados sobre a dimensão sociocultural do ambiente estudado, buscou-se o registro fiel dos acontecimentos e causas que levaram a transformação do Igarapé, que há tempos atrás era belo e hoje, encontra-se degradado pela ação humana.

Segundo Oliveira (2006), para mitigar os impactos é necessário acreditar que a educação consiste o meio mais eficaz de amenizar a atual problemática. Para a autora, cabe aos educadores, enquanto colaboradores, a transformação das atitudes dos sujeitos com relação à preservação ambiental. No caso do Igarapé do Mestre Chico, essa área já é considerada imprópria ao assentamento humano e está muito degradada pela ação antrópica. Para possíveis soluções seria necessário um reordenamento do caos instalado.

Nos estudos de Oliveira (2006), foram utilizados os mapas mentais no trabalho de campo com os moradores de vilas no Bairro Cajuru, em Curitiba (PR). Os mapas contribuíram para a obtenção dos níveis de percepção ambiental, identificando-se as atitudes e comportamentos do cotidiano das pessoas, com relação aos resíduos sólidos, à poluição dos rios, à violência, dentre outros. Afirma Oliveira (2006, p. 32) que,

Para o desenvolvimento do trabalho foi necessário o aporte teórico dentro da percepção fenomenológica, pois é a partir da essência dos fatos que o ser humano poderá analisar e compreender a importância do meio para o ser vivo. Desta forma, os mapas mentais poderão ser utilizados como procedimento metodológico para compreender e interpretar o meio ambiente (Oliveira, 2006, p.32).

A partir da reflexão sobre o assunto, torna-se oportuno mencionar que a mesma metodologia poderia ser aplicada aos moradores do entorno da nascente do Igarapé do Mestre Chico, para que os mesmos

possam ter consciência de que são partes integrantes do ambiente em que vivem e que partindo da mudança de seus hábitos e suas atitudes, muitos problemas podem ser amenizados.

A Educação Ambiental está baseada na conscientização dos indivíduos em uma vida harmônica e equilibrada perante a natureza. Cada ser deve ter consciência da importância do seu papel e de sua responsabilidade no meio em que vive, para assim, ter melhor qualidade de vida (DIAS, 1994). Daí, termos a plena consciência de que a mudança deve ser construída a partir de cada um. Cada indivíduo tem sua interpretação de espaço e da realidade em que vive. E através dos procedimentos metodológicos dos mapas mentais é possível fazer a interpretação das percepções que cada um tem sobre o espaço vivido.

## RESULTADOS ALCANÇADOS E DISCUSSÃO

análise dos dados coletados durante o trabalho de campo no Igarapé do Mestre Chico correspondem ao médio e alto curso, onde se identificaram os maiores problemas de ordem socioambiental. Estes tipos de problemas associam-se aos processos de crescimento populacional que se agravaram com as ocupações desordenadas, principalmente, no entorno dos igarapés, transformando as paisagens naturais em sistemas degradados. Neste sentido, o Igarapé do Mestre Chico é um desses corpos d'água, que vem sofrendo vários impactos, do ponto de vista ambiental e social. Assim, os contrastes sociais acirraram-se com a implantação da Zona Franca de Manaus ao final da década de 1950, a criação deste Polo Industrial, constituiu o mais expressivo, fator da aceleração urbana e do crescimento populacional. Um contingente de migrantes carentes de renda e trabalho, oriundo do interior do estado e de outras regiões país, visando às melhores condições de vida e, não tendo onde morar por causa do valor alto de imóveis, encontram a única alternativa de habitar em áreas impróprias, no caso, às margens dos igarapés, principalmente do Igarapé do Mestre Chico, que fica situado na área central da capital manauara.

Quando se fala em meio ambiente, não se deve esquecer que o hábito de lançar resíduos sólidos nos igarapés constitui costume local, desde as primeiras construções das casas, situadas com os fundos e o quintal para os rios. No quintal das casas, era queimado o lixo e os resíduos. Pela falta de percepção ambiental este espaço também era utilizado para a instalação do sistema de rede de esgoto para ser lançada direta ao rio. Até hoje a cidade apresenta infraestrutura urbana precária referente ao esgotamento sanitário. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental no Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas<sup>6</sup> no Brasil 43% a população

possui esgoto coletado e tratado e 12% utilizam-se de fossa séptica (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado; 118% tem seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possui coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitária.

Ao analisar o mapa do Igarapé do Mestre Chico sobre os domicílios com esgotamento vias rios ou lagos por setor censitário, constatou-se que as habitações no entorno do Igarapé não têm ligação com a rede de esgoto situada à frente de suas moradias, logo os resíduos sólidos são despejados diretamente no rio, ou seja, na parte detrás das casas. Para melhor entendimento do problema exposto, mostra-se na (Figura 2), o Mapa de Domicílios com Esgotamento Sanitário do Igarapé do Mestre Chico.

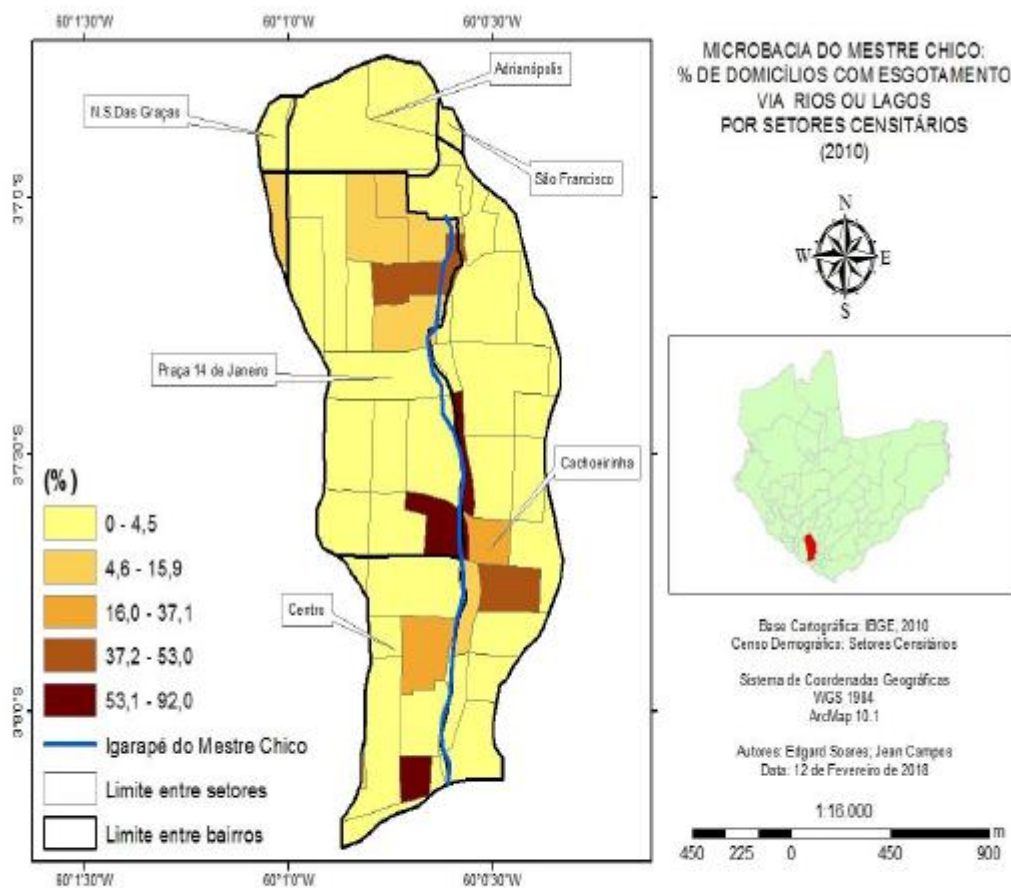


Figura 2: Mapa de Domicílios com Esgotamento Sanitário  
Fonte: Campos /2017

Ao interpretar o mapa de setor censitário explica-se que o percentual de pessoas que possuem esgotamento sanitário via rios ou lagos no Igarapé do Mestre Chico, observados na escala de cor amarela clara, varia de 0 – 4,5% significa que este nesta classe de intervalo os domicílios estão conectados à rede geral de esgoto. Mas ao observar na legenda de cor mais escura nota-se que o

percentual varia de 53,1 % - 92,0 % indicando o percentual acima de 50%, ou seja, mais da metade dos domicílios desse setor, despeja o esgoto no Igarapé do Mestre Chico.

Para que os moradores tenham condições satisfatórias tanto no contexto social, como ambiental é necessário que seja realizada uma ação efetiva dos poderes públicos, em relação ao saneamento básico do setor do médio do Igarapé do Mestre Chico.

Segundo Nunes e Andrade (2011, p.55), a Constituição Federal Brasileira, em seu artigo 23, inciso XX, prevê que a coleta, o tratamento e a disposição final do resíduo sólido é matéria incluída na competência comum, referente ao saneamento básico, também abrangido pelas questões ambientais.

Stranz (2002, p. 230) enfatiza que a educação ambiental é um processo permanente nos quais os indivíduos e as comunidades tomam consciência “do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornem aptos a agir e resolver problemas ambientais presentes e futuro”. Ribeiro (2003), afirma que as concepções de natureza estabelecidas pela sociedade foram produtos da cultura humana interagindo com o ambiente em que coexistiram, e isso varia conforme os valores que se estabelecem em determinado local e época.

Esses autores esclarecem que os indivíduos são produtos do meio em que vivem, mas que se receberem atenção de políticas públicas que possam ajudá-los a ter consciência do espaço, dos conhecimentos para uma vida melhor, harmoniosa com o ambiente, com certeza podem mudar hábitos e atitudes ao longo do processo de conscientização.

Segundo Silva (2016), culturalmente as pessoas de baixa renda submetem-se a viver em palafitas ou às margens dos igarapés, pois se recusam a viver em lugares mais distantes permanecendo nesses locais de risco e insalubridade. Porém, quando há políticas públicas eficazes na mudança dessa situação, a autoestima se expressa sob o novo sentido à vida, resgatando valores que ficaram esquecidos no passado, quando o Igarapé era um local aprazível, com águas límpidas e farta vegetação no entorno, quando as famílias na época da Província realizavam piqueniques às suas margens.

Para Tuan (2012, p.144), algumas pessoas são relutantes em abandonar um velho casaco por um novo, especialmente os idosos que relutam em abandonar seu velho bairro por outro com casas novas. Neste sentido, o que ocorreu no setor do médio curso do Igarapé do Mestre Chico é que os moradores antigos que viveram durante anos naquele local foram obrigados a ir para outros lugares pela ação do

Programa de Saneamento Ambiental dos Igarapés de Manaus. Sobre este espaço de vivência Tuan (2012) menciona que a consciência do passado é um elemento importante no amor pelo lugar.

A percepção ambiental no espaço urbano requer reflexões que envolvem fatores especiais no processo participativo dos indivíduos. Existe a necessidade de análise dos elementos sensoriais e subjetivos, valores culturais e sociais em comum acordo ao que se chama “organismo vivo” para o bom funcionamento do equilíbrio ambiental.

Para Melazo (2005, p. 1), o estudo da percepção ambiental se torna fundamental para a compreensão das inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, valores e condutas, como cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio.

Acredita-se que esta percepção varia de indivíduo para indivíduo. Cada um trás dentro de si, sentidos diversos, que em determinados graus, vão inferir nos significados e valores em relação ao mundo que os cerca. A ideia deste trabalho é de propor uma educação voltada à gestão ambiental, cujos conceitos podem ajudar na construção de uma sólida cidadania, ancorada numa visão crítica e transformadora, “no sentido do desenvolvimento da ação coletiva necessária para o enfrentamento dos conflitos socioambientais” (MELAZO, 2005). Portanto, é necessário conscientizá-los da relação entre o homem e a natureza.

No contexto do estudo socioambiental se poderia utilizar também a Teoria Geral do Sistema (TGS), relacionado-a as questões ambientais e sistemas antrópicos, conforme trata Amorim (2012). Para o autor, as relações sociedade x natureza apreendidas principalmente após a segunda metade do século XX, consideram que o ambiente é produto de uma relação (dialética, sistêmica e complexa).

Amorim (2012), discorda de alguns teóricos que visualizam a soma das partes para chegar a totalidade. Segundo o autor, a TGS é muito mais que isso. É a interação que cada parte, seus fluxos de matéria, energia para a compreensão do todo. Quando se fala da ação do homem na natureza, não se tem a informação da razão porque ele agride a natureza. Os motivos são muitos: falta de recursos financeiros, desemprego, falta de moradia, assistência médica e hospitalar, dentre outros, que o levam a habitar e a viver às margens dos igarapés para ficar próximo das instituições públicas de sobrevivência.

Uma breve introdução ao estudo, contendo: (a) identificação do objeto do estudo; (b) os principais referenciais teóricos; (c) a questão norteadora e (d) objetivos do estudo.



No Igarapé do Mestre Chico observam-se várias deficiências, principalmente, aquelas associadas aos problemas de infraestrutura urbana e ambiente. Esses aspectos se evidenciam tanto na área do entorno, como no leito do igarapé e são considerados de risco, impróprios para a moradia.

Um dos problemas muito comum são os dejetos dos banheiros das moradias lançados diretamente no rio, assim como objetos diversos, como móveis, eletroeletrônicos e animais mortos. Com a obstrução do canal surgem as inundações ou alagações causando os transtornos como a perda das casas, dos móveis e até vidas humanas. Muitos resíduos sólidos são deixados em vias públicas (Figura 3), após os alagamentos.



**Figura 3 : Resíduos sólidos após as chuvas**

Fonte: Silva (2017).

Neste locais impróprios, as pessoas constroem as suas casas, desconsiderando se existe agressão ao meio ambiente e por falta de intervenções de políticas públicas ou de fiscalização pelo poder público, ali permanecem, degradando a natureza (Figuras 4 e 5).



Figuras 4 e 5: Palafitas sobre Igarapé do Mestre Chico e o acúmulo de lixo  
Fonte: Silva (2016)

A Percepção Ambiental e a Educação Ambiental devem proporcionar à comunidade, maior sensibilização em relação ao meio ambiente com o propósito de fortalecer o exercício da cidadania e as relações interpessoais com a natureza, acelerando o desenvolvimento de novas ações coerentes com a sustentabilidade ambiental, cultural, econômica, social e espacial (MELAZO, 2005). Este aspecto despertará na sociedade as ações positivas, que sensibilizem os indivíduos para a importância de preservação do meio ambiente visando melhor qualidade de vida. A Percepção Ambiental requer uma abordagem bastante ampla, necessitando englobar o estudo de várias ciências (OLIVEIRA, 2006). Esses autores apontam que, se os cidadãos tiverem a Percepção Ambiental e a Educação Ambiental, poderão fazer a diferença em relação a conservação ou preservação da natureza e conseqüentemente, melhor qualidade de vida.

Quando Oliveira (2006), aplicou a metodologia dos mapas mentais aos moradores da vila, o objetivo era avaliar a percepção que cada indivíduo tinha do espaço onde estava inserido. A partir dos mapas, a autora pode analisar e interpretar as imagens desenhadas que constituíam cada mapa mental realizado. E pode concluir que todos tinham pleno conhecimento dos problemas que estavam ali desenhados. A questão para sanar os principais problemas é ter consciência do que deve ser feito e ter a Educação Ambiental para dirimir as causas da má qualidade de vida no ambiente insalubre. Segundo Oliveira (2006, p. 46),



Apesar da percepção ser uma linha de pesquisa recente, ela acredita que os professores, psicólogos e até mesmo o poder público, poderão utilizar da metodologia proposta por ela (mapas mentais), com o intuito de compreender melhor o dia a dia dos mais pobres, e, de uma forma mais concreta, fazer algo para amenizar seus problemas sócio-ambientais (Oliveira, 2006, p. 46).

Os mapas mentais são técnicas de ordenamento de informação que buscam na memória a percepção cognitiva, para descrever através dos papéis desenhados (a forma mais simples) associações lógicas que representam e organizam ideias que vão aparecendo de forma espontânea, à medida que vão sendo lembradas.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a conscientização e o conhecimento que envolve o processo de Percepção Ambiental presente na Educação Ambiental podem despertar na sociedade, ações positivas que sensibilizem os indivíduos quanto à importância de preservar o meio ambiente.

A aplicação de metodologia dos Mapas Mentais possibilita o entendimento sobre complexidade que envolve o homem e a natureza. As políticas públicas do Governo devem providenciar a construção de infraestrutura básica de saneamento, educação e saúde proporcionando um viver melhor sem agressão ao planeta. Assim, ocorrerá o fortalecimento do exercício da cidadania, das relações interpessoais com o ambiente e regularização do uso legal do solo urbano, controle de curso e recuperação de áreas já degradadas. A finalidade deste artigo foi realizar um trabalho de caráter socioambiental sobre a problemática da moradia e os reflexos da ocupação irregular nas margens dos igarapés e rios. O grande desafio reside na capacidade de tratar os problemas da cidade com a sua especificidade e sua complexidade.

O Igarapé do Mestre Chico embora degradado, maltratado e esquecido ainda está vivo, suas três nascentes ainda não foram poluídas ou aterradas. O igarapé natural foi substituído por espaços urbanos, desordenados e sem função, mas este quadro pode ser reorganizado e despoluído, como aconteceu com os rios Cheonggyecheon, em Seul, com o Rio Tâmisa, em Londres, com o Rio Tejo em Lisboa e o Rio Sena em Paris. Portanto, será necessária uma mudança de postura como forma de atenuar os danos causados no Igarapé do Mestre Chico. Sonhar não custa nada. REFERÊNCIAS

## BIBLOGRÁFICAS

ANDRADE, Joao Bosco Ladislau; NUNES, Mariluce Diniz. A percepção dos resíduos sólidos pelos moradores da Microbacia do Igarapé do Quarenta (Manaus-AM). In: Praxis: Meio Ambiente, Trabalho

e Cultura na Amazônia. ANDRADE, João Bosco Ladislau e MELLO, Marcia Eliane Alves de Souza (Orgs). Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2011.

AMORIM, Raul Reis. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. Revista Caminhos de Geografia, v. 13, n° 41, mar/2012 p. 80-101. Uberlândia, 2012.

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 3. Ed. São Paulo: Gaia, 1994.

MELAZO, Guilherme Coelho. Percepção Ambiental e Educação Ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. Revista Olhares e Trilhas. Ano VI n. 6, p. 45-51, Uberlândia, 2005.

OLIVEIRA, Nilza Aparecida da S. A educação ambiental e a percepção fenomenológica, através de mapas mentais. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. ISSN 1557-156, v. 16, Jan a Jun, Rio Grande, 2006.

RIBEIRO, L. M. O papel das representações sociais na educação ambiental. Dissertação de Mestrado, pela Pontífice Universidade Católica. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, Edgard Silva; ALBUQUERQUE, Adorea R. da C. Igarapé do Mestre Chico: de paisagem natural à ocupação “desordenada”. IV Seminário de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. 1° Encontro Amazônico Nacional de Pós-Graduação em Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Manaus, 2016.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. rev. atual, Florianópolis: UFSC, 2005.

STRANZ, A. et al. Projeto Universidade Solidária - Transmitindo Experiências em Educação Ambiental. In: ZAKRZEWSKI, Sônia B.B., VALDUGA, Alice T., DEVILLA, Ivano A. (orgs). Anais do I Simpósio Sul Brasileiro de Educação Ambiental, II Simpósio Gaúcho de Educação Ambiental, XVI Semana Alto Uruguai do Meio Ambiente. Ed. EdIFAPES. Erechim – RS. p. 222. 2002.

TUAN, Yi-Fu: Topofilia: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente; Tradução: Lúvia de Oliveira. - Londrina: Eduel, 2012.

# Capítulo 16

## ANÁLISE ECONÔMICA DE PREJUÍZOS POR INUNDAÇÕES A PARTIR DE MODELAGEM HIDRÁULICO-HIDROLÓGICA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO DOS PERUS – SÃO PAULO/SP

*Melissa Cristina Pereira Graciosa (Professora de Hidráulica e Drenagem na Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS), curso de Engenharia).*

*melissa.graciosa@ufabc.edu.br*

*Girlene Xavier Cavalcanti (Aluna de graduação na Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS), curso de Engenharia Ambiental e Urbana).*

*cavalcanti.gx@gmail.com}*

**Resumo.** A expansão da mancha urbana acarreta impactos hidrológicos e hidráulicos nas bacias hidrográficas, seja pela ampliação dos picos e volumes de cheia, em virtude da supressão de parcela significativa da infiltração, bem como pela aceleração dos escoamentos, em virtude da impermeabilização dos talwegues e cursos d'água, seja pela ocupação das áreas de várzea, resultando em significativas reduções nas áreas de armazenamento natural dos cursos d'água. Como consequência, passam a ocorrer inundações periódicas na bacia, provocando danos de diversas naturezas. Os sistemas de macrodrenagem urbana têm por objetivo, dentre outros, promover o adequado encaminhamento do escoamento superficial de maneira a diminuir os prejuízos decorrentes, sendo considerada uma componente da saúde ambiental.

O estudo do dano provocado por inundações é peça chave para a valoração dos prejuízos, servindo como subsídio para a alocação de recursos e tomadas de decisão. Este trabalho teve por objetivo avaliar os prejuízos decorrentes dos danos tangíveis diretos provocados por inundações na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus, na zona norte da capital paulista. A região, que se encontra em expansão urbana, já sofre com efeitos das inundações. A partir de modelagem hidráulico-hidrológica e de manchas de inundação, foram aplicadas curvas de prejuízo para a estimativa dos danos às edificações, de acordo com a tipologia de uso e ocupação do solo das áreas afetadas. As simulações revelaram que os prejuízos variam entre R\$ R\$ 1.750.363,47, no cenário atual, para TR-10 anos, a R\$ 28.092.057,06, no cenário futuro, para TR 100 anos. O custo estimado de implantação de um projeto elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, em 2011, para o controle das cheias de 100 anos, no cenário futuro, era, à época, de R\$ 90.000.000,00. Em valores atuais e considerando as adequações no projeto atualmente em revisão, estima-se que o investimento seria da ordem de R\$ 150.000.000,00.

## INTRODUÇÃO

A ocupação urbana traz muitos impactos físicos como aumento dos picos e volumes de cheia e das velocidades do escoamento dada a redução significativa da infiltração, a retificação e canalização dos cursos d'água, a implantação de vias de fundo de vale e a supressão das planícies naturais de inundação. Nesse contexto se encontra a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que tem especial relevância no cenário nacional por sua complexidade e impacto na vida de aproximadamente 21,4 milhões de habitantes, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2017.

Desde o início do intenso processo de urbanização da RMSP, os cursos d'água metropolitanos sofreram descaracterização hidráulica, bem como as bacias sofreram forte alteração em suas condicionantes hidrológicas. Os processos naturais de escoamento superficial foram fortemente afetados. As vazões de cheia atingem o pico em curtos períodos de tempo, caracterizando a condição de cheias rápidas com pouco tempo de resposta, o que tende a agravar os danos provocados pelas inundações.

Diante disso, a drenagem urbana se tornou muito importante em grandes aglomerados urbanos como uma medida de saúde ambiental e sendo considerada então uma das interfaces do saneamento. Segundo Tucci et al (2001), o termo drenagem urbana é entendido como o conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

Os danos por inundações são usualmente classificados em tangíveis, quando passíveis de quantificação monetária, subdividindo-se em diretos – resultantes do contato direto das águas de enchente com os bens, como, por exemplo, danos às edificações e veículos, ou indiretos – quando decorrentes dos processos de inundação como, por exemplo, interrupção de tráfego e serviços, doenças de veiculação hídrica pelo contato com as águas de chuva, ou danos intangíveis, quando não são passíveis de quantificação monetária ou quando esta for muito complexa e de difícil definição, como por exemplo, os danos ao patrimônio histórico, cultural, ao meio ambiente e à vida humana.

Existem diversas medidas de controle de inundações e para isso é necessário compreender os aspectos técnicos, econômicos, institucionais e ambientais envolvidos (CANHOLI, 2012). No aspecto econômico,

o estudo do dano provocado por inundações é peça chave para a valoração dos prejuízos, servindo então como subsídio para o planejamento da alocação de recursos do órgão responsável pela gestão da macrodrenagem e sendo também um grande desafio para os tomadores de decisão.

O presente trabalho apresenta a aplicação de uma metodologia de quantificação de danos tangíveis diretos baseada na modelagem hidráulico hidrológica e de manchas de inundação. O estudo de caso apresentado é a bacia do Ribeirão dos Perus, na região norte do município de São Paulo – SP. Com 28 km<sup>2</sup>, esta bacia abrange um importante distrito do município de São Paulo localizado na bacia do médio Juqueri, afluente direito do Rio Tietê. A bacia do Ribeirão dos Perus encontra-se em área de expansão urbana, sendo que as cabeceiras abrangem vastas áreas verdes ainda não urbanizadas, mas que já sofrem pressão por urbanização; a porção média é caracterizada por chácaras e áreas industriais e a porção baixa da bacia abrange o centro do distrito de Perus, com urbanização bastante adensada e que já sofre com problemas de inundações. Avalia-se o benefício econômico de um projeto previsto para a região, onde se propõe implantar um parque linear, restabelecer e proteger as áreas de várzea, despoluir o curso d'água e implementar bacias de retenção para o amortecimento das cheias.

## OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo central avaliar o dano por inundações, a partir de curvas de prejuízo e mapas de inundação elaborados com base em modelagem hidráulico-hidrológica de cheias de probabilidade conhecida, na bacia hidrográfica Ribeirão dos Perus, Região Metropolitana de São Paulo. Como objetivos específicos, avaliou-se:

- 1). Os danos tangíveis diretos por período de retorno, a partir das manchas de inundação e de curvas de danos, considerando as categorias de uso e ocupação do solo predominantes nas áreas atingidas;
- 2). A comparação custo-benefício de um projeto de intervenções na macrodrenagem previsto para o controle das inundações na bacia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus – São Paulo – SP – Brasil

A bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus está inserida na porção norte do município de São Paulo, abrangendo região do Distrito de Perus. Drena uma área de aproximadamente 28,0 km<sup>2</sup> pertencente à bacia do Rio Juqueri, nele desaguando em sua margem esquerda, na divisa entre os municípios de

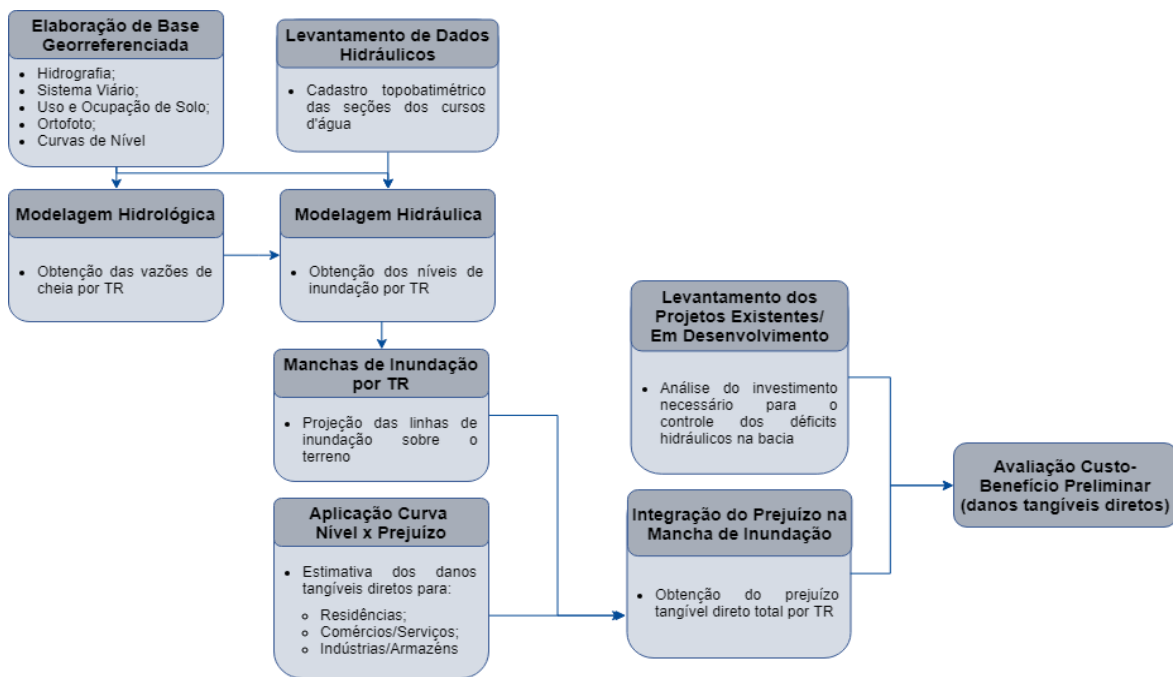
São Paulo e Caieiras. Pertence, portanto, à bacia Hidrográfica do Alto Tietê, contribuindo para a sua margem direita, próximo ao limite jusante da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Uma característica marcante da bacia do Ribeirão dos Perus, em contraste com outras sub-bacias do Alto Tietê, é o fato de o processo de urbanização ainda não estar totalmente consolidado, havendo áreas não ocupadas e trechos de várzea preservados. Muito embora o estágio atual de urbanização já resulte em processos bastante críticos de inundação, especialmente na área de baixada da bacia, as suas porções média e superior apresentam possibilidades relevantes de preservação da várzea e áreas de amortecimento naturais. Do ponto de vista hidráulico, os cursos d'água principais apresentam pontos de erosão e assoreamento, resultantes dos processos de ocupação urbana das áreas contribuintes. A relevância de tomar esta bacia por objeto de estudo, do ponto de vista dos impactos econômicos das cheias na região metropolitana de São Paulo, está relacionada, notadamente, ao estágio de ocupação da bacia e das possibilidades que a mesma apresenta em termos de planejamento da ocupação futura a fim de prevenir o agravamento dos problemas relacionados às enchentes, bem como tratar os déficits hidráulicos já existentes na bacia.

## PROCESSO METODOLÓGICO

A primeira etapa do trabalho consistiu da elaboração de base cartográfica georreferenciada com as informações básicas necessárias para a modelagem, incluindo hidrografia, curvas de nível, sistema viário, uso do solo e ortofoto. Foram obtidas as vazões de projeto, com base em modelagem hidráulico-hidrológica para cheias de projeto de tempos de recorrência 10, 25 e 100 anos. Os parâmetros físicos das sub-bacias foram obtidos com base nas informações da base cartográfica e do cadastro dos cursos d'água. A metodologia está descrita no quadro metodológico mostrado na Figura 1.



Figura 1. Quadro metodológico



Fonte: Elaboração própria, 2019

## ELABORAÇÃO DE BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DE ESTUDO

A base cartográfica georreferenciada foi elaborada em escala 1:10.000 no software QGIS, a partir de dados disponibilizados na plataforma GeoSampa, da Prefeitura Municipal de São Paulo, abrangendo: hidrografia, altimetria com curvas de nível de 1 em 1 metro, sistema viário e ortofoto. A batimetria com as seções e perfil longitudinal dos cursos d’água foram obtidos a partir de cadastro disponibilizado pela Prefeitura.

## CENÁRIOS SIMULADOS

A modelagem hidrológico-hidráulica para obtenção das vazões e níveis de cheia na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus foi realizada para chuvas de projeto de Tempos de Recorrência TR-10, 25 e 100 anos, nos cenários atual e futuro.

## MODELAGEM HIDROLÓGICA

Foi utilizado o modelo SCS – Soil Conservation Service (Natural Resources Conservation Service, 1986), com propagação da onda de cheia pelo método de Muskingum. A aplicação do modelo SCS contempla as etapas de obtenção da precipitação efetiva e transformação chuva- vazão. A precipitação efetiva ou chuva excedente é resultado da precipitação total menos a parcela da chuva retida ou infiltrada na bacia, resultando na parcela da precipitação que se converte em

escoamento superficial. Sua estimativa, no método SCS, é feita por meio do parâmetro “curve number” – CN, que varia de 0 a 100 e é tanto maior quanto menor a capacidade de infiltração do solo. Os parâmetros físicos e hidrológicos da bacia foram obtidos a partir de base de dados georreferenciada. O traçado das sub-bacias foi delimitado a partir de nós de simulação definidos em pontos notórios da bacia, a saber: exutório da bacia principal e dos afluentes; travessias dos cursos d’água sob o sistema viário; singularidades na rede de drenagem.

As simulações foram realizadas com o uso do software HEC-HMS, da plataforma HEC (Hydrologic Engineering Center). O módulo HEC-HMS calcula a precipitação excedente e simula o processo chuva-vazão em sistemas de bacias e sub-bacias hidrográficas, dados a chuva de projeto, os parâmetros físicos da bacia e os parâmetros do modelo de simulação hidrológica selecionado.

Para a modelagem e simulação hidrológica, a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus foi dividida em sub-bacias a partir dos nós (pontos) de interesse para a obtenção das vazões de projeto, quais sejam: exutório da bacia e dos córregos contribuintes; travessias sob o sistema viário principal e secundário e travessias restritivas ao escoamento; a jusante e a montante das confluências; nas singularidades que caracterizam alteração de tipologia do canal (geometria, revestimento, declividade), nos pontos de característica alteração do uso e ocupação do solo da bacia contribuinte. Foram, então, traçadas as sub-bacias de contribuição. Foram adotados trechos de amortecimento em canal entre os nós de simulação no curso d’água principal e afluentes de 1ª ordem. Os parâmetros de simulação foram estimados conforme Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de simulação e metodologia de obtenção

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Forma de obtenção / Fonte da informação
Área das sub-bacias	A	km <sup>2</sup>	Base cartográfica georreferenciada
Tempo de concentração	tc	minutos	Método Cinemático
Curve number	CN	adimensional	Tabelas de referências (PMSP, 2013). Tipo de solo B e condição anterior de umidade II
Amortecimento nos trechos	K	minutos	Método de <i>Muskingum</i> , considerando velocidade média de escoamento para escoamento permanente uniforme
	X	minutos	Método de <i>Muskingum</i> , adotado X = 0,2 (médio amortecimento)

Fonte: Elaboração própria, 2019

## MODELAGEM HIDRÁULICA

Para a modelagem hidráulica foi escolhido o modelo de remanso hidráulico para a determinação dos níveis de inundação. Este modelo é baseado nos princípios da conservação de energia (equação de

Bernoulli) e conservação da massa (equação de continuidade) e pode ser aplicado quando for admitida a hipótese de regime de escoamento permanente uniforme, podendo ser estendida para o regime permanente gradualmente variado. Os parâmetros hidráulicos dos cursos d'água foram obtidos a partir do cadastro topobatimétrico. As simulações hidráulicas dos cenários avaliados foram realizadas com o software HEC-RAS – River Analysis System, software de simulação hidráulica pertencente à plataforma HEC.

As simulações hidráulicas foram realizadas no trecho a jusante do Rodoanel, a partir de onde se identificam déficits hidráulicos para as cheias de projeto. Para a modelagem e simulação hidráulica, foram considerados o curso d'água principal, Ribeirão dos Perus e seu principal afluente, no trecho simulado, o córrego do Areião. Foram adotadas seções de simulação conforme os critérios: trechos de geometria, declividade e revestimento homogêneos; singularidades restritivas ao escoamento; jusante e montante dos cursos d'água simulados. Os parâmetros  $n$  de Manning para o modelo de remanso foram obtidos a partir da bibliografia de referência (Canholi, 2012), considerando as tipologias de revestimento do canal.

## ELABORAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Para a elaboração das manchas de inundação, os níveis de inundação simulados foram projetados no terreno, na plataforma QGIS, para cada cenário avaliado. Foram sobrepostos os dados de uso e ocupação do solo para avaliação dos níveis de inundação nas edificações, de modo a obter-se, em ambiente SIG, as manchas de inundação correspondentes.

## ANÁLISE DOS PREJUÍZOS PARA DANOS TANGÍVEIS DIRETOS

Para a integralização dos prejuízos por inundações na bacia foi aplicado o método da curva nível x prejuízo, contemplando os danos tangíveis diretos relacionados às categorias de uso e ocupação do solo predominantes nas áreas de inundação da bacia estudada, notadamente: residencial (baixo e médio padrão), comercial / serviços e industrial / armazéns.

Prejuízo a edificações residenciais: aplicou-se o método proposto por Tachini (2010) que considera o enquadramento de edificações de acordo com a NBR 12721:2006 relacionando-o com as classes socioeconômicas definidas pela ABEP (2018), conforme apresentado na Tabela

2. Tachini (2010) propôs, para considerar a depreciação do imóvel, o valor de 5% do Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB), que é uma medida estimada do custo por metro quadrado de uma construção civil. Os valores de CUB para março/2019 estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Enquadramento de tipologia de residências adotados

Classe ABEP (2018)	Tipo de Residência (projeto-padrão)	Código (NBR 12721/06)	Características principais
A1, A2	Padrão Alto	R1 - A	Residência composta de 4 dormitórios (2 suítes e 1 closet); banheiro social; sala de estar, de jantar e íntima; circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).
B1, B2	Padrão Normal	R1 - N	Residência composta de 3 dormitórios (1 suíte); banheiro social; sala; circulação; cozinha; área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).
C1, C2, D	Padrão Baixo	R1 - B	Residência composta de 2 dormitórios; sala; banheiro; cozinha; área para tanque.
E	Popular	RP1Q	Residência composta de 1 dormitório, sala, banheiro e cozinha

Fonte: Adaptado de Tachini (2010) e ABNT (2006)

Tabela 3. Custo Unitário Básico por classe socioeconômica e tipo de residência padrão

Classe ABEP (2018)	Código (NBR 12721/06)	Custo (R\$/m <sup>2</sup> )
A1, A2	R1 - A	2.023,18
B1, B2	R1 - N	1.689,27
C1, C2, D	R1 - B	1.362,86
E	RP1Q	1.499,97

Fonte: Adaptado de SindusConSP (2019)

Com os valores dos níveis de submersão obtidos a partir da modelagem hidráulica, considerou-se a porcentagem da edificação danificada (Ped) em função destes níveis e as classes socioeconômicas, conforme Tabela 4. O cálculo utilizado para quantificar os prejuízos a edificações de um pavimento é expresso pela Equação 1 (Tachini, 2010).

Tabela 4. Porcentagem da edificação danificada (Ped)

Classe ABEP (2018)	Profundidade de submersão (m)						
	0,50 a 0,75	0,75 a 1,00	1,00 a 1,50	1,50 a 2,00	2,00 a 2,50	2,50 a 3,00	> 4,00

<b>A1, A2</b>	9,5%	16,4%	17,0%	19,6%	21,0%	21,6%	28%
<b>B1, B2</b>	5,6%	13,0%	13,7%	16,7%	18,3%	19,8%	26%
<b>C1, C2, D</b>	4,2%	13,3%	13,7%	16,4%	17,3%	18,5%	24%
<b>E</b>	4,0%	14,2%	14,7%	17,4%	18,3%	19,7%	26%

Fonte: Adaptado de Nagem (2008) e Tachini (2010)

$$DE = 0,05 \times CUB \times Ped \times Ac \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que: DE é o dano residencial à edificação (R\$), CUB = Custo Unitário de Construção Civil (R\$/m<sup>2</sup>), Ped = porcentagem da edificação danificada e Ac = área atingida (m<sup>2</sup>).

**Prejuízos às edificações comerciais e de serviços:** aplicou-se as curvas de dano propostas por Milograna (2009), atualizadas para 2019 por meio do Índice de Preços ao Consumidor Amplo

– IPCA. Foram adotadas as curvas expressas pelas **Equações 2 e 3**.

$$DC_1 = 305,919 + 247,611 \times \ln(h) \quad \text{(Equação 2)}$$

$$DC_2 = 62,979 + 66,845 \times \ln(h) \quad \text{(Equação 3)}$$

Em que:  $DC_1$  é o dano às áreas comerciais (R\$)  $DC_2$  é o dano causado às áreas de serviços (R\$) e h é a profundidade de submersão (m).

**Prejuízos a áreas industriais:** Para o cálculo de prejuízos a áreas industriais, Canholi (2013) propôs diferentes valores de prejuízo por metro quadrado em função da profundidade de submersão. Para o presente trabalho, adotou-se os valores de prejuízo para as áreas industriais e de armazéns conforme **Tabela 5 e Equação 4**. Os valores foram atualizados para março/2019 com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulado.

Tabela 5. Prejuízos a indústrias/galpões industriais em função da profundidade de submersão

Valor Prejuízo – Vp (R\$/m <sup>2</sup> )			Indústrias/Galpões Industriais
Profundidade (m <sup>2</sup> )			
0,25	0,26 a 0,50	0,51 a 1,00	
66,49	195,41	220,19	

Fonte: Adaptado de Canholi (2013)

$$DI = Vp \times Ac \quad (\text{Equação 4})$$

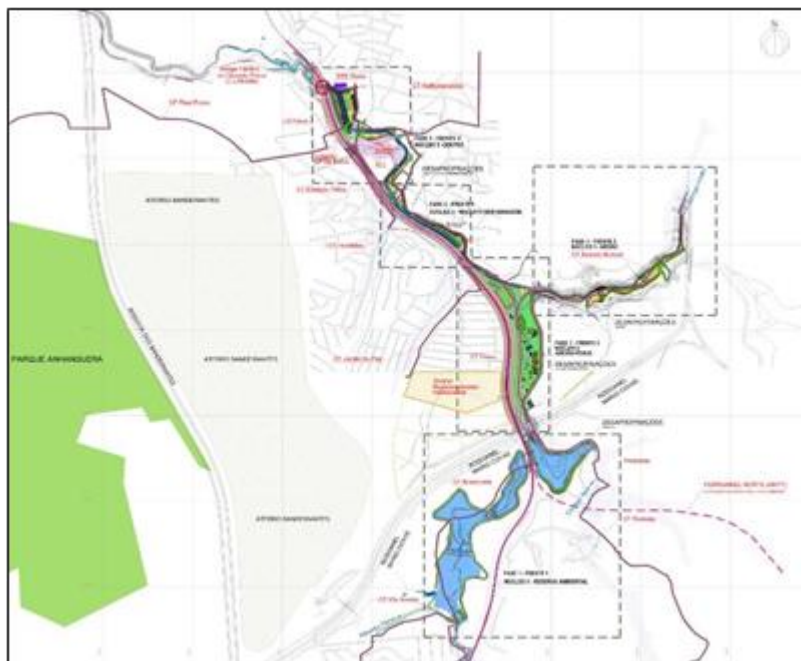
Em que: DI é o dano às áreas industriais (R\$), Vp é o valor do prejuízo por m<sup>2</sup> (R\$/m<sup>2</sup>) e Ac é a área construída inundada (m<sup>2</sup>).

O Projeto para controle das inundações na bacia do Ribeirão dos Perus

Elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, em 2011 e, atualmente, em revisão, o projeto para o controle das inundações na bacia do Ribeirão dos Perus contempla um parque linear e áreas de reservação natural que totalizam 590.000 m<sup>3</sup> distribuídos em cinco bacias de retenção

/ retenção, com sistema de operação online, com operação por gravidade. Estão previstas três bacias de retenção (com lâmina d'água permanente) no Ribeirão dos Perus, a montante do Rodoanel, totalizando 550.000 m<sup>3</sup> de reservação e duas bacias de retenção (secas) no córrego Areião, totalizando 40.000 m<sup>3</sup> de volume. O projeto prevê ainda a adequação da calha, nos trechos em que apresenta singularidades restritivas ao escoamento, erosão ou assoreamento. Em especial, duas travessias, na região central, que impõem severas restrições ao escoamento na altura da Praça Inácio Dias, deverão ser readequadas. O sistema completo é integrado por meio de um parque linear com 2 km de extensão que prevê a implantação de equipamentos urbanísticos tais como ciclovia, equipamentos de lazer adulto e infantil e lago com lâmina permanente. O dimensionamento hidráulico do sistema contempla o cenário futuro de ocupação da bacia para o tempo de recorrência de 100 anos. O investimento total previsto no projeto, em valores da época da elaboração do projeto (2011) era de 90 milhões de reais. A planta geral de localização das intervenções está apresentada na Figura 2.

Figura 2. Apresentação geral do projeto para o controle das inundações para a bacia do Ribeirão dos Perus



Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2011.

## RESULTADOS

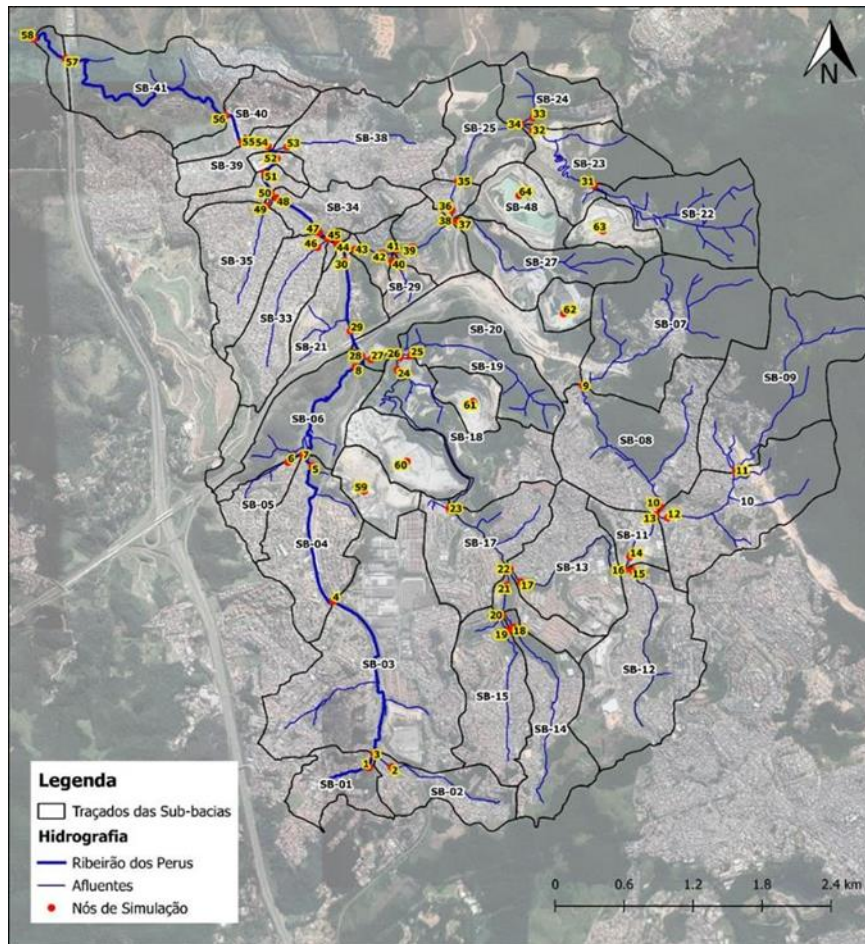
### MODELAGEM HIDROLÓGICA

Como resultado da sub-divisão da bacia hidrográfica em sub-bacias, conforme os critérios adotados, obteve-se 64 nós de simulação e 48 sub-bacias, como demonstra a Figura 3. A

Tabela 6 apresenta as vazões máximas simuladas nos principais nós de simulação, para os cenários avaliados.

Figura 3. Topologia da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus para simulação hidrológica





Fonte: Elaboração própria, 2019

Tabela 6. Vazões simuladas nos nós principais da bacia (m<sup>3</sup>/s) para os cenários atual e futuro e tempos de recorrência TRs 10, 25 e 100 anos

Nó HEC-HMS	Descrição	Área Dren. (km <sup>2</sup> )	Cenário Atual			Cenário Futuro		
			TR 10	TR 25	TR 100	TR 10	TR 25	TR 100
27	Foz do Córrego Ajuá no Ribeirão dos Perus	11.61	50.2	68.7	98.7	72.7	95.9	132.7
28	Rib. dos Perus jusante confluência Córrego Ajuá	16.79	77.1	105.1	150.2	120.3	156.6	213.3
29	Ribeirão dos Perus, travessia sob o Rodoanel	17.54	79.3	108.3	155.2	126.5	164.6	223.9
43	Foz do Córrego Areião no Ribeirão dos Perus	3.84	13.6	19.9	30.5	30.8	40.8	56.5
44	Rib. dos Perus jusante confluência Córrego Areião	22.12	94.1	128.4	184.3	159.2	207.7	283.2
52	Ribeirão dos Perus, Praça Inácio Dias / CEU PERUS	24.14	100.6	137.2	197.6	171.2	222.2	301.2
58	Foz do Ribeirão dos Perus no Rio Juqueri	27.07	108.4	147.1	209.3	176.6	228.3	308.4

Fonte: Elaboração própria, 2019

MODELAGEM HIDRÁULICA

Foram obtidas 30 seções para a simulação hidráulica, conforme os critérios adotados. A Tabela 7 apresenta os parâmetros hidráulicos para as seções principais de simulação. As Figuras 4 e 5 apresentam os perfis d'água simulados.

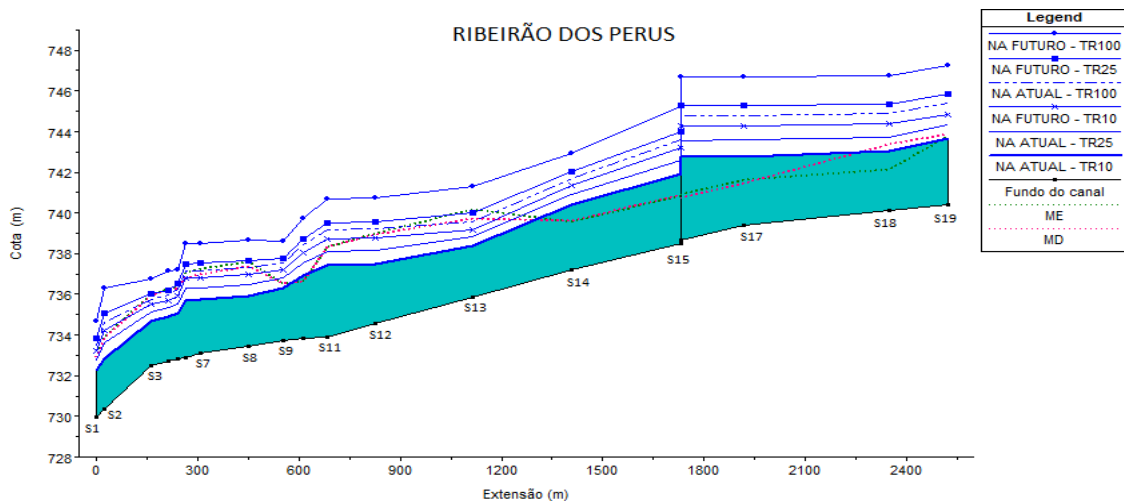
Tabela 7. Parâmetros Hidráulicos das seções

(1)	Descrição	(2) DA (m)	(1) Nó	(3) CME (m)	(4) CMD (m)	Cenário Atual			Cenário Futuro		
						Nível d'Água (m)			Nível d'Água (m)		
						TR 10	TR 25	TR 100	TR 10	TR 25	TR 100
19	Trav. Rib. dos Perus sob o Rodoanel	2568.20	29	743.76	743.88	743.64	744.30	745.42	744.86	745.82	747.23
11	CEU Perus	684.80	52	738.33	738.32	737.42	738.13	739.15	738.71	739.52	740.67
7	Pç. Inácio Dias	310.60	55	737.27	737.00	735.72	736.30	737.17	736.82	737.52	738.51
1	Trav. Rib. dos Perus sob a linha férrea	0.00	56	732.96	732.96	732.72	732.78	733.52	733.22	733.83	734.69
27	R. Ernesto Botoni	1084.01	38	753.09	752.81	747.68	747.92	748.27	748.27	748.52	748.86
23	Trav. sob R. Ana Maria Franco Laranjeira	125.21	42	745.24	743.73	742.86	743.69	744.93	744.38	745.41	746.87
20	Foz do Córrego Areião no Rib. dos Perus	0.00	43	740.89	740.90	742.80	743.61	744.82	744.23	745.22	746.63

(1) Seção HEC-RAS; (2) Distância Acumulada; (3) Cota Margem Esquerda; (4) Cota Margem Direita

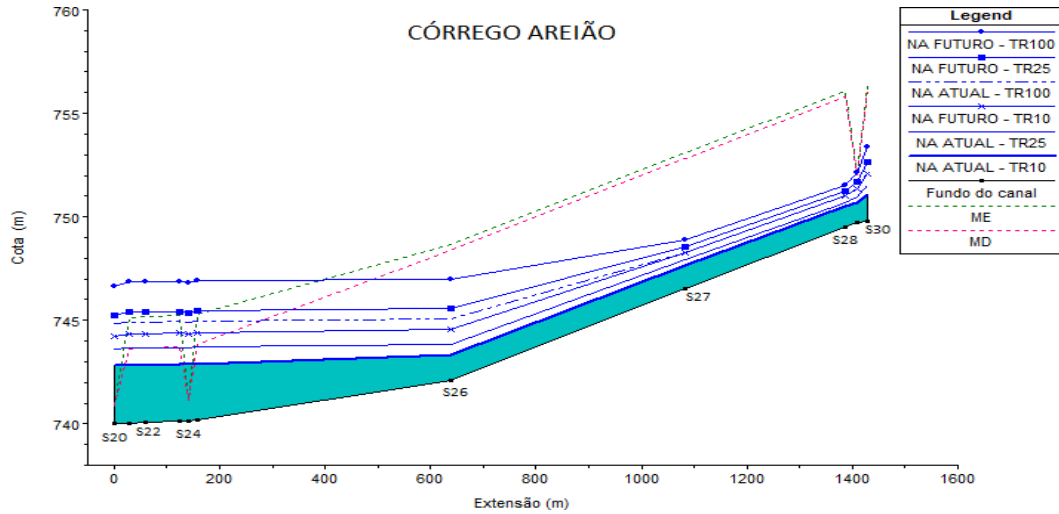
Fonte: Elaboração própria, 2019

Figura 4. Perfil de linha d'água simulado para o rio Ribeirão dos Perus



Fonte: Autoras, 2019

**Figura 5.** Perfil de linha d'água simulado para o Córrego Areião

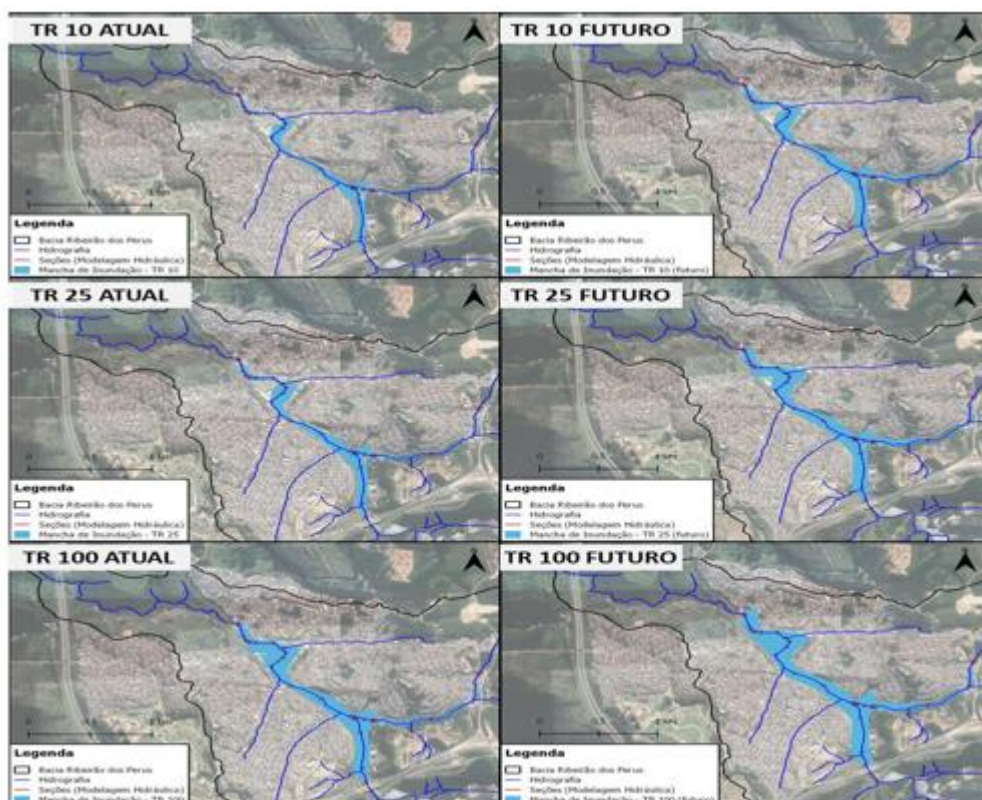


Fonte: Autoras, 2019

### MANCHAS DE INUNDAÇÃO

As manchas de inundação foram elaboradas a partir da projeção, no terreno, dos níveis de transbordamento dos cursos d'água, nas seções simuladas. As manchas resultantes, para cada cenário, estão apresentadas na Figura 6, a seguir.

Figura 6. Manchas de inundação simuladas para os cenários TR 10, 25 e 100 anos, ATUAL e FUTURO



Fonte: Elaboração própria, 2019

### CÁLCULO DOS PREJUÍZOS PARA DANOS TANGÍVEIS DIRETOS

Os prejuízos foram computados em função da área atingida e profundidade de submersão, conforme metodologia descrita. Os resultados estão apresentados na Tabela 8, resumidos por tipologia.

Tabela 8. Prejuízos decorrentes dos danos tangíveis diretos

Uso e Ocupação do Solo	TR 10 anos		TR 25 anos		TR 100 anos	
	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo
Resid. Horiz. Baixo Padrão	15.138,74	111.538,44	23.305,82	247.187,82	39.840,73	518.442,68
Resid. Horiz. Médio Padrão	18.508,40	-	23.997,83	269.583,14	42.783,25	580.033,10
Comércio e Serviços	5.292,17	410.043,59	7.550,30	3.895.005,14	21.616,86	10.565.199,70
Armazéns e Indústrias	6.083,31	1.228.781,43	15.470,69	2.065.584,22	11.452,91	2.238.781,55
<b>TOTAL</b>	<b>45.022,62</b>	<b>R\$ 1.750.363,46</b>	<b>70.324,64</b>	<b>R\$ 6.477.360,32</b>	<b>115.693,75</b>	<b>R\$ 13.902.457,03</b>

Uso e Ocupação do Solo	TR 10 anos		TR 25 anos		TR 100 anos	
	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo	AEAt (m <sup>2</sup> )	Prejuízo
<b>Resid. Horiz. Baixo Padrão</b>	33.141,12	386.125,42	52.304,30	742.490,06	69.539,27	1.032.417,93
<b>Resid. Horiz. Médio Padrão</b>	32.045,30	370.812,20	41.237,68	526.266,03	58.286,38	696.580,10
<b>Comércio e Serviços</b>	20.409,79	13.889.683,45	17.587,59	15.012.415,59	20.804,80	21.104.966,41
<b>Armazéns e Indústrias</b>	4.613,52	954.176,03	18.720,09	2.852.958,07	35.393,73	5.258.092,61
<b>TOTAL</b>	<b>90.209,73</b>	<b>R\$ 15.600.797,10</b>	<b>129.849,66</b>	<b>R\$ 19.134.129,75</b>	<b>184.024,18</b>	<b>R\$ 28.092.057,05</b>

Fonte: Elaboração própria, 2019

## ANÁLISE E CONCLUSÕES

Os resultados apontam que os prejuízos decorrentes das inundações na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Perus, causados exclusivamente por danos tangíveis diretos às edificações, variam de R\$ 1.750.363,47, no cenário atual, para TR-10 anos, a R\$ 28.092.057,06, no cenário futuro, para TR 100 anos. O custo estimado de implantação de um projeto elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, em 2011, para o controle das cheias de 100 anos, no cenário futuro, era, à época, de R\$ 90.000.000,00. Em valores atuais e considerando as adequações no projeto atualmente em revisão, estima-se que o investimento seria da ordem de R\$ 150.000,00.

Há outros prejuízos decorrentes das cheias, não contabilizados no presente estudo, que ampliam sobremaneira os valores calculados. Eles referem-se aos danos tangíveis indiretos, como, por exemplo, custo do sistema de transporte parado. A região de Perus tem aproximadamente

80.000 habitantes sendo que parte da população economicamente ativa se desloca para as regiões centrais da cidade, a trabalho, utilizando a única linha de trem que liga o centro à região. Nas cheias de maior porte, a estação Perus da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos) e a linha férrea ficam intransitáveis, gerando prejuízos econômicos para a capital paulista e região metropolitana. Há ainda os danos aos veículos e aos bens móveis, não contabilizados no presente estudo. E, o mais grave, os danos à vida humana e ao meio ambiente, considerados intangíveis dada a impossibilidade de expressá-los precisamente em termos monetários.

O projeto prevê a implantação de um parque linear, que viria a ser uma das únicas opções de lazer para a população local, além de possibilitar a preservação das áreas de várzea, especialmente a



montante do Rodoanel. O risco de ocupação dessas áreas, dada a pressão imobiliária presente em toda a Região Metropolitana de São Paulo, além do risco de ocupação irregular, dado o déficit habitacional e a busca por locais de moradia, deve ser levado em conta. Caso as áreas de várzea na cabeceira da bacia venham a ser ocupadas de maneira não planejada, a ocorrência de enchentes na região será agravada, ampliando também os danos tangíveis e intangíveis. A proteção dessas várzeas traz benefícios adicionais ao controle dos volumes de cheia que, somados aos danos evitados, justificam de maneira inequívoca o investimento no sistema de proteção previsto.

É recomendado que os danos e prejuízos sejam avaliados também em sua dimensão intangível e tangível indireta, a fim de se possibilitar uma análise de custo benefício mais acurada. Da mesma forma, um estudo probabilístico da ocorrência de grandes cheias, no horizonte de planejamento do projeto estudado, traria luz à avaliação de custo-benefício das intervenções planejadas.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Programa de Iniciação Científica da UFABC (PIC/UFABC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP – Associação Brasileira de Empresas e Pesquisa. Critério Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>>. Acesso em 12 abr. 2019.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12721: Critérios para avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

GRACIOSA, Melissa Cristina Pereira. Modelo de seguro para riscos hidrológicos com base em simulação hidráulico-hidrológica como ferramenta de gestão do risco de inundações. Tese (Doutorado) – Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Série histórica - IPCA/IPCC. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos.html>>. Acesso em 12 abr. 2019.

MILOGRANA, Jussanã. Sistemática de auxílio à decisão para seleção de alternativas de controle de inundações urbanas. 2009. 342 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NAGEM, Fernanda Raquel Maximiano. Avaliação econômica dos prejuízos causados pelas cheias urbanas. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, CONSERVATION

ENGINEERING DIVISION (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds. Technical Release 55.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2011. Projeto executivo do Parque Linear Perus. Elaborado pela Fundação para a Pesquisa Ambiental – FUPAM.

SINDUSCONSP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. Boletim Econômico - Março de 2017. 2017. Disponível em: < <https://sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2019/04/03-Mar%C3%A7o-2019.pdf>>. Acesso em 12 abr. 2019.

TACHINI, M. Avaliação de danos associados às inundações no município de Blumenau. 2010. 167 p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental)

TUCCI, Carlos E.M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, Carlos E. M. et al. Hidrologia: ciência e aplicação / organizado por Carlos E. M. Tucci - 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.



# Capítulo 17

## II-316 - PROPOSTA DE DIMENSIONAMENTO DE PÁTIOS DE HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO, POR ESTABILIZAÇÃO ALCALINA PROLONGADA, COM BASE EM PARÂMETROS OPERACIONAIS

*Pedro L. W. Cerqueira (Engenheiro Civil pela Universidade Positivo. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (UFPR). Profissional da Companhia de Saneamento de Goiás - SANEAGO.*

*Simone Bittencourt (Engenheira Agrônoma e Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná. Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (UFPR). Professora da Fael.*

*Miguel Mansur Aisse (Engenheiro Civil. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental na Universidade Federal do Paraná (UFPR).*

**RESUMO:** Apesar do notório conhecimento sobre os benefícios ambientais provenientes da disposição de lodo de esgoto na agricultura, esta prática ainda é incipiente no Brasil. No estado do Paraná, com a consolidação do processo de Estabilização Alcalina Prolongada (EAP), na Portaria SEMA 21/09, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) tem viabilizado a destinação de lodo à agricultura, destacando-se no cenário nacional. Entretanto, por se tratar de um processo cujo reconhecimento é relativamente recente, com pouca difusão geográfica, é limitada literatura sobre a EAP.

Neste sentido, no presente trabalho objetivou-se desenvolver uma metodologia de dimensionamento dos pátios de higienização por EAP, a partir de informações da literatura, mas, principalmente, da experiência prática da SANEPAR, considerando-se, ainda, os requisitos legais vigentes quanto à aplicação agrícola de lodo de esgoto. Foi possível estabelecer um método de dimensionamento análogo ao dos leitos de secagem, definindo-se uma taxa de aplicação de sólidos por metro quadrado e um tempo de ciclo, para se encontrar a área necessária de pátios em função da quantidade de lodo prevista para ser higienizada em uma Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL).

**PALAVRAS-CHAVE:** biossólidos; estudos de concepção; Resolução CONAMA 375/06; tratamento de lodo.

## INTRODUÇÃO

A destinação de lodo de esgoto sanitário à agricultura é uma prática que traz benefícios ambientais, sociais e econômicos à sociedade em geral. Auxilia na manutenção dos ciclos naturais dos nutrientes como nitrogênio, potássio e, especialmente, o fósforo, cuja única fonte natural acessível são as rochas fosfáticas, que vêm sendo consumidas pela indústria de fertilizantes em ritmos preocupantes (SAMPAIO, 2013). Além disso, enriquece o solo com matéria orgânica e nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, aumentando a produtividade agrícola e reduzindo a necessidade de uso de fertilizantes (BITTENCOURT, 2014).

Entretanto, atualmente, esta prática tem sido pouco explorada no Brasil, predominando a disposição do lodo em aterros sanitários, o que aumenta os riscos de contaminação de lençóis freáticos, a produção de chorume e as emissões de gás metano para a atmosfera, além de trazer outros inconvenientes, como a competição com a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos, podendo reduzir a vida útil dos aterros sanitários (LUDUVICE; FERNANDES, 2014).

Dentre os motivos da destinação agrícola do lodo ainda ser incipiente no Brasil, destaca-se a complexidade logística associada ao processo, resultado de uma série de fatores como restrições legais excessivamente rigorosas, necessidade de profissionais qualificados e indisponibilidade de área agrícola para recebimento do lodo. Isso tudo torna o processo oneroso, dificilmente sendo competitivo com a disposição em aterro sanitário, de forma que as empresas que o fazem geralmente têm um propósito de sustentabilidade ambiental, e não de ordem econômica (SAMPAIO, 2013).

Segundo Sampaio (2013), no Brasil, os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Distrito Federal são os que mais destinam o lodo à agricultura. No Paraná, consolidou-se, com a Resolução SEMA 21/09, a Estabilização Alcalina Prolongada (EAP) como um processo de higienização eficiente para a obtenção de lodo Classe A - conforme a classificação da Resolução CONAMA 375/06 (BRASIL, 2006) - viabilizando tecnicamente a aplicação do lodo na agricultura. O processo consiste na aplicação de cal ao lodo, elevando-se o pH a 12 e mantendo-o nesta condição por um período de 30 dias (PARANÁ, 2009).

Com isto, a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR tem destinado parte do lodo gerado em suas ETEs para a agricultura, após realização da EAP nas Unidades de Gerenciamento de Lodo (UGLs), que geralmente são implantadas em ETEs localizadas em pontos estratégicos, para o recebimento e

destinação do lodo, e com área disponível para o armazenamento deste, durante a EAP. Segundo Bittencourt et al. (2017), além dos 30 dias necessários para a inativação dos patógenos, deve-se aguardar, no mínimo, mais 30 dias pelo recebimento das análises de ovos viáveis de helmintos, um dos parâmetros exigidos pela Resolução CONAMA 375/06, para então este ser destinado à agricultura. Porém, devido à diversos fatores, tais como a complexidade no gerenciamento deste processo, por vezes o lodo é acumulado em pátios por períodos bastante superiores que 60 dias (BITTENCOURT et al., 2017).

Por se tratar de um processo que, apesar de vir sendo estudado desde a década de 90 (THOMAZ-SOCCOL et al., 1997 apud BITTENCOURT, 2014), tem ganhado espaço apenas recentemente e não se encontram, na literatura, informações suficientes para o dimensionamento dos pátios de cura para higienização por EAP. Encontram-se algumas informações, como o tempo mínimo de estocagem e a quantidade de cal aplicada (PINTO, 2014), que permitem uma análise preliminar do processo; porém, a quantidade de lodo por metro quadrado de pátio, por exemplo, que seria um parâmetro concreto de dimensionamento, já não é encontrada com facilidade na literatura técnica.

Sendo assim, tendo-se verificado esta lacuna na literatura, e considerando-se que a estimativa da área necessária de pátios para a higienização por EAP é uma das principais informações para a análise de viabilidade desta prática, no presente trabalho objetivou-se elaborar uma proposta de dimensionamento de pátios de higienização de lodo de esgoto, com base em parâmetros advindos da experiência operacional da SANEPAR e nos aspectos legais atualmente vigentes e técnicos já consolidados.

## OBJETIVO

Elaborar uma proposta de dimensionamento de pátios de higienização de lodo por EAP, visando à aplicação agrícola, com base em parâmetros operacionais e respeitando-se os critérios técnicos e legais.

## METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho consistiu no levantamento de informações sobre a Estabilização Alcalina Prolongada, quanto à disposição do lodo nos pátios de cura, por meio de entrevistas semi-estruturadas (em que há um roteiro pré-estabelecido, porém com flexibilidade para discussões)

realizadas com gestores de Unidades de Gerenciamento de Lodo da Companhia de Saneamento do Paraná.

Com base nas informações obtidas nas entrevistas (inclusive fotos recebidas), e também em dados constantes na literatura técnica, foi estimada a quantidade máxima de lodo, em massa seca, massa úmida e volume, que pode ser disposta por m<sup>2</sup> de pátio, sem se perder a operacionalidade e a eficiência do processo. Ou seja, mantendo-se espaço para a circulação de máquinas e pessoas e permitindo o acúmulo do lodo caleado pelo tempo necessário para o processo de EAP.

Foram selecionadas três UGLs para o estudo, nas quais utilizam-se diferentes métodos de mistura da cal ao lodo. Essas UGLs, cujos gestores foram entrevistados, possuem pátios impermeabilizados e cobertos para a higienização por EAP. Na Tabela 1 apresentam-se as UGLs selecionadas, bem como as ETEs cujo lodo é destinado a essas, suas respectivas vazões e o método de mistura da cal ao lodo em cada UGL.

As entrevistas com os gestores foram realizadas via telefone e e-mail, e tiveram como delineamento as seguintes perguntas:

**Tabela 1 – UGLs da SANEPAR selecionadas para o estudo e respectivas ETEs contribuintes**

UGL	ETEs Contribuintes* (Vazão em L/s)	Mistura Cal/Lodo
ETE Tibagi (17)	ETE Arapoti (15), ETE Bandeirantes (3,5), ETE Cândido de Abreu (19), ETE Embaú (5), ETE Limeira (20), ETE Marinha (15), ETE Ortigueira (7), ETE Pirai (8), ETE Reserva (19), ETE São Silvestre (10), ETE Sengés (20), ETE Uvaranal (8) e ETE Ventania (14).	Manual (Betoneira)
ETE Ronda (140)	ETE Verde (280), ETE Olarias (70), ETE Cristo Rei (5), ETE Gertrudes (30), ETE Congonhas (30), ETE Cará-Cará (30), ETE Tibagi** (30), ETE Bárbara (10)	Mecanizada (Retroescavadeira)
ETE CIC Xisto (612)	ETE Cachoeira (100); ETE São Jorge (134); ETE Cambuí (85); Outras (esporadicamente).	Mecanizada (Retroescavadeira)

NOTAS: \*As ETEs, em sua maioria, são dotadas de tratamento por reatores UASB, com ou sem pós-tratamento aeróbio.

\*\*Nome coincidente com a UGL ETE Tibagi, não sendo a mesma unidade.

- Qual o método de desaguamento de lodo nas ETEs contribuintes e na ETE UGL?
- Qual a quantidade de cal aplicada por ST (Sólidos Totais) de lodo?
- Quais os teores de sólidos do lodo antes e depois da higienização por EAP?
- Qual o procedimento de mistura da cal ao lodo?

- Qual a altura média dos montes de lodo formados após a adição da cal, e a forma desses?

Buscou-se, com as informações obtidas nas entrevistas, elaborar um croqui, denominado como “corte esquemático”, da disposição do lodo nos pátios, para que, com esse, pudessem ser estimadas as quantidades de lodo dispostas por  $m^2$  de pátio. Além disso, para o dimensionamento foi definido o tempo necessário desde o início da formação do lote até a remoção deste do pátio. A este período deu-se o nome de tempo de ciclo, e o mesmo foi definido com base nas informações obtidas nas entrevistas, na literatura e nas exigências legais de frequência de amostragem, existentes na Resolução CONAMA 375/06.

Desta forma, definindo-se um tempo de ciclo e uma taxa de aplicação de sólidos por  $m^2$  de pátio, tornou-se possível o cálculo da área total necessária, analogamente ao método de dimensionamento de leitos de secagem apresentado por van Haandel (1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### DADOS OPERACIONAIS OBTIDOS

A UGL ETE Tibagi recebe lodo desaguado em leitos de secagem, com teores de sólidos da ordem de 35 %. O lodo que chega é disposto no pátio, para então ser misturado à cal, utilizando-se uma betoneira. A quantidade de cal aplicada é de 50 % em relação aos ST do lodo. O lodo caleado é disposto, utilizando-se retroescavadeira, em montes piramidais de até 3 m de altura. Nestes, o teor de sólidos do lodo chega a atingir 50 % de ST, devido ao tempo de estocagem e à adição da cal, que proporcionam a evaporação de parte da água do lodo. Na Figura 1 é apresentado o pátio de cura da UGL ETE Tibagi.



**Figura 1 – Pátio de higienização por EAP na UGL ETE Tibagi**

A UGL ETE Ronda também recebe lodo proveniente de leitos de secagem, com cerca de 35 % de ST. A cal é adicionada manualmente sobre o lodo, na proporção de 35 a 40 % dos ST, para posteriormente ser misturada ao lodo com o uso de retroscavadeira. Além de realizar a mistura, com o mesmo equipamento são formados os montes, que podem chegar a mais de 3 m de altura, em formato piramidal. O teor de sólidos também sobe a cerca de 50 % durante o período de estocagem, até que os lotes sejam destinados à agricultura. Na Figura 2 é apresentado o pátio de cura da UGL ETE Ronda.



**Figura 2 – Pátio de higienização por EAP na UGL ETE Ronda**

A UGL ETE CIC Xisto possui um sistema de desaguamento por centrífugas, a partir do qual o lodo é descarregado em baias para então ser transportado aos pátios de cura, por meio de pá-carregadeira. Além do lodo gerado na própria ETE, a UGL recebe lodo úmido (3 % de ST) de outras ETEs, em um tanque de equalização, para ser centrifugado e higienizado na mesma. A taxa de aplicação de cal é de 30 a 40 % dos ST. Nos pátios, o transporte, a mistura da cal e o empilhamento do lodo são feitos com pá-carregadeira e retroscavadeira, porém, devido a maior umidade do lodo (em relação às outras UGLs), os montes são formados com 1,3 a 2 m de altura, sendo maiores quando escorados em paredes laterais e podendo serem elevados conforme a redução do teor de umidade. Na Figura 3 é apresentado o pátio de cura da UGL ETE CIC Xisto.





**Figura 3 – Pátio de higienização por EAP na UGL ETE CIC Xisto**

## TEMPO DE CICLO DOS LOTES DE LODO

Conforme mencionado na introdução, para a higienização por EAP necessita-se de, no mínimo, 60 dias, mas há uma série de fatores que podem aumentar este período. Conforme apresentado por Bittencourt et al. (2017), após a caracterização de um lote de lodo deve-se aguardar a liberação deste por meio de Autorização Ambiental emitida pelo órgão ambiental competente, o que deve acontecer em consonância com uma série de processos no âmbito agrícola, como o cadastro de agricultores, o levantamento de áreas aptas a receberem o lodo e a elaboração de um projeto agrônomo por profissional capacitado, que, se não ocorrerem em prazo adequado, impedem o transporte do lodo para a agricultura. Verificou-se, nas entrevistas realizadas, que a emissão da Autorização Ambiental pode levar em torno de 30 dias.

Bittencourt et al. (2017) relataram, também, eventos como a inconsistência ou a reprovação de laudos de caracterização do lodo, que podem aumentar o tempo necessário de estocagem, necessitando-se, por exemplo, da repetição do processo de higienização. Outro aspecto mencionado é a necessidade de planejamento para a liberação dos lotes em períodos próximos à demanda agrícola, o que não é tarefa simples já que há outras variáveis interferentes, como o clima.

Outra etapa fundamental, que, na realidade, é a primeira delas, é o tempo de formação dos lotes. Este tempo está associado ao número de lotes formados por ano, que por sua vez é resultado da frequência de monitoramento, estipulada na Licença de Operação da UGL, com base na Resolução CONAMA 375/06. Nesta, a frequência de monitoramento é determinada em função da quantidade de lodo, em base seca, destinado anualmente à agricultura (BRASIL, 2006), conforme apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Frequência de Monitoramento de Lotes de Lodo Segundo a Resolução CONAMA 375/06

Quantidade de lodo destinada à agricultura (t ST/ano)	Frequência de Amostragem
até 60	Anual
de 60 a 240	Semestral
de 240 a 1.500	Trimestral
de 1.500 a 15.000	Bimestral
acima de 15.000	Mensal

Fonte: BRASIL, 2006.

Bittencourt (2014) menciona casos de formação anual, trimestral e mensal de lotes. A formação mensal ocorreu excepcionalmente pela necessidade de otimização do uso dos pátios, permitindo maior celeridade no processo, porém, aumentando-se o custo com análises laboratoriais. Por outro lado, nota-se que, para quantidades de lodo inferiores a 60 t ST/ano, a frequência anual de monitoramento implica no armazenamento por períodos superiores a 12 meses, já que após a amostragem ainda são necessárias as etapas subsequentes.

Em resumo, o tempo de ciclo total ( $T_c$ ) pode ser estimado pelo somatório dos seguintes períodos de tempo:

- P1: Período de formação do lote: 1, 2, 3, 6 ou 12 meses, a depender da frequência de amostragem;
- P2: Período de higienização: mínimo de 60 dias;
- P3: Período de tramitação da Autorização Ambiental: média de 30 dias no Paraná;
- P4: Período adicional devido às dificuldades logísticas: variável.

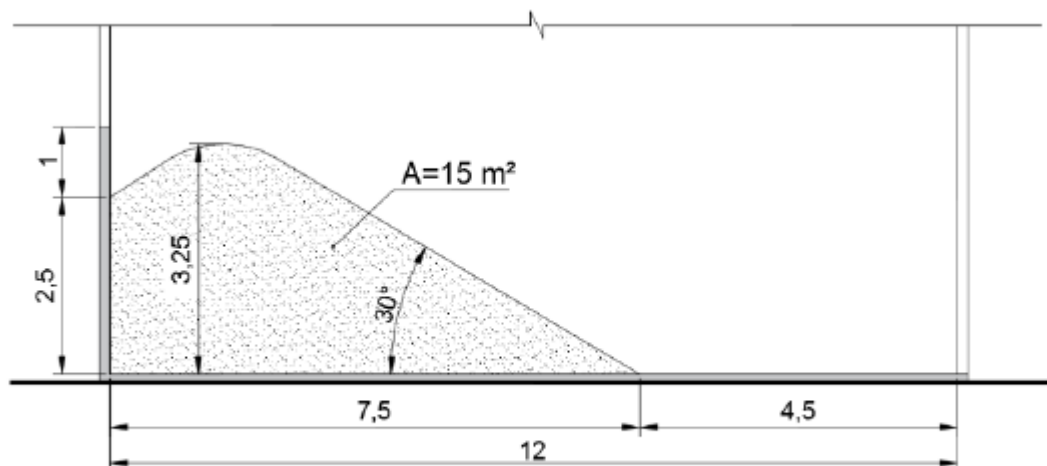
Pode-se perceber que, dependendo do tempo de formação do lote, é possível se definirem tempos de ciclo inferiores a 6 meses, sem considerar o P4. Entretanto, verificou-se que, pela experiência da SANEPAR, o P4 pode ser bastante representativo. Um P4 mínimo de 3 meses poderia ser indicado, representando uma situação em que o lote é liberado 3 meses antes da época de aplicação do lodo. Porém, com base na experiência da SANEPAR, é mais conveniente, para fins de dimensionamento, a consideração de 1 ano para o tempo total de ciclo. Isto é, o P4 passa a variar de 3 a 8 meses, a depender do tempo de formação do lote (exceto no caso de amostragem anual, que apenas o P1 já levaria 12 meses).

## Proposta de Dimensionamento de Pátios de Higienização por EAP

A partir das informações relativas à disposição dos montes de lodo nos pátios das UGLs, foi desenhado um “Corte Esquemático” de um monte de lodo, para se estimar o volume máximo possível (com base na experiência prática) de se dispor o lodo por unidade de área. Para tanto, algumas premissas foram adotadas:

- O lodo é destinado ao pátio com teores de sólidos acima de 20 %;
- Os montes de lodo podem atingir cerca de 3,50 m de altura quando utilizado maquinário;
- Paredes laterais podem ser utilizadas para otimização do uso dos pátios.

Sendo assim, foi elaborado um Corte Esquemático do monte de lodo, conforme é apresentado na Figura 4.



**Figura 4 – Corte esquemático de monte de lodo caleado**

Verifica-se (Figura 4), que foi considerada uma parede lateral para escoramento do monte de lodo, visando aumentar o volume de lodo disposto por  $m^2$  de pátio. No corte estão representados os pilares laterais de um pátio industrial teórico, com largura total de 12 m, sendo 4,50 m para deslocamento de pessoal e equipamentos. Multiplicando-se a área da seção do monte de lodo ( $15 m^2$ ) pelo comprimento de 1 m de pátio, e dividindo-se o resultado pela área de  $12 m^2$ , obtendo-se uma relação de  $1,25 m^3$  de lodo caleado por  $m^2$  de pátio.

Com a relação obtida de  $1,25 \text{ m}^3/\text{m}^2$  foi possível estimar a taxa de aplicação de sólidos por  $\text{m}^2$ , realizando-se o cálculo inverso da quantidade de sólidos contida em  $1,25 \text{ m}^3$  de lodo. Para tanto, considerou-se a massa específica do lodo caledo de  $850 \text{ kg}/\text{m}^3$ , uma vez que esta torna-se reduzida a medida em que se aumenta o teor de sólidos do lodo (MORETTO et al., 2011). Consideraram-se, também, o teor de umidade de 50 % e uma taxa de aplicação de cal de 50 % em relação aos sólidos totais do lodo. Na Equação 1 apresenta-se o cálculo da quantidade de sólidos por  $\text{m}^2$  de pátio.

$$T_s = 1,25 \frac{\text{m}^3_{\text{Lodo}}}{\text{m}^2_{\text{Pátio}}} \cdot 0,50 \frac{\text{kgST}}{\text{kgLodo}} \cdot 850 \frac{\text{kgLodo}}{\text{m}^3_{\text{Lodo}}} = 531 \frac{\text{kgST}}{\text{m}^2_{\text{Pátio}}} \quad (1)$$

Como o lodo considerado possui 50 % de cal em relação aos sólidos de lodo, calculou-se que, dos 531 kgST, 354 kgST são referentes ao lodo e 177 kgST provenientes da adição de cal. Desta forma, visando-se estabelecer um parâmetro mais prático de dimensionamento, optou-se por considerar a taxa de aplicação de sólidos de  $350 \text{ kgST}/\text{m}^2$ , que deve ser utilizada sem se considerar os sólidos advindos da caleação.

Considerando-se o tempo de ciclo de 12 meses, com base na discussão realizada, a taxa mencionada passa a ser de  $350 \text{ kgST}/\text{m}^2 \cdot \text{ano}$ .

Para uma análise de sensibilidade, verificaram-se também as taxas anuais de sólidos praticadas nas UGLs selecionadas neste estudo, que resultaram em  $362 \text{ kgST}/\text{m}^2 \cdot \text{ano}$ ,  $250 \text{ kgST}/\text{m}^2$  e  $173,7 \text{ kgST}/\text{m}^2 \cdot \text{ano}$ , respectivamente, para as ETEs Tibagi, ETE Ronda e ETE CIC Xisto. Logo, a taxa calculada neste trabalho apresenta-se dentro da faixa efetivamente praticada, mais próxima do limite superior. Observa-se que, segundo os gestores das ETEs Ronda e CIC Xisto, os espaços encontram-se bem dimensionados para as quantidades de lodo que recebem, o que indica que a taxa de  $350 \text{ kgST}/\text{m}^2 \cdot \text{ano}$  pode ser relativamente alta.

Por fim, formalizando-se o método proposto de dimensionamento, procurou-se estabelecer uma analogia com a fórmula convencional de dimensionamento de leitos de secagem, conforme apresenta-se a seguir:

$$A = \frac{P_{\text{Lodo}} \cdot T_c}{T_x} \quad (2)$$

Em que:

A = Área necessária de pátio ( $m^2$ );

Plodo = Produção de lodo referente à todas as ETEs contribuintes à UGL ( $kgST/d$ );

Tc = Tempo de ciclo, recomendado de 1 ano (dias);

Tx = Taxa de aplicação de sólidos, recomendada de até  $350 kgST/m^2.ano$ .

## CONCLUSÕES

A Estabilização Alcalina Prolongada vem ganhando mais importância na medida em que a aplicação de lodo na agricultura é reconhecida como uma solução ambientalmente sustentável. Entretanto, atualmente há uma lacuna na literatura no que se refere ao dimensionamento de pátios de higienização de lodo.

No presente estudo apresentou-se uma metodologia de dimensionamento de pátios de higienização por EAP, considerando-se aspectos operacionais, técnicos e legais. A metodologia proposta é análoga à do dimensionamento de leitos de secagem, já consolidada na literatura.

Obtiveram-se parâmetros como o tempo de ciclo de um ano e a taxa de aplicação de sólidos de  $350 kgST/m^2$ , mas que devem ser utilizados com cautela e observando-se as premissas consideradas neste estudo: a) O lodo é destinado aos pátios com teores de sólidos acima de 20 %; b) Utilização de maquinário para elevação dos montes de lodo em até 3,50 m de altura; c) Utilização de paredes laterais para otimização do uso dos pátios.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos profissionais entrevistados da SANEPAR, que se dispuseram a contribuir com informações úteis e fotos dos pátios de higienização.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, S. Gestão de processo de uso agrícola de lodo de esgoto no estado do Paraná: aplicabilidade da Resolução CONAMA 357/06. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná. 2014.

BITTENCOURT, S.; AISSÉ, M. M.; SERRAT, B. M. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do Paraná, Brasil. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.22, n.6. Rio de Janeiro: ABES, 2017. p. 1129-1139

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n.375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 ago. 2006.

LUDUVICE, M.; FERNANDES, F. Principais tipos de transformação e descarte do lodo. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M. FERNANDES, F. (Ed.). *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. 2ª Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2014. p.397-420 (Cap. 9).

MORETTO, S.R.O.; PUPPI, R.F.K.; PEGORINI, E.S.; INOUE, P.S.; OLIVEIRA, G.G. de. Medidas da densidade do lodo proveniente de digestão anaeróbia. 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2011\\_1/DensidadeLodo/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/DensidadeLodo/index.htm)>. Acesso em: 26/03/2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Resolução SEMA 21 de 22 de abril de 2009. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. 22 de abril de 2009.

PINTO, M. T. Higienização de Lodos. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M. FERNANDES, F. (Ed.). *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. 2ª Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2014. p.259-296 (Cap. 6).

SAMPAIO, A. O. Afinal, queremos ou não viabilizar o uso agrícola do lodo produzido em estações de esgoto sanitário? Uma avaliação crítica da Resolução CONAMA 375. Nota técnica. São Paulo: Revista DAE, nº 193, set/dez 2013.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. *Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente*. Campina Grande: Epgraf, 1994.

# Capítulo 18

## SAÚDE NO TRABALHO: MULHERES PESCADORAS DE CAMARÃO

*RODRIGUES, Christiane (Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas - PPGCASA/UFAM. Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM e Bolsista FAPEAM-RH/interiorização. Parintins, Amazonas/Brasil)*

*christianerodrigues82@hotmail.com.*

*SCHERER, Elenise (Professora Titular da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Pesquisadora da FAPEAM e CNPq, orientadora no PPGCASA/UFAM. Manaus, Amazonas/Brasil)*

*elenisefaria@gmail.com.*

*DIÓGENES, Antonia (Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas - PPGCASA/UFAM. Professora da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Parintins, Amazonas/Brasil)*

*antoniaraipo@gmail.com.*

**RESUMO:** Este artigo tem como proposta identificar as condições de saúde de mulheres pescadoras de camarão no espaço geográfico amazônico, especificamente na comunidade da Salvação, no município de Alenquer – PA, Baixo Amazonas. A pesquisa de abordagem etnomedológica, realizada nos anos de 2016 e 2017, consentiu-nos trazer para a discussão acadêmica as dificuldades enfrentadas nos territórios pesqueiros por mulheres pescadoras residentes nas áreas de várzeas amazônicas.



A pesca do camarão no contexto amazônico pode ser compreendida como uma estratégia adaptativa que levou as mulheres à exploração do ambiente como uma forma de sobrevivência. Através do trabalho de pesca as mulheres têm contato direto com ambiente em que vivem e, assim, são responsáveis por modificações ambientais cotidianamente. O estudo que deu origem ao artigo configura-se em torno da pesca artesanal do camarão *Macrobrachium amazonicum*, realizada por mulheres. Muito ainda precisa ser feito principalmente quanto ao reconhecimento do trabalho da mulher pescadora de camarão nas políticas públicas, visto que estas entendem que as mulheres não desempenham um papel relevante no processo produtivo de pesca. A busca por igualdade de gênero e melhorias nas condições de vida parece estar muito distante do modo de vida das pescadoras de camarão. A pesquisa faz parte do Projeto Vozes Ocultadas e Vozes Insurgentes: as mulheres pescadoras na Amazônia, coordenado pela professora Dra. Elenise Scherer, com apoio do CNPq – Edital Ciências Humanas, FAPEAM, 2015-2018.

**Palavras-chave:** trabalho , pesca, saúde.

## INTRODUÇÃO

O trabalho com a pesca é cíclico, contudo as ações e obras que o circundam tendem a sofrer transformações, graças à capacidade que o homem tem de se adaptar a um meio ecológico complexo. E isso é possível graças aos saberes acumulados sobre os lugares e as diferentes formas pelas quais o trabalho é realizado, que depende da mobilização e do domínio de técnicas: de caça, pesca, plantio, identificação, na mata, de recursos que alimentam seu sistema de preservação da saúde, de curas, manejo de espécies e de defesa dos membros do grupo.

Para Arendt (2014), o trabalho tem sempre um caráter penoso relacionado à labuta de satisfazer as necessidades vitais, nem mesmo a automação da produção contemporânea, que alivia o esforço físico, seria capaz de abolir o fato de que o trabalho ainda assim é repetitivo e resulta da compulsão do homem pelo suprimento das próprias necessidades. As mulheres pescadoras de camarão deparam-se, cotidianamente, com questões envolvendo as relações e os papéis de gênero. O homem não é pescador de camarão. Está, assim, inserida em um universo de gênero hierárquico, que não reconhece a importância do trabalho da mulher. A pesca do camarão é percebida como um trabalho fácil, próprio da mulher, tornando-se desvalorizado e invisibilizado. Em nosso estudo, a discussão a respeito do conceito de gênero parte do pressuposto de que este é uma construção social entre o masculino e o feminino, sendo uma categoria analítica e histórica presente nos estudos sobre mulher. De acordo com Saffioti (2004), o conceito de gênero não explicita, necessariamente, a desigualdade entre homens e mulheres, pois compreende também relações igualitárias.

Na história ocidental a luta pelos direitos humanos e sociais foram inscritos pela primeira vez na Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão, de 24 de agosto de 1789. A ideia geral dos direitos humanos foi oficializada pela comunidade internacional intimamente ligada à Organização das Nações Unidas (ONU), tendo a Declaração Universal dos Direitos Humanos aprovada no ano de 1948. O direito a saúde foi reconhecido e proclamado anteriormente pela Organização Mundial de Saúde (OMS), na Constituição de 1946. O conceito de saúde parte do pressuposto que é o completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou de um agravo (LUNA et al., 2006).

A insalubridade dos locais de pesca, os perigos, as muitas horas de esforço físico, passam despercebidos no cotidiano dessas trabalhadoras pela sociedade e por elas mesmas, e isso, compromete o bem-estar físico, mental e social dessas mulheres. Em seus discursos percebe-se um

direcionamento maior para momentos felizes e não dão tanta relevância para os problemas de saúde enfrentados no cotidiano do trabalho.

A teoria da homeostase do risco preconizada por Wilde (1994) mostra que os seres humanos reagem às mudanças externas procurando manter um certo “equilíbrio” nos níveis de risco anteriormente aceitos. Dejours (1998) tem um ponto de convergência nessa teoria, onde mostra que o meio no qual estamos inseridos é percebido como mais perigoso ou nocivo, tendemos a procurar formas para voltar a reequilibrar e estratégias defensivas.

## DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi realizada com 15 (quinze) trabalhadoras, pescadoras de camarão, da Comunidade da Salvação, no município de Alenquer (PA), Baixo Amazonas, atendendo aos seguintes critérios: mulheres envolvidas no trabalho de pesca e comercialização direta do camarão, associadas e não associadas na Colônia de Pescadores e Pescadoras Z-28, com disponibilidade para participação na pesquisa e moradoras da Comunidade da Salvação.

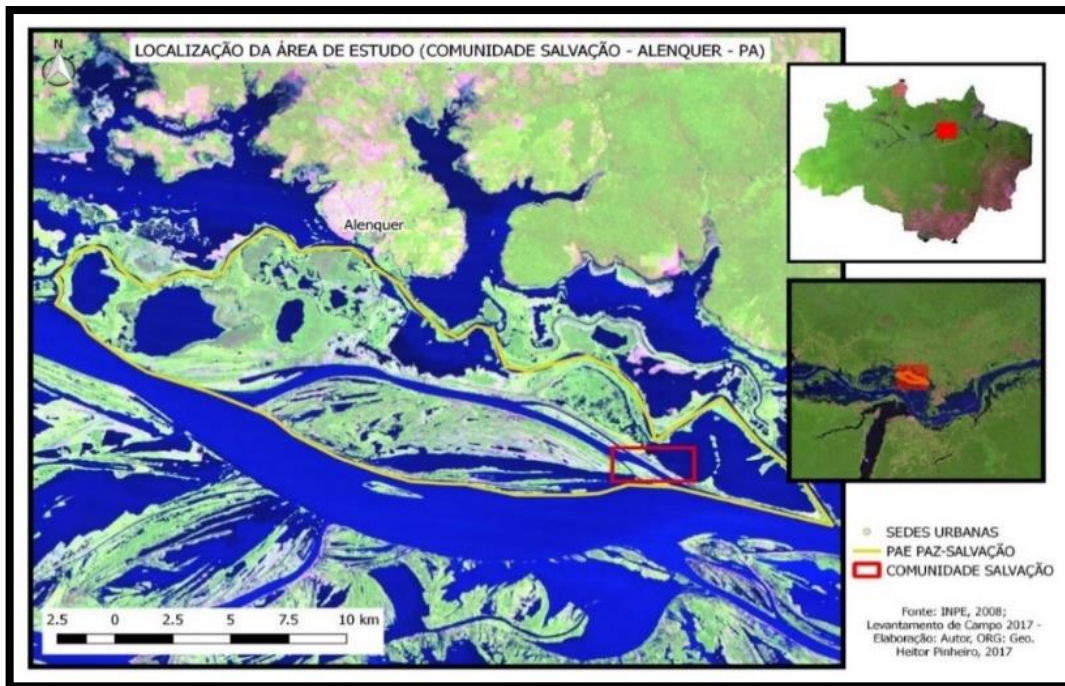
Escolhemos a abordagem qualitativa, pois esta tem como primordial a compreensão dos significados e das relações inseridas no universo do fenômeno da pesquisa. Em 27 de dezembro de 2015, foi realizada uma reunião com as pescadoras para a exposição da proposta, dos objetivos e das estratégias para a execução das atividades de campo. Com isso, pretendeu-se motivar o envolvimento e a autorização das mulheres pescadoras para a realização da pesquisa, fator fundamental para a sua efetivação, em acordo com as normas regimentares do Comitê de Ética.

As próximas idas ocorreram de dezembro de 2016 a dezembro 2017, para a coleta de dados, com a utilização de observação, filmagens e preenchimento das anotações do caderno de campo.

Foram realizadas visitas aos lagos, rios e igarapés onde se realiza a pesca do camarão, aos locais de venda e ao lugar onde moram. Utilizamos entrevistas semiestruturadas, pela necessidade de haver um foco maior sobre o assunto a ser abordado, deixando a informante à vontade para expressar seus próprios termos (ALBUQUERQUE et al., 2010). As análises dos dados foram sendo construídas, à medida que voltávamos do campo. Foi utilizada a análise de conteúdo proposta por (BARDIN, 1979; BARBIER, 2002).

A Comunidade da Salvação está localizada em uma área de várzea do rio Amazonas (2°1'60" S 54°43'0" W), no município de Alenquer, PA, como mostra a figura 1, e está inserida no Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) Salvação, que é formado por três comunidades: Salvação, Vira-Volta e Ilha do Carmo.

**Figura 1:** Localização da Comunidade da Salvação, Alenquer, PA



As condições de trabalho dessas mulheres ocasionam muitas dores e transformações irreversíveis em seus corpos. Nas suas narrativas, pescadoras de diferentes faixas etárias relatam com intensidade as dores provocadas pela pesca do camarão. As pescadoras Maria Pereira (57 anos), Jocinéia Almeida (43 anos), Glaucirene Monteiro (28 anos) e Maria Janilda Bentes (43 anos) falam sobre essas transformações:

Quando estou cozinhando o camarão, me dá muita dor nos meus olhos por causa da fumaça na hora de cozinhar, sinto meu corpo enfadado nessa hora. (Maria Pereira de Sousa, 57 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

Quando a mulher se joga para o trabalho, ela envelhece mais rápido, pois tem pescadora que passa o dia todo pescando, não descansa; quando eu vou, levo banana, pipoca, café, comida para manter. (Maria Jocinéia Almeida da Rocha, 43 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, maio 2016).

Sinto muita dor de cabeça desde o parto do meu primeiro filho, acho que é de tanto pegar sol. Minha costa fica muito dolorida depois de um dia pescando camarão. A pesca do camarão modifica o corpo da mulher, pois a gente emagrece, mas, quando está direto, descai bastante. Passa do horário de comer e também fica mais morena, porque pega muito sol. (Glaucirene Monteiro, 28 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

Eu sinto muitas dores nos rins, eles estão inflamados; fui no médico, e ele disse que eu tinha que fazer um ultrassom; eu fiz faz pouco tempo. O médico disse que essas dores são porque eu fico muito tempo sentada na hora da pesca. Mas sinto também muita dor no braço e nas pernas, principalmente quando está frio. (Maria Janilda Bentes, 43 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

A dor não pode passar despercebida no processo de trabalho de pesca, porém ela não ocorre no momento da captura do camarão. Durante o ato da pesca, o sofrimento é esquecido, como afirmaram as pescadoras em seus depoimentos. Isso confirma as ideias de Arendt (2014, p. 148) a respeito do trabalho, que mostram que “a dor e o esforço são meros sintomas que podem ser eliminados e transformam a vida; são mais propriamente os modos pelos quais a vida, juntamente com a necessidade à qual está vinculada, se faz sentir”.

As narrativas das pescadoras mostram as dores e o sofrimento ocasionados pelas repetitivas horas de trabalho diário, mas essas dificuldades não as fazem desistir na busca contínua de sobreviver. O trabalho não assegura apenas a sobrevivência aos indivíduos, mas a vida da espécie, a perpetuação da condição humana (ARENDR, 2014). E, como já dito anteriormente, o trabalho de pesca do camarão é essencial para essas mulheres.

As mulheres das várzeas amazônicas necessitam de um olhar mais direcionado das políticas sociais para as suas principais necessidades. Por ora e com maior urgência poderia ser repensado o direito à saúde, pois as mulheres das populações rurais são as que mais sofrem em nosso país com a precariedade do sistema público de saúde. Essas populações, além de sofrerem a ausência do Estado diante de suas dificuldades, passam por situações de preconceito e desprezo por parte dos profissionais. Penso que deveria haver um atendimento mais qualificado para tais populações, ofertando-se a elas um tipo de tratamento que possa unir o conhecimento tradicional à medicina

usual. O relato da pescadora Leidiane da Silva Rego vem confirmar um quadro lamentável que assola o cotidiano dessas mulheres pescadoras nos hospitais públicos:

Uma grande dificuldade foi quando tive um bebê que morreu dentro de mim, quase bato as botas; estava com infecção, ia várias vezes no médico, mas eles diziam que não podiam fazer nada. Já faz uns nove anos, passei por uma situação muito difícil, estava inchada e grávida, mas quando cheguei no hospital em Santarém o bebê morreu; os médicos me desenganaram, mas foi Deus que me ajudou. E como o bebê morreu, minha barriga ficou tesa e não queria descer; eu sofri muito com tudo isso. (Leidiane da Silva Rego, 36 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

Durante as entrevistas, as pescadoras afirmaram o quanto são mal atendidas nas unidades de saúde pública. Elas relataram que sofrem preconceito dos próprios médicos e outros profissionais de saúde. Sentem-se inferiorizadas, pois creem que são desprezadas por serem mulheres de áreas rurais. As palavras da pescadora Alcirene Pinto (35 anos), abaixo, confirmam essa situação:

Não gosto de ir em hospitais, pois sempre sou mal atendida. Eles olham para nós da cabeça aos pés e sabem que a gente é da comunidade. Uma vez tive que ir ao médico levar meu filho, ele estava com uma diarreia muito séria. Quando eu cheguei lá, demorou muito para eu ser atendida. Quando eu entrei na sala do médico, ele perguntou: “Se eu não cuidava da biqueira de minha casa?”. Eu fiquei muito ofendida, pois pareceu que ele estava dizendo que eu era descuidada com a água que eu oferecia aos meus filhos. Não é porque moramos em uma comunidade que somos pessoas sem higiene; cuidamos muito bem de nossos filhos. (Alcirene Pinto Monteiro, 35 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

As mulheres pescadoras não têm informações a respeito dos seus direitos sociais; quando buscam atendimento médico vão ao município de Alenquer, porém recorrem a essa solução somente quando não têm alternativa na comunidade através dos saberes locais e da cura com as ervas medicinais. Quando conseguem atendimento são hostilizadas pelos profissionais de saúde, e isso acaba afugentando-as e a seus familiares dos centros de saúde, como mostram os discursos das pescadoras Glaucirene Monteiro (28 anos) e Tania Viana (22 anos):

Agora ninguém faz nada se não for pago; não gosto de ir nos hospitais, pois sempre sou maltratada. (Glaucirene Monteiro da Silva, 28 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, maio 2016).

É muito difícil pegar uma consulta, só se estiver morrendo eles socorrem. Caso contrário, não atendem, nem adianta ir lá, eu vou direto à farmácia. (Tania Viana Bentes, 33 anos, pescadora de camarão há 22 anos, Entrevista, Pesquisa de campo, maio 2016).

Percebe-se nessas falas o descaso nos hospitais públicos com a saúde da mulher. Nos relatos das pescadoras também aparecem a importância que elas depositam nas crenças, para a sobrevivência em situações de perigo. Quando a pescadora destaca que uma mulher orou por ela, reafirma o quanto a crença é de fundamental importância para a manutenção da saúde das mulheres pescadoras. O trecho a seguir confirma isso:

Foi uma mulher que me viu e orou para Deus, intercedendo por Deus para me socorrer; até senti que o bebê desceu, ele nasceu grande e já fazia mais de vinte e quatro horas morto dentro de mim; ainda vi meu filho morto, com sangue no nariz; depois tiveram que fazer curetagem, porque o sangue não desceu, ele coalhou dentro de mim. Fiquei de vinte dias no hospital; vim para Salvação, mas quatro meses depois senti muitas dores e voltei para o hospital, e tiveram que me operar, tiraram todas minhas trompas, agora não posso mais ter filhos. (Leidiane da Silva Rego, 36 anos, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016).

No período entre 1997 e 2012, a taxa de mortalidade materna apresentou as seguintes flutuações no Brasil: caiu 10% de 1997 a 2000 (58,92/100.000); de 2001 a 2004 (52,77/100.000); porém com o passar dos anos aumentou 11% entre 2009 e 2012 (58,69/100.000). As taxas de mortalidade neonatal precoce e tardia caíram 33% (para 7,36/1.000) e 21% (para 2,29/1.000), respectivamente, nos anos de 1997 e 2012. O Brasil festejou uma queda nas taxas de mortalidade neonatal, contudo a mortalidade materna aumentou nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste (RODRIGUES et al., 2016).

De acordo com dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) , durante o período de 2010 a 2015 12,14% dos óbitos maternos do Brasil ocorreram na região Norte do país, sendo que 5,56% destes aconteceram no estado do Pará. Assim, as mulheres, perante suas experiências negativas nos sistemas biomédicos, procuram recorrer aos sistemas tradicionais de saúde, nos quais benzedeiras e curandeiros ofertam um cuidado consoante os costumes locais.

As mulheres da Comunidade da Salvação buscam ora o sistema biomédico de saúde, ora o sistema tradicional, em um itinerário terapêutico que corresponda às suas necessidades de manter a saúde e a força de trabalho. Os sistemas biomédicos são constituídos por profissionais com formação segundo o modelo biomédico, cujo trabalho está ligado às instituições normalizadoras e disciplinadoras. Tais sistemas ofertam assistência descontextualizada das concepções do processo de adoecimento da coletividade, provocando, assim, desconfiança e dúvidas quanto aos métodos programados por estes sistemas para nomear, explicar, prevenir e curar doenças (FOUCAULT, 1980; LUZ, 2005).



Já os curandeiros e as benzedeadas fazem parte do sistema tradicional de saúde, o qual constitui o seu conhecimento sobre o binômio saúde-doença consoante as experiências vivenciadas e repassadas por seus ancestrais, uma vez que consideram os elementos da cosmologia local e o corpo social do indivíduo. As explicações etiológicas, nosológicas e terapêuticas das sociedades tradicionais referenciam as regras socioculturais próprias do contexto em que vivem (LUZ, 2005).

Na Comunidade da Salvação, a maioria das mulheres entrevistadas já recorreu a um curador ou a uma benzedeadas . Quando lhes aparece alguma doença, as mulheres primeiramente tentam resolver com a utilização de chás que elas mesmas preparam ou fazem uso de cascas de plantas adquiridas no município de Alenquer. As mulheres somente recorrem a hospitais e aos profissionais da biomedicina quando nenhuma das alternativas anteriores auxilia no combate às doenças, os remédios não resolvem os problemas de saúde ou os sintomas são muito graves. De outro modo, realizam consultas com as benzedeadas, pois buscam uma cura completa : além da cura das dores no corpo, vão em busca das dores na alma, um conforto às dores cujo percebimento somente elas têm, como mostra Trindade (2013):

As benzedeadas têm um papel social bem definido: o de trazer conforto, saúde e alívio aos males das pessoas que não encontraram ou não procuraram na medicina oficial a solução para seus problemas. Mesmo que o ofício da benzedeadas interfira no campo da saúde institucionalizada, numa relação nem sempre harmoniosa. Estabelece-se um paralelo entre o saber erudito investido da armadura do conhecimento científico, e o conhecimento popular visto como senso comum, marginal. (TRINDADE, 2013, p. 3).

Algumas doenças na Comunidade da Salvação são diagnosticadas pelo “curador” local como “feiticeira” ou “mau-olhado” . A feiticeira é feita por pessoas que acreditam ter poderes sobrenaturais. De acordo com as mulheres entrevistadas, esses feiticeiros realizam “trabalhos feitos”, deixando as pessoas doentes, e para tal fim utilizam materiais específicos, tais como velas, sangue de algum animal, perfumes e algumas plantas. “Não adianta procurar médico na cidade; pode fazer exame, mas não dá nada” (Maria Pereira de Souza, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 2016). De acordo com dona Maria, quando uma pessoa é enfeiticeada é de pouca serventia recorrer a exames médicos, pois as causas não serão reveladas por meio destes. Os sinais de uma pessoa enfeiticeada são, em geral, dores de cabeça, febre, vômito, manchas incomuns e fraqueza no corpo. A cura de uma pessoa enfeiticeada somente pode ser realizada por um curador. O “mau-olhado” é quando alguém “olha de mau jeito”, com inveja, desejando-lhe coisas ruins. E, assim, a pessoa sofre uma fraqueza no corpo e vontade de ficar apenas deitada. Na comunidade existe apenas um curador, Cildo, de 38 anos

de idade. Ele receita remédios caseiros e também faz “benzeção” para retirar “feitiços e maus-olhados” das mulheres e de seus familiares.

Na primeira metade do século XX, Charles Wagley percorreu a Amazônia e fez um estudo no Baixo Amazonas sobre o modo de vida das populações que aqui estavam. Quando tratou a questão da saúde, destacou a precariedade na qual esta se encontrava e mostrou a resistência que a população tinha em receber cuidados médicos para casos de doenças, pois a maioria preferia recorrer a benzedeiros e rezadeiras. No caso das mulheres da Comunidade da Salvação, não percebi resistência, pois algumas entrevistadas reconhecem que gostariam de ir mais vezes ao médico, porém o tratamento que elas recebem é insatisfatório, e acaba sendo-lhes preferível recorrer à medicina oficial apenas em último caso; ou seja, somente vão ao hospital quando o curador Cildo não as pode ajudar, como mostra o relato da pescadora Izoneide Cardoso:

Tive dois filhos que morreram no hospital, um de pneumonia e outro de hepatite; é muito difícil eu ir no hospital, só vou em último caso. Vou muito no seu Cildo, pois ele recebe muito bem a gente lá. (Izoneide Cardoso Pinto, pescadora de camarão, Entrevista, Pesquisa de campo, 38 anos, maio 2016).

A tradição indígena ainda é muito forte na sociedade e cultura dos povos da Amazônia. Na Comunidade da Salvação, a forma como cuidam da saúde faz-nos refletir sobre o que ainda resta de nossos antepassados indígenas, como o uso de plantas medicinais, a cura de males através de banhos e as orações realizadas pelo curador. Wagley (1988) mostrou que no extremo sul do Brasil as tradições europeias prevaleceram com exclusão quase total das tradições indígenas, americana e africana. Na Amazônia, as influências indígenas são facilmente perceptíveis na maneira de viver das pessoas.

Várias mulheres ainda não realizaram o exame preventivo uterino; algumas, por terem vergonha, pois não receberam informações suficientes a respeito da importância do exame; outras, por implicância do marido. Essa vergonha do próprio corpo é construída socialmente, impulsionada pelo marido e funciona como um meio simbólico para reafirmar a dominação do homem sobre a mulher, uma visão a partir da qual se constrói a divisão social do trabalho (BOURDIEU, 2015). Grande parte das entrevistadas não teve contato com um ginecologista.

Dejours (1998) mostra que a primeira vítima do sistema não é o aparelho psíquico, mas o próprio corpo, entregue às dificuldades inerentes à atividade laborativa; e, dessa forma, projeta-se um corpo sem defesa, explorado e fragilizado pela privação de seu protetor natural, que é o aparelho mental. O

sofrimento no trabalho pode ser entendido “como o espaço de luta que ocorre entre o campo situado do bem-estar, doença mental ou a loucura” (DEJOURS, 1993, p. 153). Os sofrimentos insuspeitos não se apresentam de maneira uníssona, no pensamento de Dejours (1993), pois estão associados a fatores históricos, laborativos e àqueles favoráveis ou não à vida do trabalhador, relacionados à própria vida humana e ao trabalho.

## CONCLUSÕES

Na Comunidade da Salvação, alguns costumes, como os cuidados com a saúde, ainda precisam ser esclarecidos quanto à sua importância para o bem-estar coletivo e individual. Um elemento novo introduzido em uma cultura não substitui imediatamente o antigo (como é o caso da utilização das plantas medicinais e da cura pela benzeção); novas ideias e métodos devem estar conectados com os antigos modos, porém a transformação nunca é completa até que os novos modelos sejam totalmente aceitos pela população (WAGLEY, 1988). Enfim, como podemos observar, o direito à saúde, através do sistema público é precário e desumano. Isso interfere diretamente nas condições de vida das mulheres comprometendo a permanência em seus locais de trabalho e a continuidade do modo de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. Recife: NUPPEA, 2010.

ARENDT, H. A condição humana. 12. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.

BARBIER, R. A pesquisa-ação. Brasília: Plano Editora, 2002.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. 70. ed. Lisboa, 1979.

BOURDIEU, P. A dominação masculina. Tradução Maria Helena Kuhner. 13.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

DEJOURS, C. Uma nova visão do sofrimento humano nas organizações. O indivíduo na organização: dimensões esquecidas. São Paulo: Atlas, 1993.

\_\_\_\_\_. A loucura do trabalho: estudo de Psicopatologia do Trabalho. São Paulo: Cortez, 1998.

FOUCAULT, M. O nascimento da clínica. Tradução Roberto Machado. 2.ed. bras. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1980. 241p.

LUZ, M. T. Novas práticas em saúde coletiva. In: MINAYO, M. C. S.; COIMBRA Jr., C. C. A. (Org.). Críticas e atuantes: ciências sociais e humanas em saúde na América Latina. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

LUNA, M. E. P. et al. Princípios do SUS sob a perspectiva de gênero: a integralidade na visão do controle social. In: COELHO, E.; CALVO, Maria; COELHO Clair (Org.). Saúde da Mulher. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006, p. 27.

RODRIGUES, N. C. P. et al. Evolução temporal e espacial das taxas de mortalidade materna e neonatal no Brasil, 1997-2012. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 92, n. 6, Porto Alegre, nov./dez. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021755716300390?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 set. 2017.

SAFFIOTI, H. Gênero, patriarcado, violência. 1.ed. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.

TRINDADE, D. do C. As benzedeadas de Parintins: práticas, rezas e simpatias. 1.ed. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2013. 196p.

WAGLEY, C. Uma comunidade amazônica: estudo do homem dos trópicos. Tradução Clotilde da Silva Costa. 3.ed. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

WILDE, G. Target risk (1994): Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions. Toronto: PDE Publications. Disponível

em: <<file:///C:/Users/Particular/Downloads/v004p00162b.pdf>>. Acesso em: 09/09/2017.

## NOTAS

### Notas 1

*O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) surgiu em 1991 com a criação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), pelo Decreto 100 de 16.04.1991, publicado no D.O.U. de 17.04.1991 e retificado conforme publicado no D.O.U. de 19.04.1991. Na época, a Fundação passou a exercer a função de controle e processamento das contas referentes à saúde, que antes eram da Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (DATAPREV). Foram então formalizadas a criação e as competências do DATASUS, que tem como responsabilidade prover os órgãos do SUS de sistemas de informação e suporte de informática necessários ao processo de planejamento, operação e controle. Fonte: <http://datasus.saude.gov.br/datasus>.*

### Notas 2

*As práticas de curas não oficiais, segundo levantamento feito por Araújo (2008), podem ser classificadas em: parteiras, erveiros e erveiras, curadores e benzedeiros, pegadores de ossos ou consertadores de “desmentiduras”, costurar rasgadura, sacacas. Esses profissionais atuam paralelamente ao sistema oficial de medicina institucionalizada, contribuindo para promoção da saúde e bem-estar dos que os procuram. Fazem suas curas através de um sincretismo religioso, com a utilização de rezas, magias e rituais específicos (TRINDADE, 2013).*

*A cura completa é quando a doença não se manifesta mais naquela pessoa.*

### Nota 3

*O Brasil, com sua herança cultural formada pela fusão das culturas da Europa, da África e do ameríndio, possui sua parcela bem característica de crenças populares e práticas da magia. A região amazônica, isolada por tanto tempo dos centros da técnica e da ciência, conservou muitas crenças dessas três tradições culturais: certas crenças medievais ibéricas permaneceram muito tempo após haverem desaparecido em Portugal, e numerosos conceitos e costumes de origem ameríndia são ainda hoje conservados na Amazônia rural. A despeito do pequeno número de africanos escravizados que vieram para a Amazônia, os costumes da África também influenciaram sobre crenças populares da região. Em muitos casos, pode-se facilmente atribuir uma série de crenças a uma dessas três culturas. Por exemplo, os conceitos e práticas peculiares ao feiticeiro ou charlatão, ou pajé, como é chamado na Amazônia, são de origem nitidamente ameríndia (WAGLEY, 1988, p. 218-219). Uma energia negativa lançada à pessoa (TRINDADE, 2013).*

*Ler sobre “benzeção” na obra *As benzedoras de Parintins: práticas, rezas e simpatias* (TRINDADE, 2013).*

# Capítulo 19

## IMPORTÂNCIA DA MOBILIZAÇÃO SOCIAL NA REALIZAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE MÂNCIO LIMA-AC

*Júlio Cesar Pinho Mattos (Engenheiro Sanitarista-Ambiental, Mestre em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais, Doutor em Biodiversidade e Biotecnologias da Amazônia)*

*Pablo Cavalcante da Rocha (Acadêmico em Engenharia Ambiental - UNIMETA)*

*Juliane Candido Dapont (Acadêmica em Engenharia Ambiental - UNIMETA)*

*Jorginey Araújo de Lima (Acadêmico em Engenharia Ambiental - UNIMETA)*

*Suzamar Moitozo Pinheiro (Acadêmica em Engenharia Ambiental - UNIMETA)*

**RESUMO:** O estado do Acre foi pioneiro na Amazônia Legal Brasileira, ao lançar o seu Plano Estadual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos - PEGIRS/Acre (ACRE, 2012). Esta unidade federativa, está localizada, na Amazônia Sul Ocidental Brasileira, o clima é do tipo equatorial, quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar segundo (MATTOS, 2017). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2018), o estado do Acre possui 22 municípios, com estimativa populacional de 869.265 habitantes, com uma taxa de urbanização de 72,61%, dentre estes municípios está Mâncio Lima, com uma população inferior a 2,15% da população total do estado, com uma área territorial de 4.672,32 Km<sup>2</sup>, sendo considerado o município mais ocidental do Brasil, abrigando o ponto extremo oeste do território brasileiro na nascente do rio Moa, situada na fronteira com o Peru.

O município concluiu o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) nos últimos 02 anos e encontra-se finalizando ainda em 2018, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), com novas estratégias de mobilizações e aplicação de formulários na plataforma digital envolvendo as populações das zonas rural e urbana. O presente trabalho tem como objetivo geral informar as ações e estratégias de mobilizações envolvendo a participação popular na construção do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Mâncio Lima - Ac, e de forma específica disponibilizar aos gestores e sociedade em geral, o acompanhamento das ações realizadas com a participação popular, durante as etapas de elaboração do PMGIRS e também identificar os problemas enfrentados pela população local quanto a gestão integrada e disposição final dos resíduos sólidos e apresentar possíveis soluções para esta temática. As metodologias utilizadas neste trabalho como estratégias para mobilização social envolvendo a população nas zonas urbana e rural seguiram padrões apresentados por Thiollent, (2007), foram realizadas oficinas nas escolas públicas, aplicação de questionários da plataforma google docs, imagens fotográficas cedidas pela Prefeitura de Mâncio Lima e entrevistas in loco nas zonas urbana e rural da cidade com apoio dos agentes comunitários de saúde (ACS's). As estratégias de trabalho na área rural do município foram discutidas com os membros dos Comitês de elaboração do PMGIRS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilização Social, Resíduos Sólidos, Gerenciamento.



## INTRODUÇÃO

A Constituição Federal determina que os serviços públicos locais, incluindo a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, são de competência do poder público municipal, porém as condições e circunstâncias para a execução desses serviços de forma sustentável exigem que as esferas de governo Estadual e Federal também estejam comprometidas com os municípios. Importantes instrumentos legais relacionados ao setor foram

recentemente aprovados e o resultado passa a ser um marco fundamental capaz de nortear as ações de cada nível de governo, além de promover a cooperação entre os entes federativos. Assim, tanto a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010) como a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB – Lei nº 11.445/2007) ocupam posições fundamentais na esfera ambiental. O estado do Acre foi pioneiro na Amazônia Legal Brasileira, ao lançar o seu Plano Estadual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos - PEGIRS/Acre (ACRE, 2012). Esta unidade federativa está localizada na Amazônia Sul Ocidental Brasileira, o clima é do tipo equatorial, quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar segundo (MATTOS 2017). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2018), o estado do Acre possui 22 municípios, com estimativa populacional de 869.265 habitantes, com uma taxa de urbanização de 72,61%, dentre estes municípios está Mâncio Lima, com uma população inferior a 2,15% da população total do estado, com uma área territorial de

4.672,32 Km<sup>2</sup>, sendo considerado o município mais ocidental do Brasil, abrigando o ponto extremo oeste do território brasileiro na nascente do rio Moa, situada na fronteira com o Peru. O município concluiu o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) nos últimos 02 anos e encontra-se finalizando ainda em 2018, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), com novas estratégias de mobilizações e aplicação de formulários na plataforma digital envolvendo as populações das zonas rural e urbana.

## OBJETIVO

O presente trabalho, tem como objetivo geral, informar as ações e estratégias de mobilizações envolvendo a participação popular na construção do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Mâncio Lima - AC e, de forma específica disponibilizar aos gestores

e sociedade em geral, o acompanhamento das ações realizadas com a participação popular, durante as etapas de elaboração do PMGIRS e também identificar os problemas enfrentados pela população local quanto a gestão integrada e disposição final dos resíduos sólidos e apresentar possíveis soluções para esta temática.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Á área de estudo, localiza-se na regional de resíduos Juruá, na Amazônia Sul Ocidental Brasileira (ACRE,

2012), assim como os outros municípios da regional, Mâncio Lima avançou significativamente no planejamento estratégico nos temas Limpeza Urbana e Manejos dos Resíduos Sólidos e Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos nos contextos das Leis Nº 11.4445/2007 e Nº 12.305/2010. As metodologias utilizadas neste trabalho como estratégias para mobilização social envolvendo a população nas zonas urbana e rural seguiram padrões apresentados por Thiollent, (2007), foram realizadas oficinas nas escolas públicas, aplicação de questionários da plataforma google docs, imagens fotográficas cedidas pela Prefeitura de Mâncio Lima e entrevistas in loco nas zonas urbana e rural da cidade com apoio dos agentes comunitários de saúde (ACS's). As estratégias de trabalho na área rural do município foram discutidas com os membros dos Comitês de elaboração do PMGIRS. As oficinas participativas e aplicações de formulários ocorreram no período de setembro a dezembro de 2017. No mês de dezembro de 2017, foram realizadas várias oficinas participativas nas escolas públicas do município na zona rural e comunidades ribeirinhas.

O público alvo foram alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, oficinas seguiram as metodologias de Thiollent (2007), formulando a problematização da gestão integrada de resíduos sólidos no município e extraíndo dos presentes os anseios e expectativas na temática, listando os problemas e possíveis soluções para os problemas enfrentados, através da participação popular, conforme quadro a seguir:

Quadro 1: Problemas e Soluções apresentadas.

Problemas	Soluções
Lixo a céu aberto	Descarte adequado de resíduos
Falta de Lixeiras nas escolas	Compra e fornecimento de caixas coletoras
Falta de informações a população	Programa de Educação Ambiental e Sanitarista
Falta de coleta de resíduos	Programa de coleta semanal
Falta de caminhões de coleta	Compra e Fornecimento de veículos para coleta
Lixão	Construção de aterro sanitário
Lixo nas margens do rio	Maior fiscalização

Fonte: PMGIRS Mâncio Lima, 2017.

- i. Escola Municipal de ensino fundamental Luiz Fontes, situada no projeto de assentamento São Domingos
- ii. Escola Indígena Jkubay rabug, situada na reserva indígena Puinaiva bairro do Ipiranga
- iii. Escola Municipal Gerzuilo Eudes de Oliveira, situada na comunidade Soco Rio Moa
- iv. Escola Municipal de ensino fundamental Pedro de Moraes situada na comunidade São Salvador Rio Moa
- v. Comunidade Pentecoste, situada na Br 307 Zona Rural
- vi. Comunidade Rural São Salvador, situada a margem direita do Rio Moa
- vii. Comunidade Belo Monte, Endereço Br 307 Estrada do Pentecostes, Zona Rural
- viii. Comunidade da Zona Rural Soco, situado a Margem esquerda do Rio Moa.

Na zona urbana do município foi utilizada a plataforma google docs para a aplicação de 420 formulários na temática de resíduos sólidos distribuídos nos bairros de Mâncio lima, conforme quadro demonstrativo abaixo.

Quadro 2 : Bairros entrevistados na zona urbana de Mâncio Lima-AC.

<b>Nome</b>	<b>Bairro</b>	<b>Quantidade</b>
Formulários	José Martins	50
Formulários	Bandeirantes	43
Formulários	São Vidal	32
Formulários	Centro	30
Formulários	São Francisco	103
Formulários	Iracema	80
Formulários	Cobal	30
Formulários	Guarani	52
<b>Total Geral</b>	-	<b>420</b>

Fonte: PMGIRS Mâncio Lima, 2018.

Figura 1: Aplicação de formulários sobre a temática resíduos Sólidos



Fonte: PMGIRS Mâncio Lima, 2018.

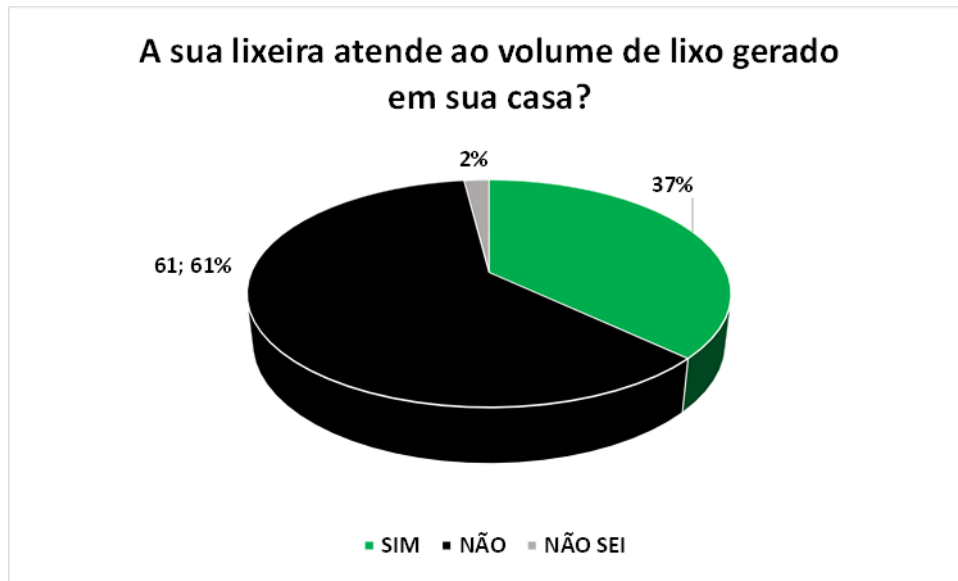
## RESULTADOS OBTIDOS

A gestão dos resíduos sólidos no município de Mâncio Lima é realizada diretamente pelo titular do serviço, através da Secretaria Municipal de Obras. A secretaria atua na capina, poda, varrição de ruas, remoção de entulhos nos pontos críticos, coleta de resíduos sólidos de origem doméstica, comercial e hospitalar nas áreas centrais e disposição final.

Com a realização das reuniões setoriais e oficinas participativas, entre os meses de setembro e dezembro de 2017, envolvendo as escolas públicas na área urbana e na área rural, foi possível constatar que na grande maioria das localidades urbanas e rurais, os resíduos sólidos urbanos não são recolhidos pela Secretaria Municipal de Obras, órgão responsável pela coleta de resíduos da cidade. De acordo com os entrevistados nas escolas da área urbana, existem algumas ruas localizadas nos bairros São Francisco, Iracema, Guarani, Centro e Cobal, que em alguns períodos as lixeiras transbordam e alguns moradores lançam os resíduos urbanos na calçada ao lado das lixeiras abarrotadas, gerando grandes problemas aos moradores.

Com base nas informações apresentadas pelos entrevistados alegando o transbordamento de suas lixeiras, foi realizada uma pesquisa com a população local para saber se suas lixeiras comportavam suas gerações diárias de resíduos sólidos, conforme gráfico a seguir:

Figura 2: Entrevistas realizadas na área urbana de Mâncio Lima\_AC



Fonte: PMGIRS Mâncio Lima, 2017.

Como resultado da pesquisa, 37% dos entrevistados estão satisfeitos com a capacidade de armazenamento de suas lixeiras alternativas, enquanto 61% dos entrevistados responderam que suas lixeiras não são suficientes para armazenar seus resíduos gerados diariamente, tendo que depositá-los na calçada, conforme figura a seguir:

Figura 3: Lixeira alternativa em Mâncio Lima



Fonte: PMGIRS Mâncio Lima, 2017.

As reuniões setoriais realizadas nas escolas da zona urbana e zona rural apontaram o desejo popular por uma cidade mais limpa, indicando a urgente necessidade de melhorias na frequência da coleta de resíduos sólidos por parte da prefeitura municipal na área urbana. Também foi sugerida pelos

estudantes e moradores da área rural a necessidade de implantação de cestos coletores nas escolas e associações comunitárias.

Os serviços de coleta ainda não ocorrem com a regularidade desejada pela população, apesar de universalizado na área urbana do município. A maioria dos participantes das reuniões de mobilizações no setor da educação e saúde apontaram deficiências na frequência de coleta dos resíduos sólidos e informações de horários e dias por parte da prefeitura municipal.

O setor rural, atualmente não é atendido, a população da comunidade Profeta, durante entrevistas, apontou o desejo de atendimento por esses serviços de coleta dos resíduos sólidos urbanos em virtude de sua localização nas proximidades da sede municipal, sendo esta distância precisamente de 04 (quatro) quilômetros.

Também não existem campanhas de educação sanitária e ambiental nas escolas, agremiações, cartazes e panfletos para a temática limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos em Mâncio Lima-AC. A maioria dos participantes das reuniões de mobilizações no setor da educação e saúde apontaram deficiências na frequência de coleta dos resíduos sólidos e informações de horários e dias por parte da prefeitura municipal.

Nos bairros São Francisco e Iracema verificaram-se acondicionamentos em sacos plásticos pendurados nas grades de lixeiras ou no chão, possibilitando a presença de animais nas ruas, como cachorros, que rasgam os sacos à procura de alimentos e conseqüentemente espalham os resíduos na calçada. Deste modo, são causadas situações degradantes para a população como mau cheiro, poluição visual, entre outros.

A região Central de acordo com os participantes nas reuniões de mobilizações na área urbana (agentes comunitários de saúde, educação, estudantes, lideranças comunitárias) ainda carecem de lixeiras e pontos de entregas voluntárias.

Segundo informações levantadas nas reuniões de mobilização, as atividades de limpeza pública nos últimos três anos não evoluíram, com as equipes de serviços fazendo parte da secretaria de Obras do município, atendendo ainda outras temáticas do saneamento básico, assim, os desafios tornam-se muito elevados comprometendo o bem estar social.

## ANÁLISES DOS RESULTADOS

A Secretaria Municipal de Obras Públicas de Mâncio Lima atende inúmeras demandas relacionadas ao saneamento básico, e seu organograma não possui setores distintos que possam dar mais agilidade a gestão. A prefeitura ainda não investiu em um programa informatizado (software, balança automatizada, geoprocessamento e outros) para a gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Deficiências na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, devido ao sistema operar de modo deficitário por falta de recursos e com estruturas subdimensionadas, e em alguns casos, equipamentos inadequados e muitas vezes obsoletos.

## CONCLUSÕES OU RECOMENDAÇÕES

O cumprimento das Leis Federais Nº 11.445/2007 e Nº 12.305/2010 para elaboração dos planos municipais de saneamento básico e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos ainda não foi universalizado nos municípios acreanos.

São recomendações:

- Criação de um setor ou departamento exclusivo para atender às demandas da temática resíduos sólidos e manejo dos resíduos sólidos na ótica das Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 12.305/10.
- Criação de um Programa de Capacitação para os servidores da Secretaria Municipal de Obras no tema saneamento básico (resíduos sólidos).
- Elaboração de campanha de educação sanitária e ambiental na temática de resíduos sólidos e saneamento básico.



- Disponibilização e fiscalização de caixas coletoras e cestos condicionadores de resíduos urbanos para a população. Fiscalização das propostas elaboradas no Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.
- Participação dos cidadãos na coleta, garantida por meio de campanhas de informação e sensibilização (maciça, frequente, consistente e com objetivos direcionados) e intervenções para controle e supervisão direta de educadores ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE (2010) Plano estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 166 p.

BRASIL (2007) Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL (2010) Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

IBGE (2018), Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>mâncio lima. Acesso:30 de outubro de 2018.

MATTOS, J. C. P. ; ROCHA, P. C. ; PEREIRA, R. J. S. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PROVOCADA POR LIXÕES NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL BRASILEIRA. In: 29º CONGRESSO ABES/FENASAN, 2017, SÃO PAULO. 29º CONGRESSO ABES/FENASAN. rio de janeiro: ABES, 2017. v. 1.

THIOLLENT, M. J. M., SILVA, G. O. Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. RECIIS – R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde, v.1, n.1, p.93-100, jan.-jun.,2007.

# Capítulo 20

## AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL EM 11 MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS

*BRITO, Alderlene (Doutoranda em Clima e Ambiente, INP)*

*alderlenebrito@gmail.com.*

*MONTEIRO, Bruno (Mestre em Engenharia Elétrica, CENSIPAM)*

*Bruno.Monteiro@sipam.gov.br.*

*SCHMITT, Jair (Doutor em Desenvolvimento Sustentável, IBAMA)*

*Jair.schmitt@ibama.gov.br.*

**RESUMO:** Os indicadores nos fornecem subsídios para avaliação de diversos aspectos no qual se queira pesquisar. Partindo deste princípio é que esta pesquisa foi proposta, cujo objetivo foi avaliar a gestão ambiental municipal no estado do Amazonas por meio de indicadores, que tiveram por base o modelo PER (Pressão - Estado - Resposta), inicialmente proposto pelo governo canadense. Com base nas respostas que os municípios enviaram a cerca dos questionamentos propostos em formulário, foi possível a formulação de um índice de gestão ambiental municipal (IGAM). Para que fosse calculado este índice foram atribuídos valores de 1 para respostas afirmativas e 0 para respostas negativas. A partir destes índices foi possível calcular um novo índice geral, que é a média dos índices calculados, sendo possível hierarquizar os municípios conforme sua pontuação, uma vez que na escala que varia de 0 (zero) a 1 (um), o valor de 0,3, seria uma gestão ambiental ideal. ambientais locais.

Com base nos resultados obtidos, observou-se que apenas quatro municípios, dos onze que responderam ao questionário estariam em um padrão aceitável de gestão ambiental, o que demonstra um despreparo técnico-administrativo, para que haja uma gestão ambiental adequada, pois estes encontram-se desprovidos de recursos técnicos e materiais para lidar com as questões ambientais locais.

**Palavras Chave:** Avaliação da gestão ambiental, indicadores, modelo PER

## INTRODUÇÃO

O homem sempre afetou o ambiente em que vive desde os tempos mais remotos, mas à medida em que desenvolveu condições para viver melhor, alterou de forma predatória o ambiente em que estava. Essa atuação degradante do homem foi acentuada com o advento da industrialização, em que era necessário produzir sem importar-se com o tipo de mão-de-obra ou para onde iriam os poluentes gerados pelas indústrias. Porém com a entrada dos combustíveis fósseis e seus derivados aliados a indústrias químicas, a situação ambiental passou a agravar-se ainda mais, pois o importante era o lucro e não havia um pensamento no cuidado com o meio ambiente.

Neste panorama de incertezas quanto à questão ambiental, que era tratada apenas como algo não tão importante, mas que demonstrou sua relevância, é que surge a gestão ambiental (BELLEN, 2007), que é indissociável do poder público, pois é por meio dela que se pode planejar, propor e controlar métodos que permitam uso, proteção, conservação e sustentabilidade dos recursos ambientais, de forma a garantir a continuidade destes recursos em gerações presentes e futuras (TOLEDO, 2005 apud LANNA, 1995), e que tem seu surgimento por meio das transformações ocorridas em determinado local, em um processo contínuo de adequação as necessidades dos indivíduos nas mais variadas escalas (SISNAMA, 2007).

A gestão ambiental municipal está relacionada à realidade local, onde o município administraria conforme suas necessidades, seguindo os parâmetros da União, pois esta tem uma visão geral do ambiente no país, do Estado, que por sua vez tem uma visão mais regional e a sua própria em um nível mais local (SAYAGO, 2003). Esta gestão ambiental municipal no Brasil tem avançado, porém ainda existem muitas dificuldades por parte dos municípios, principalmente nas questões administrativas, quanto a suas reais responsabilidades para com o meio ambiente, em muitos casos os próprios municípios desconhecem os problemas ambientais que o cercam justamente por um despreparo quanto à gestão ambiental. Para que o município exerça a gestão ambiental de forma local é necessário que os gestores capacitem-se, preparem-se, planejem-se, e enfrentem os conflitos que a questão ambiental traz, uma vez que, há a necessidade de apropriação de mecanismos que orientem em uma análise da realidade, proporcionando uma mudança na forma de administrar as questões ambientais que envolvem o local (PHILIPPI, 1999 e 2004).

No Brasil a questão da descentralização é marcada pela desarticulação governamental, pois à medida que os demais entes federados se vêem responsáveis pelas suas questões é notada a precariedade

técnica, administrativa e financeira destes, que por sua vez estão tão incapazes de gestar com coerência a sua realidade (JATOBÁ, 2000).

Um meio eficiente de avaliação de gestão é a utilização de indicadores. Os indicadores possuem funções diferenciadas e importantíssimas, dentre as quais está à avaliação de condições e tendências que é dada pela verificação de como está este ambiente ou como estão sendo trabalhadas as questões referentes ao que se quer avaliar através dos indicadores em dado espaço-tempo (SHIMITT et al. 2008). Existe ainda a possibilidade de comparação entre lugares e situações, uma vez que um conjunto de indicadores foi utilizado em diversas localidades para avaliá-las.

A partir deste contexto é que esta pesquisa surge, para avaliar a gestão ambiental municipal no estado do Amazonas em um comparativo entre os anos de 2002 a 2009.

## DESENVOLVIMENTO

### METODOLOGIA

O universo da pesquisa corresponde aos municípios que enviaram a resposta do questionário empregado até a data estipulada, nota-se que nesse ínterim muitos acontecimentos, como a troca de prefeitos, a enchente que acarretou a falta de contato com alguns municípios e até inundação de suas sedes, inviabilizaram o preenchimento dos questionários por várias prefeituras.

Para comparação com os dados atuais, foram utilizados dados do IBGE (2002), na pesquisa feita por este órgão, que tem por título: Perfil dos municípios Brasileiros - Meio Ambiente 2002 (PNUMA 2002).

Os indicadores foram escolhidos com base nos indicadores utilizados pelo IBGE, sempre observando sua aplicabilidade quanto à gestão ambiental. Observa-se ainda que nesta pesquisa foi escolhido o modelo de indicadores PER (Pressão – Estado – Resposta), dentre os quais escolhemos o conjunto Resposta, por achar que refletiria melhor a avaliação da gestão ambiental municipal.

Para definição de um índice de gestão ambiental municipal (IGAM), foi atribuído o valor 1 (um) para respostas afirmativas e 0 (zero) para respostas negativas. Este IGAM foi calculado a partir da média dos valores de todos os indicadores.

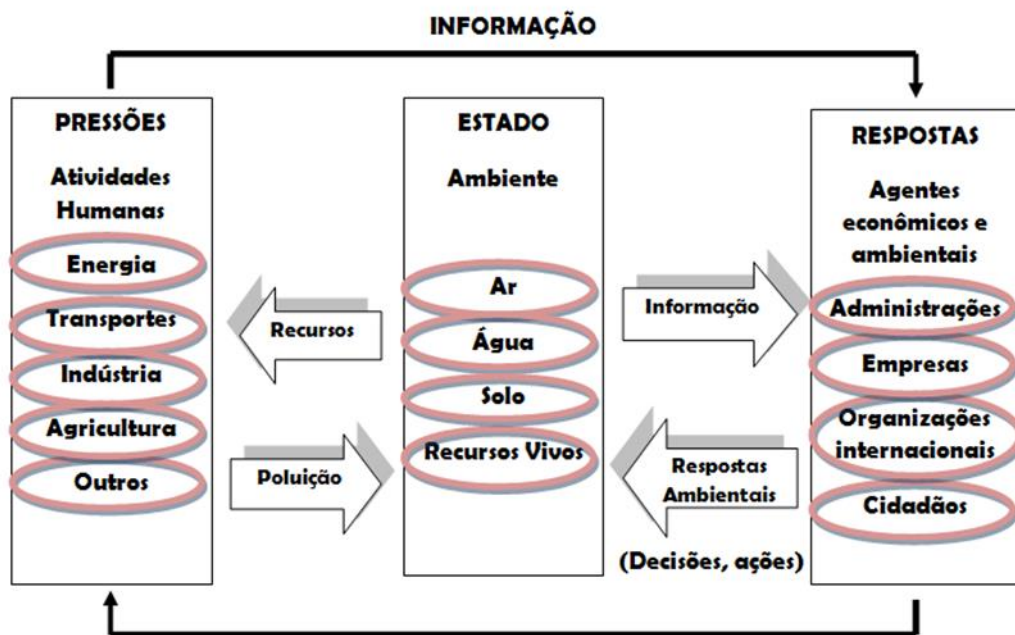


Figura 1: Esquema organizacional do modelo PER

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total enviado houveram 11 questionários preenchidos correspondendo a 22% dos municípios informados sobre a pesquisa. Os municípios que responderam ao questionário passo a passo foram Barcelos, Barreirinha, Carauari, Coari, Novo Aripuanã, Nova Olinda do Norte, Presidente Figueiredo, São Gabriel da Cachoeira, São Paulo de Olivença, Santo Antônio do Içá e Urucará.

Quando perguntados se teriam secretaria de meio ambiente, para 2009 oito responderam que possuíam, enquanto que em 2002, nove responderam afirmativamente. Quando questionados se a secretaria trataria apenas de questões relacionadas ao meio ambiente apenas uma (2009) disse tratar somente destas questões, enquanto que para 2002, cinco responderam afirmativamente, notado-se que em nossas secretarias de meio ambiente ainda se trata das questões ambientais difundidas a outros assuntos, não havendo um enfoque nesta questão em especial.

O Conselho Municipal de Meio Ambiente é responsável em possibilitar discussões tanto entre os órgãos públicos quanto nos privados e sociedade civil acerca dos mais variados temas, sendo importantíssimo para o pleno exercício da democracia. A pesquisa demonstrou que 8 municípios possuíam conselho em 2009, mas 6 se reúnem periodicamente.

Os convênios são uma forma eficaz de buscar incentivos e proporcionar um maior cuidado quanto às questões ambientais. Em nossa pesquisa seis responderam que fizeram convênios nos últimos 12 meses (2009) em contrapartida, para 2002, foram sete. com um decréscimo nas parcerias que estes municípios responderam ter feito até a data da aplicação do questionário.

A agenda 21, que surgiu na ECO 92 ( Conferência Mundial de Meio Ambiente), tinha por objetivo promover o desenvolvimento sustentável e é considerado um dos principais instrumentos de gestão ambiental, um município possuía agenda 21 formalizada em 2009. A mesma porcentagem corresponde a 2002, embora o município que a possuía a agenda formalizada fosse diferente do de 2002.

Quando indagados se a agenda 21 local aborda temas ambientais, sociais e econômicos, a resposta foi dois, três e quatro, respectivamente, contra dois, três e zero, dos dados obtidos em 2002. Evidenciando-se que apesar de terem se passado 17 anos de elaboração do plano da agenda 21 e do compromisso do país nesta conferencia, os municípios ainda necessitam de esclarecimento e regulamentação de agenda 21 local. Além de demonstrar incoerência quanto as respostas no questionário.

A respeito dos recursos financeiros recebidos, apenas cinco responderam ter recebido recursos para o meio ambiente, uma vez que estes recursos são importantíssimos para a manutenção das diversas atribuições da secretaria de meio ambiente.

Quando indagados sobre a existência de legislação específica para a questão ambiental sete responderam que possuíam, enquanto oito possuíam em 2002, havendo um decréscimo em legislação ambiental municipal de 2002 a 2009. Quanto aos instrumentos de gestão ambiental, programas e ações, as maiores porcentagens referentes ao controle da poluição estavam no que diz respeito à fiscalização/ combate de despejo de resíduos domésticos (sete), fiscaliza/controla atividades extrativas (quatro), a implantação de aterros sanitários (quatro), ao programa de coleta seletiva do lixo (dois) e a reciclagem do lixo (dois). Sendo os dados de 2002, respectivamente três, sete, dois, um e zero.

Nas ações referentes gestão de recursos hídricos, quatro fizeram melhorias e ampliação na rede de esgoto, sete fizeram ampliação ou melhoria do sistema de abastecimento de água e nenhum fez despoluição dos recursos hídricos. Este fator é preocupante, pois estamos cercados pela maior bacia hidrográfica do mundo e há a necessidade de se possuir uma gestão ambiental adequada a realidade amazônica e o que se observa é que, infelizmente, há um despreparo para se lidar com estas questões.



Referentes aos recursos florestais, somente quatro fazem, atualmente, a fiscalização em áreas protegidas e combate às atividades ilegais, enquanto em 2002 sete disseram fazer este tipo de fiscalização. Quanto à recomposição de vegetação nativa, um disse recompor a vegetação nativa, já os dados de 2002 nos mostram que três recompunham esta vegetação nativa.

Quanto a Gestão do recurso solo, a porcentagem mais elevada se refere à introdução de práticas de desenvolvimento sustentáveis, com cinco em 2009 e em 2002 era um município. Os demais dados demonstram ainda uma despreocupação quanto a gestão do solo, mas tem avançado se comparado a 2002.

Nas ações referentes à gestão de recursos pesqueiros oito disseram fazer fiscalização e/ou controle de pesca predatória, havendo uma igualdade nos dados atuais e nos de 2002, muito embora mais recentemente se tenha feito mais programas estaduais a respeito da pesca predatória.

Quanto às outras ações de caráter ambiental destaca-se o programa de educação ambiental (sete) aplicação de multas (quatro) controle de vetores de doenças (quatro) controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana (quatro) incentivo ao turismo ecológico (quatro) Apenas um município possuía aterro sanitário, mas 4 disseram ter implantado aterro sanitário em 2009. Alguns, talvez, tenham considerado o que ainda irão fazer em seu mandato. Quatro responderam possuir unidade de conservação, enquanto em 2002, oito disseram possuir unidades

### ÍNDICE DE GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL – IGAM

A figura 1 representa o IGAM obtido pelos municípios pesquisados. Os resultados demonstraram que ainda é necessário muito para que estes municípios tenham uma gestão ambiental adequada.

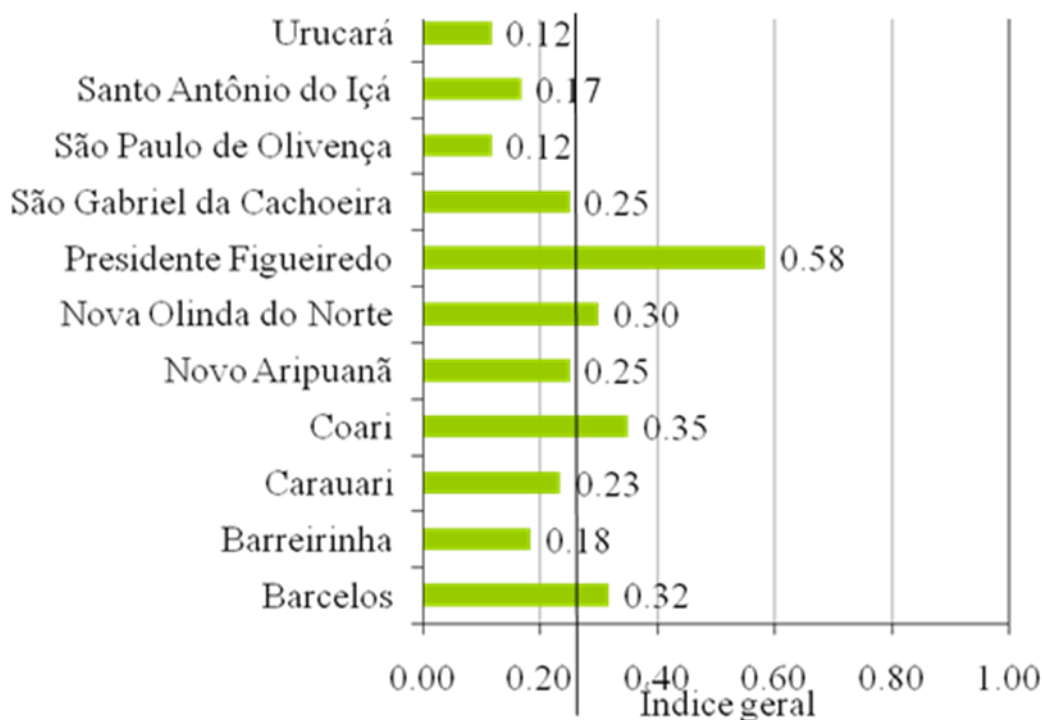


Figura 2 Índice de gestão ambiental municipal dos municípios pesquisados.

O cálculo do IGAM geral (0,26) foi feito pela média do IGAM dos municípios pesquisados. Os índices dos municípios foram: Barcelos (0,32), Barreirinha (0,18), Carauari (0,23), Coari (0,35), Novo Aripuanã (0,25), Nova Olinda do Norte (0,30), Presidente Figueiredo (0,58), São Gabriel da Cachoeira (0,25), São Paulo de Olivença (0,12), Santo Antônio do Içá (0,17) e Urucará (0,12), sendo índice 0,26 pontos, para 2009.

Os municípios estão hierarquizados da seguinte maneira: Presidente Figueiredo (0,58); Coari (0,35); Barcelos (0,32); Nova Olinda do Norte (0,30); Novo Aripuanã (0,25); São Gabriel da Cachoeira (0,25), Carauari (0,23); Barreirinha (0,18); Santo Antônio do Içá (0,17); São Paulo de Olivença (0,12); Urucará (0,12). Para hierarquizar estes municípios foi utilizado o critério de índices. Apenas 4 municípios ultrapassaram os 0,3 pontos, que corresponderia a 30% de uma gestão ambiental ideal e aceitável.

## CONCLUSÕES

A gestão ambiental é baixa na maioria dos municípios pesquisados, demonstrando que carecem de estrutura técnico – administrativa para exercer uma gestão ambiental municipal coerente, observando-se que alguns mostram-se desconhecedores de sua realidade e não preparados a administrar suas questões, sendo instituído um verdadeiro caos administrativo quanto estas questões.

Por outro lado existem efeitos positivos como uma maior autonomia por parte dos municípios, mas essa autonomia também pode gerar efeitos negativos justamente pelo despreparo quanto a estas questões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLEN, Hans Michael van Bellen. Indicadores de sustentabilidade: Uma análise comparativa. Rio de Janeiro:Ed. FGV, 2007.

FONSECA, Berta. Competência do município na gestão ambiental. Brasília, 2006.

IBGE(2002). Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente (2002). Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meio\\_ambiente\\_2002/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meio_ambiente_2002/default.shtm). Acesso em 3/7/2009.

JATOBÁ, Sérgio. Gestão ambiental urbana: da reflexão global à ação local. Brasília, 2000.

PHILIPPI, Arlindo Jr. Municípios e meio ambiente: Perspectivas para a Municipalização da Gestão ambiental no Brasil. ANAMMA, 1999.

PHILIPPI, Arlindo Jr; Roméro, Marcelo de Andrade; Bruna, Gilda Collet. Curso de Gestão Ambiental. Ed. Manole Ltda, São Paulo, 2004.

PNUMA. Metodologia para elaboração de relatório: GEO cidades.2004

SAYAGO, Doris; TOURRAND, Jean-François; BURSZTYN, Marcel. Amazônia cenários e cenários. Ed. UNB. Brasília, 2003.

SCHMITT, Jair; COSTA, Danielle Pereira da; SCHOR, Tatiana. Indicadores de gestão ambiental nos municípios da calha do Rio Solimões-amazônias. PLURIS, 2008.

SISNAMA. Gestão Ambiental: Capacitação de gestores ambientais, São Paulo, 2007.

TOLEDO, S. R. Indicadores de capacidade de gestão ambiental urbana dos governos locais nas cidades médias do estado de São Paulo. 2005.

# Capítulo 21

## REAPROVEITAMENTO DE CORPOS DE PROVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Souza, Kátia Maria de. Souza*

*Engenheira Civil, Mestre em Processos Sustentáveis; Técnica em Saneamento pelo IFG -Goiás.*

*Scalize, Paulo Sergio.*

**RESUMO:** Reconhecendo a necessidade preponderante de reduzir, em construções na área de Engenharia Civil, a exploração dos AU (agregados usuais - areia e brita) e geração de resíduos sólidos, objetiva-se, com este estudo, avaliar o comportamento de concretos produzidos a partir da fragmentação de corpos de prova, o que resulta em agregados miúdos e graúdos (AR – agregados artificiais). Assim, os resíduos (corpos de prova) foram coletados, separados e triturados. O traço foi definido com base nos ensaios físicos relativos à massa específica, absorção de água e teor de sólidos voláteis, a fim de gerar, com melhor precisão, o quantitativo de cada elemento componente deste traço. O confronto dos resultados apontou que é viável a utilização dos corpos de prova, desde que se aproxime a granulometria do AR com os AU. O concreto produzido mostrou desempenho satisfatório, portanto viável na fabricação de artefatos de concreto sem fins estruturais e calçadas. A utilização deste material implicará grande economia ambiental e promoverá o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Agregado Graúdo. Agregado Miúdo. Impacto Ambiental. Corpo de Prova.

## INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

Os resíduos sólidos gerados pela construção civil podem ser detritos, provenientes do desperdício de reformas, de construções ou de demolições, e entre eles está o concreto. O Concreto de Cimento Portland, conforme Norma Brasileira (NBR) 12.655, aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), é um material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo, graúdo e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, pigmentos, metacaulim, sílica ativa e outros materiais pozzolânicos), que desenvolvem suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água), na qual sozinho resiste bem à compressão. Porém, mostra-se pouco resistente à tração. Para atender a todas as exigências previstas em normas, o concreto passa por rigorosas análises realizadas em laboratórios de ensaio que ponderam e atestam a qualidade dos materiais, e produtos utilizados na construção civil, com a finalidade de dar segurança ao processo construtivo. Em geral, são moldados quatro (4) corpos de prova (CPs) por carga de concreto para os ensaios que serão realizados após 7, 14, 21 e 28 dias, períodos correspondentes às diversas etapas da cura. A Empresa Carlos Campos Consultoria e Construções Limitada faz doações de CPs descartados para a execução de muros ou em obras de paisagismo de espaços públicos. Mesmo com essas ações, grande volume fica acomodado no pátio da empresa.

De acordo com a Resolução n.º 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama (Brasil, 2012), o sistema de gerenciamento de resíduos visa a não geração de resíduos; no entanto, quando isso não é observado o gerador tem que reduzir, reutilizar, reciclar e, quando necessário, precisa dar um fim adequado ao resíduo por ele produzido. O descarte dos resíduos da construção é de responsabilidade do gerador, o que representa aproximadamente 50% da massa sólida de material urbano (KARPINSK, 2009). Além disso, a má gestão pode gerar impactos negativos em questões sociais, econômicas e ambientais, o que poderá resultar no assoreamento de rios, na interrupção de vias e até mesmo na proliferação de doenças. Desta feita, prejudicará a qualidade de vida da população. Esses impactos são gerados pela quantidade expressiva e, assim, haverá a necessidade de soluções rápidas e eficazes.

Partindo desse ponto, faz-se necessário encontrar soluções para a destinação dos corpos de prova; aliás, inclusive é possível afirmar que há possibilidade de reutilizar este material após trituração, levando-o à granulometria compatível para sua utilização como agregados, o que possibilitará que sejam novamente utilizados como matéria prima para um novo concreto.

Em Goiânia, algumas empresas do ramo da construção descartam, juntas, em média 1.150 corpos de provas ao dia. Portanto, o reaproveitamento desse material reduzirá seu lançamento no aterro sanitário local.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo, resultante neste trabalho, consistiu em proceder a estudos acerca da reutilização dos corpos de prova, após trituração, como agregados na produção de novas matérias da construção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos de provas (CPs), após utilizados nos ensaios, foram encaminhados para a empresa RNV Resíduos para que os mesmos obtivessem uma destinação correta, haja vista a empresa ser licenciada para receber, tratar e reciclar resíduos da construção civil, bem como os advindos da demolição. Para tanto, foi coletada uma quantidade de 15 amostras, de forma aleatória, cujos materiais foram separados e triturados, sendo submetidos a ensaio de granulometria, conforme a NBR 7217 (ABNT, 1987).

Posteriormente, foram realizados os seguintes ensaios para determinação da massa específica do agregado miúdo para estabelecer a massa específica aparente, por meio do frasco de Chapman, conforme NBR 9776 (ABNT, 1987), da massa específica do agregado graúdo, de acordo com a NBR NM 52 (ABNT, 2002), da massa unitária, definido pela NBR 7251 (ABNT, 1982), e o de umidade.

Foram preparados dez (10) corpos de prova, cilíndricos, a partir da utilização de diferentes traços variando a quantidade de agregado miúdo e graúdo, assim como do cimento, valendo-se, para isso, do material reciclado, a partir dos corpos de prova triturados, além do material natural (referência). A escolha do traço referência foi baseada na possibilidade de substituição dos agregados usuais pelos agregados reciclados; alicerçados neste pressuposto, escolheu-se um traço médio. Os corpos de provas, assim, foram submetidos a ensaios de compressão, em intervalos de tempo conforme recomenda a norma, sendo: 1, 3, 7, 14, 21 e 28 dias, não sendo necessário chegar até os 56.

Nesse sentido, realizou-se a devida checagem por intermédio do método slump test, que tem a finalidade de determinar a consistência do concreto.

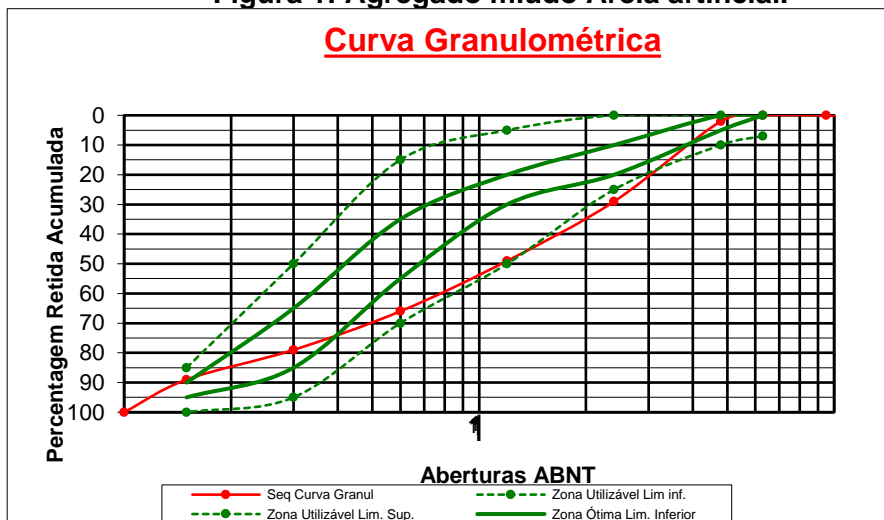
## RESULTADOS/DISCUSSÃO

Após analisar a granulometria das areias artificiais, verificou-se que os valores retidos em cada peneira eram bem próximos ao material natural. Tanto nos ensaios com areia natural quanto com areia

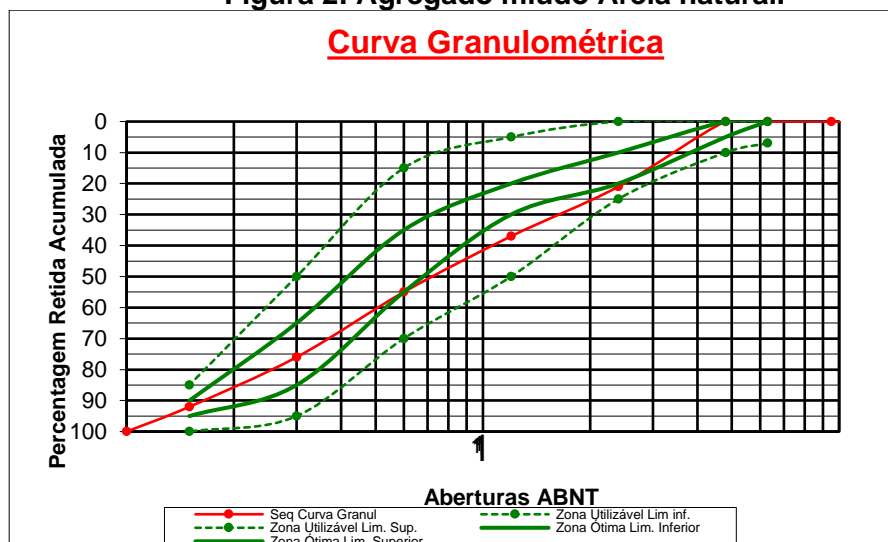
artificial, obteve-se uma pequena parcela da curva granulométrica saindo fora da zona ótima de utilização. Com a areia artificial houve uma mínima saída da zona de aceitação da Norma, porém esta parcela não afeta o desempenho do agregado na mistura do concreto.

No tocante ao módulo de finura no Agregado miúdo artificial verificou-se que são 0,29 maiores do que o agregado miúdo usual; salienta-se, assim, que esta característica é de suma importância, pois através dela se indentifica as dimensões dos grãos.

**Figura 1: Agregado miúdo Areia artificial.**



**Figura 2: Agregado miúdo Areia natural.**



Para os ensaios de granulometria, foram obtidos valores iguais para a dimensão máxima característica do agregado miúdo nos dois tipos de materiais. Com relação à massa específica (a razão entre a massa e o volume da amostra ensaiada), o valor de 0,29 g/cm<sup>3</sup> a mais na areia artificial usual do que na encontrada pela areia artificial.



Nos cálculos de massa unitária, obteve-se para o agregado usual  $1,70 \text{ g/cm}^3$  e, para o agregado reciclado,  $1,36 \text{ g/cm}^3$ .

Nas amostras para a determinação da quantidade de material pulverulento verificou-se que há uma pequena diferença de 0,6% a mais no agregado usual. Logo, seria possível a substituição da Areia usual pela Areia Artificial sem que houvesse grandes alterações nas propriedades do agregado miúdo.

Dando prosseguimento, nos ensaios com os agregados graúdos Brita reciclada e Brita usual 1, foram detectadas grandes diferenças na quantidade de material retido nas peneiras de malha maior, merecendo maior enfoque a peneira de malha 12,5 mm. Tais diferenças são bem consideráveis, uma vez que posteriormente poderiam acarretar mudanças nas características físicas do concreto. Já ao se comparar o módulo de finura, constata-se que a diferença foi de apenas 0,42, resultando como maior o módulo do agregado usual.

Figura 3: Agregado graúdo Areia artificial.

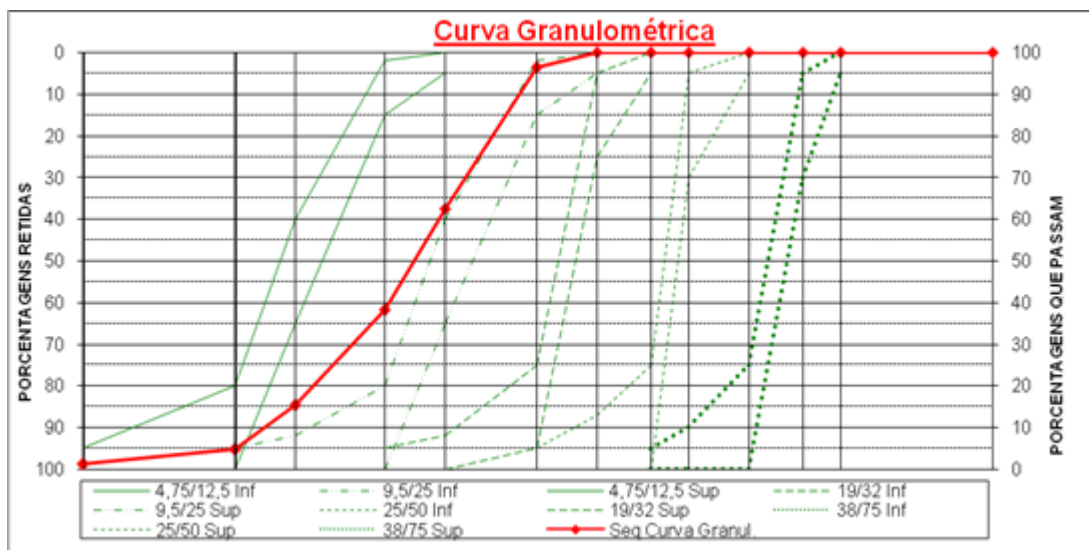
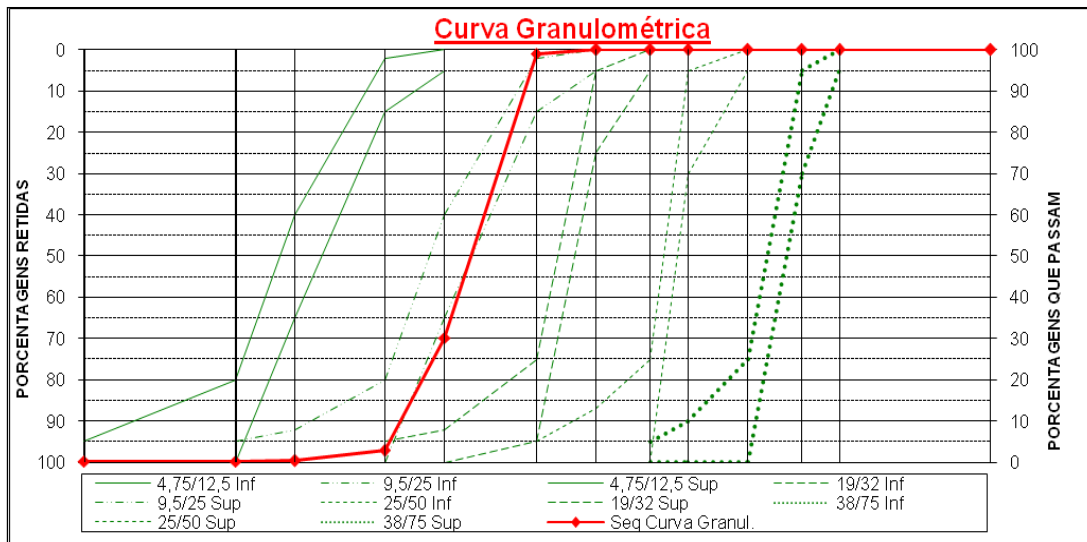


Figura 4: Agregado graúdo Areia natural.



Ao se tratar das características de dimensões máximas, os agregados

graúdos foram comparados e observou-se que ambas as partículas possuem 19 mm.

No ensaio realizado com massa específica, foi encontrado  $0,3 \text{ g/cm}^3$  de brita 1 usual a mais que na brita 1 reciclada. No ensaio de massa unitária, por sua vez, constatou-se que não houve diferença considerável; foram apenas  $0,19 \text{ g/cm}^3$  a mais para o agregado usual em relação ao agregado reciclado.

Para a determinação do teor de material pulverulento, faz-se necessária uma maior atenção, sobretudo pelo fato de o agregado usual apresentar como resultado um índice de 0,49%, ao passo que o agregado reciclado repercutiu em 2,15%.

O traço médio escolhido como referência utiliza cimento, britas, areias, água e aditivo; ele foi calculado a partir do método de ABRAMS. Nesse sentido, efetuou-se o traço referência para acompanhamento e comparação dos resultados dos ensaios de resistência à compressão. Para a obtenção de resultados satisfatórios, foram utilizados: 7 Kg de cimento CP II F-32; 10,75 Kg de areia natural Tijolão; 10,75 Kg de areia artificial Intercement; 7,45 Kg de brita 0 Ciplan; 17,40 Kg de brita 1 Ciplan; 5 Kg de água; 52,50 ml de aditivo polifuncional Mira set 33.

A partir dos agregados, executou-se um novo traço: 7 Kg de cimento CP II F-32; 10,75 Kg de areia natural Tijolão; 10,75 Kg de areia artificial Reciclada; 24,85 Kg de brita 1 Reciclada; 5 Kg de água; 52,50 ml de aditivo polifuncional Mira set 33.

Após estudos e análises, comprovou-se a obtenção de um concreto de boa aparência, tornando-se suficientemente argamassado, com boa plasticidade e bem trabalhável dentro das exigências do traço

em questão. O “slump”, assim, demonstrou resultados satisfatórios ao ser realizado com a mesma quantidade de água, ou seja 8 cm. Dessa forma, notou-se que o resultado do concreto permaneceu dentro do “slump” de projeto  $10 \pm 2$  cm, já que satisfez às características necessárias.

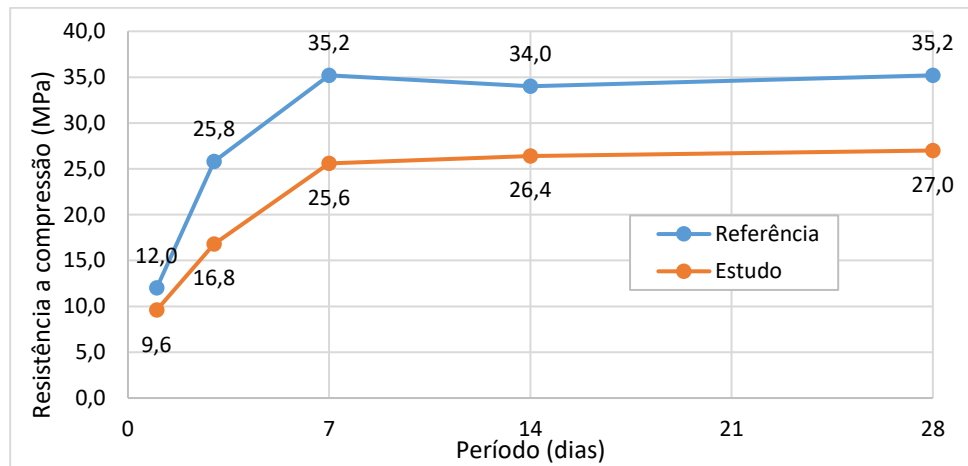
Nas Figuras 1a e 1b podem ser observados, respectivamente, o material graúdo e o agregado miúdo segregados em diferentes granulometrias.

Figura 5 – Agregados graúdos (a) e miúdos (b) em diferentes granulometrias.



Os resultados dos ensaios de resistência à compressão estão apresentados na Figura 6, na qual observa-se uma menor resistência do corpo de prova produzido com material reciclado quando comparado ao corpo de prova referência. A redução da resistência variou de 20% a 34,5%, sendo de 23,3% aos 28 dias.

**Figura 6 – Resultado do ensaio de resistência à compressão ao longo dos dias para os corpos de prova referência e de estudo.**



Verificou-se que os resultados dos ensaios de resistência à compressão no traço referência foram maiores do que no estudado. Constatou-se, também, que o traço de estudo não atingiu a resistência característica esperada no projeto; todavia, o mesmo se manteve bem próximo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados, constatou-se, quanto à granulometria, que é necessário aproximar os agregados graúdos reciclados à granulometria dos agregados graúdos usuais, passando-os pela série de peneiras e valendo-se do traço apenas o que passou pela peneira de 12,5 mm, assim como o que ficou retido na peneira de 6,3 mm. Após os ensaios de granulometria, notou-se a necessidade da inserção de agregados miúdos naturais para tornar o traço mais argamassado, ou seja, para se chegar a esse resultado buscou-se envolver uniformemente o agregado graúdo, de maneira a regularizar e proporcionar qualidade quanto à permeabilidade, à proteção, à trabalhabilidade e também à plasticidade do material.

Na mesma proporção, constatou-se que o concreto produzido com agregados oriundos do reaproveitamento de corpos de provas apresentou menor resistência em relação ao concreto referência. A resistência à compressão do concreto produzido, a partir de agregados reciclados, pode variar, levando-se em consideração que os corpos de prova triturados são aleatórios. No entanto, podem ser utilizados em pequenas obras com finalidades não estruturais como, por exemplo, em calçadas, muros, fins estéticos, conforme as necessidades do calculista e projetista.

Desta forma, ao analisar todos os ensaios realizados conclui-se que os resultados obtidos trazem a viabilidade de substituição parcial dos agregados naturais pelos agregados artificiais.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland–Preparo, controle, recebimento e aceitação- Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. NBR 7217: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_. NBR 7251 - Agregado em estado solto - Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1982.

\_\_\_\_. NBR 9776: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_. NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n.º 136, 17 de julho de 2002.

KARPINSK, L. A. Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental, Porto Alegre, 2009. Disponível em <http://www.pucrs.br/orgaos/edipucrs>. Acesso em: 13 dez. 2016.

<http://www.secima.go.gov.br>. Acesso em: 16 dez. 2016.

# Capítulo 22

## TRATAMENTO CONJUGADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

*Valderi Duarte Leite*

*mangabeiraleite@gmail.com*

*Andrezza Raphaella Costa Campos*

*andrezzaraphaella@gmail.com*

*Maria Virgínia da Conceição Albuquerque*

*virginia.albuquerque@yahoo.com.br*

*Amanda da Silva Barbosa Cartaxo*

*amandauepbio@gmail.com*

*Maria Célia Cavalcante de Paula e Silva*

*celia\_romulo@hotmail.com*

**RESUMO:** No Brasil a produção per capita de resíduos sólidos urbanos é de aproximadamente 0,80kg.hab-1. dia-1, o que implica em produção diária de 166 mil toneladas. Deste quantitativo produzido, em média 50% (percentagem em peso) é de material orgânico putrescível que irá contribuir no processo de geração de lixiviado influenciando diretamente nos aspectos qualitativos e quantitativos deste resíduo. Lixiviado de aterro sanitário se origina basicamente do processo de percolação de diferentes tipos de águas e é considerada uma água residuária capaz de propiciar significativos impactos ambientais ao meio ambiente, haja vista ser detentor de elevada concentração de nitrogênio amoniacal, matéria orgânica de

A eficiência média de remoção de DBO5 e de nitrogênio amoniacal foi de 69 e 86% respectivamente, enquanto a eficiência de remoção de coliformes termotolerantes esteve sempre no patamar de 99,9% durante todo o período de monitoração que foi de 220 dias. No geral pode-se concluir que o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em lagoas de estabilização, na região nordeste do Brasil, desponta como uma promissora alternativa tecnológica, haja vista a confortável disponibilidade de área, condições climáticas favoráveis e o sistema de lagoas apresentar condições de custos relativamente baixos, quando comparados com demais outros sistemas de tratamento de resíduos desta natureza.

**Palavras-chave:** Lixiviado de Aterro Sanitário; Esgoto Doméstico; Lagoas de Estabilização.



## INTRODUÇÃO

Lixiviado de aterro sanitário é originado basicamente da fração de água de chuva infiltrada na célula do aterro e da água presente na massa de resíduos aterrados. As características qualitativas e quantitativas do lixiviado gerado em aterro sanitário dependem diretamente da composição física e química dos resíduos destinados aos aterros sanitários, da compactação da massa dos resíduos nas células dos aterros, dos fatores climáticos e de determinados parâmetros operacionais (LEITE et al., 2011).

No processo de percolação da massa líquida através das camadas de resíduos aterrados, ocorrerá a solubilização de determinados tipos de compostos orgânicos e inorgânicos, advindos da biodegradação da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos, assim como o arraste de microrganismos e outros materiais biológicos, gerando subprodutos como o biogás e o lixiviado com composição variável e alto potencial poluidor (MANNARINO et al., 2011). Segundo Abbas et al. (2009), a quantidade de lixiviado gerado em um aterro depende da percolação das águas de chuvas através das células dos resíduos aterrados, dos processos bioquímicos que ocorre na massa de resíduos orgânicos putrescíveis, do percentual de umidade  $i$  dos resíduos, como também do grau de compactação dos resíduos no aterro (LACONI et al., 2011). A geração e composição química do lixiviado estão relacionadas com as características físicas dos resíduos sólidos urbanos que foram dispostos no aterro sanitário e mesmo após o fechamento do aterro, esses continuarão sendo degradados, gerando lixiviado por várias décadas (HASAR et al., 2009).

Aterros sanitários novos, com idade inferior a cinco anos, encontram-se na fase acidogênica e como consequência apresenta grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, que é fermentada facilmente, resultando na produção de ácidos graxos voláteis (GOU et al., 2010). Quando o aterro ultrapassa os cinco anos, a fase metanogênica se inicia, degradando à fração dos ácidos graxos voláteis, gerando metano ( $CH_4$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ), resultando na redução da biodegradabilidade da fração orgânica do lixiviado (IFEANYICHUKWU, 2008). Ahmed e Lan (2012) constataram que o lixiviado de aterro sanitário quando novo, apresenta altas concentrações de matéria orgânica biodegradável, com isso propiciará elevada razão de demanda bioquímica de oxigênio por demanda química de oxigênio (DBO5/DQO). Esta razão decairá com o tempo, resultante dos processos de estabilização da matéria orgânica biodegradável, restando apenas à matéria orgânica de difícil degradação, o que dificultará o tratamento do lixiviado, devido apresentar novas

característica (PASQUALINE, 2010). Li et al. (2009), destaca que o perigo potencial do lixiviado produzido em aterro sanitário implica na necessidade de tratá-lo, tendo em vista atender as exigências de descarte em corpos aquáticos, porém suas características o tornam preocupante tanto ambiental quanto economicamente, haja vista os custos envolvidos no tratamento.

Segundo Mara (2004), lagoas de estabilização são grandes bacias rasas delimitadas por diques de terra, que deverão ser projetadas para tratar esgoto bruto por processos inteiramente naturais, envolvendo algas e bactérias. Ressalta-se ainda que a aplicação de lagoas de estabilização no tratamento de esgotos sanitários, em países tropicais, é viável devido às condições climáticas com temperaturas elevadas, alta intensidade de luz solar e disponibilidade de terras a baixo custo.

As lagoas de estabilização podem ser consideradas como tecnologia importante, que tem como vantagens a economia e a eficiência no tratamento de esgotos em pequenas comunidades, podendo ser aplicada em regiões de clima quente (SHANTHALA et al., 2009). Segundo Mozaheb et al. (2010), as lagoas de estabilização representam os processos mais simples, de baixo custo e manutenção, utilizados como alternativas para tratamento de águas residuárias. Em lagoas de estabilização, a atividade mutualista entre algas e bactérias é importante para o tratamento de esgotos. A fotossíntese realizada pelas algas fornece o oxigênio (O<sub>2</sub>) ao meio aquático, proporcionando condições aeróbias, sendo utilizado pelas bactérias no processo de decomposição da matéria orgânica (von SPERLING e OLIVEIRA, 2010).

Segundo Mannarino et al. (2011), o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário mais o esgoto sanitário, pode tornar-se alternativa viável para o tratamento do lixiviado, tendo em vista reduzir seus efeitos impactantes ao ambiente, porém deve-se considerar alguns requisitos para sua aplicação, como a viabilidade do transporte do lixiviado até a ETE, a capacidade da estação em assimilá-lo, a compatibilidade do processo com as características do lixiviado e a possibilidade do manejo do lodo produzido. Ghazy et al. (2008), relataram que o número de lagoas em série utilizadas no sistema de tratamento, está relacionado com a carga orgânica aplicada e a qualidade desejada do efluente final. Yu et al. (2010), projetaram um sistema experimental constituído de reator anaeróbio / anóxico/ aeróbio (A<sub>2</sub>/O) na ETE de Datansha, em Guangzhou, sul da China para o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. As proporções das misturas utilizadas foram de 1:250; 1:350; 1:500 e 1:700, sendo concluído pelos autores que a melhor proporção utilizada

foi a de 1:500, com eficiências médias de remoção de  $N-NH_4^+$ , nitrogênio total e DQO de 96,5 %, 61,0 % e 81,7 %, respectivamente, com TDH de 11 horas.

Dentre as tecnologias que estão sendo estudadas para tratar adequadamente o lixiviado de aterro sanitário, o tratamento conjugado é uma alternativa que vem sendo implantada em algumas das diversas ETE no Brasil, cujo objetivo consiste em adicionar o lixiviado de aterro sanitário ao esgoto sanitário em unidades de tratamentos convencionais já existentes, minimizando assim os custos do aterro sanitário em relação ao tratamento de lixiviado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário (EXTRABES), da Universidade Estadual da Paraíba e está geograficamente localizada na cidade de Campina Grande (PB), na região nordeste do Brasil e é constituído de 04 lagoas de estabilização em série, conforme desenho esquemático apresentado na Figura 1.

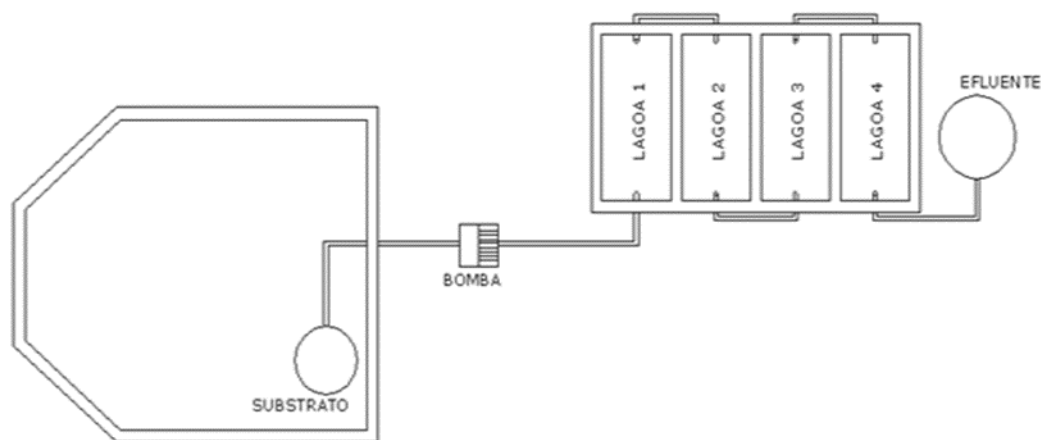


Figura 1. Desenho esquemático de sistema experimental

As lagoas foram construídas em alvenaria de concreto, cimento e ferro e interconectadas através de tubos de PVC rígido, sendo que na primeira lagoa foi instalado registro para controle de fluxo do substrato. Na Tabela 1 são apresentados os principais parâmetros físicos das lagoas de estabilização utilizadas para realização da parte experimental do trabalho.

Tabela 1. Características físicas das lagoas de estabilização

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
*LF	2,05	1,00	0,56	2,05	1,148
**LM1	2,05	1,00	0,55	2,05	1,127
LM2	2,05	1,00	0,54	2,05	1,107
LM3	2,05	1,00	0,53	2,05	1,086

\* Lagoa facultativa; \*\* Lagoa de maturação.

Neste trabalho a denominação de substrato é o resíduo líquido alimentado à série de lagoas de estabilização e era constituído por 99% de esgoto sanitário mais 1% lixiviado de aterro sanitário (percentagem em volume). O esgoto doméstico utilizado para preparação do substrato era coletado diariamente em um poço de visita construído com autorização da Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba (CAGEPA) no interceptor leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (PB) que atravessa longitudinalmente a EXTRABES. O lixiviado utilizado para preparação do substrato foi coletado no aterro sanitário da região metropolitana da cidade de João Pessoa (PB) e era transportado em caminhão tanque com capacidade volumétrica de 7m<sup>3</sup> para à EXTRABES com frequência quinzenal, sendo em seguida devidamente armazenado e submetido à caracterização química.

A carga superficial aplicada na primeira lagoa de estabilização da série foi de 320kgDBO<sub>5</sub>/ha.dia, o tempo de detenção hidráulica de 17 dias e o período de monitoração foi de 220 dias. Para a definição da carga superficial aplicada, foi levada em consideração a profundidade das lagoas, a temperatura ambiente da região e a relação DBO<sub>5</sub>/DQO<sub>total</sub>. A caracterização química do esgoto doméstico, do lixiviado de aterro sanitário, do substrato e das amostras dos resíduos líquidos coletadas sempre às 8 horas com frequência semanal na série de lagoas de estabilização durante todo o período de monitoração, era realizada em consonância com o que preconiza APHA (2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados advindos da caracterização química do lixiviado “in natura” coletado no aterro sanitário de cidade de João Pessoa (PB) e utilizado para preparação do substrato.

O lixiviado era coletado em um poço de recepção de lixiviado do sistema de drenagem do aterro e era originado de três diferentes células do aterro sanitário, com idade variando de 2 a 10 anos.

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 2, pode ser constatado que o lixiviado utilizado para preparação do substrato apresentava baixa relação DBO<sub>5</sub>/DQO<sub>total</sub> (0,35), elevada concentração de nitrogênio total e que desta concentração, em média 91,3% corresponde à concentração de nitrogênio amoniacal. Portanto, levando-se em consideração apenas estes dois parâmetros, já é perceptível que existe dificuldade ou até mesmo inviabilidade de se aplicar o processo de tratamento biológico para este tipo de resíduo. Como fatores favoráveis a aplicação do tratamento biológico, pode ser destacada a magnitude do pH e a concentração da alcalinidade total, constituída por 74,3% de alcalinidade a bicarbonato.

Tabela 2. Dados advindos da caracterização química do lixiviado “in natura”.

Parâmetros	Unidades	Magnitude média	Magnitude mínima	Magnitude máxima
pH	-	7,9	7,8	8,0
Alcalinidade Total	mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	9054	7187	10827
Ácidos Graxos Voláteis	mg H-Ac.L <sup>-1</sup>	3318	2340	4284
Sólidos Totais	mg.L <sup>-1</sup>	21794	20004	23179
Sólidos Totais Voláteis	mg.L <sup>-1</sup>	6261	5204	7578
Sólidos Suspensos Totais	mg.L <sup>-1</sup>	952	899	1000
Sólidos Suspensos Voláteis	mg.L <sup>-1</sup>	469	431	543
DQO <sub>Total</sub>	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	19672	18370	21733
DQO <sub>Filtrada</sub>	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	11448	13293	10647
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	7021	6328	7439
Nitrogênio Total Kjeldhal	mgN.L <sup>-1</sup>	2383	1791	2756
Nitrogênio Amoniacal	mgN.L <sup>-1</sup>	2177	1586	2550
Fósforo Total	mgP.L <sup>-1</sup>	11,2	9,1	12,8
Ortofosfato	mgP.L <sup>-1</sup>	6,0	5,1	6,6

Na Tabela 3 são apresentados os dados advindos da caracterização química do substrato, que é o resultado da mistura de lixiviado de aterro sanitário (1%), mais esgoto doméstico (99%). No substrato,

a concentração média de DBO5 e de DQOtotal foi de 241 e 637mgO<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>, denotando que no esgoto doméstico utilizado para preparação do substrato a relação DBO5/DQO igual a 0,37, não contribuiu positivamente para o aumento da biodegradabilidade do material orgânico presente no substrato. No caso do nitrogênio amoniacal, em que a concentração no esgoto doméstico da cidade de Campina Grande (PB), gira em torno de 50mgN/L, no substrato a concentração média foi para 77 mgN.L<sup>-1</sup>, situando-se ainda na faixa recomendada para os processos biológicos. Uma das grandes vantagens do tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico é a acentuada redução da concentração de nitrogênio amoniacal do lixiviado de aterro sanitário, viabilizando economicamente os custos da aplicação de qualquer tipo processo biológico, haja vista não ser necessário à aplicação de processo físico-químico para adequar à concentração de nitrogênio amoniacal ao patamar aceitável aos processos biológicos. Salienta-se que com exceção do material carbonáceo, expresso em termos de DBO5 e DQOtotal que é constituído por material de difícil biodegradação, os demais parâmetros se enquadraram na classificação de esgoto doméstico, oscilando na faixa de médio e forte.

Tabela 3. Dados advindos da caracterização química do substrato.

Parâmetro	Unidade	Magnitude média	Magnitude média	Magnitude máxima
pH	-	7,4	7,1	7,7
Alcalinidade Total	mgCaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	418	369	479
Ácidos Graxos Voláteis	mgH-Ac.L <sup>-1</sup>	116	78	182
Sólidos Totais	mg.L <sup>-1</sup>	1129	937	1746
Sólidos Totais Voláteis	mg.L <sup>-1</sup>	553	384	766
Sólidos Totais Fixos	mg.L <sup>-1</sup>	662	600	781
Sólidos Suspensos Totais	mg.L <sup>-1</sup>	194	140	271
Sólidos Suspensos voláteis	mg.L <sup>-1</sup>	175	133	251
Sólidos Suspensos Fixos	mg.L <sup>-1</sup>	43	32	84
DQO Total	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	637	585	715
DQO Filtrada	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	223	214	232
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	241	203	286
Nitrogênio Total Kjeldhal	mgN.L <sup>-1</sup>	98	76	121
Nitrogênio Amoniacal	mgN.L <sup>-1</sup>	77	61	92
Fósforo Total	mgP.L <sup>-1</sup>	7,5	4,2	9,9
Ortofosfato	mgP.L <sup>-1</sup>	4,5	3,2	5,8
C. Termotolerantes	UFC/100mL			

Na Figura 2 apresenta-se o comportamento da variação temporal do pH dos resíduos líquidos afluentes e efluentes da série de lagoas de estabilização durante todo o período de monitoração.

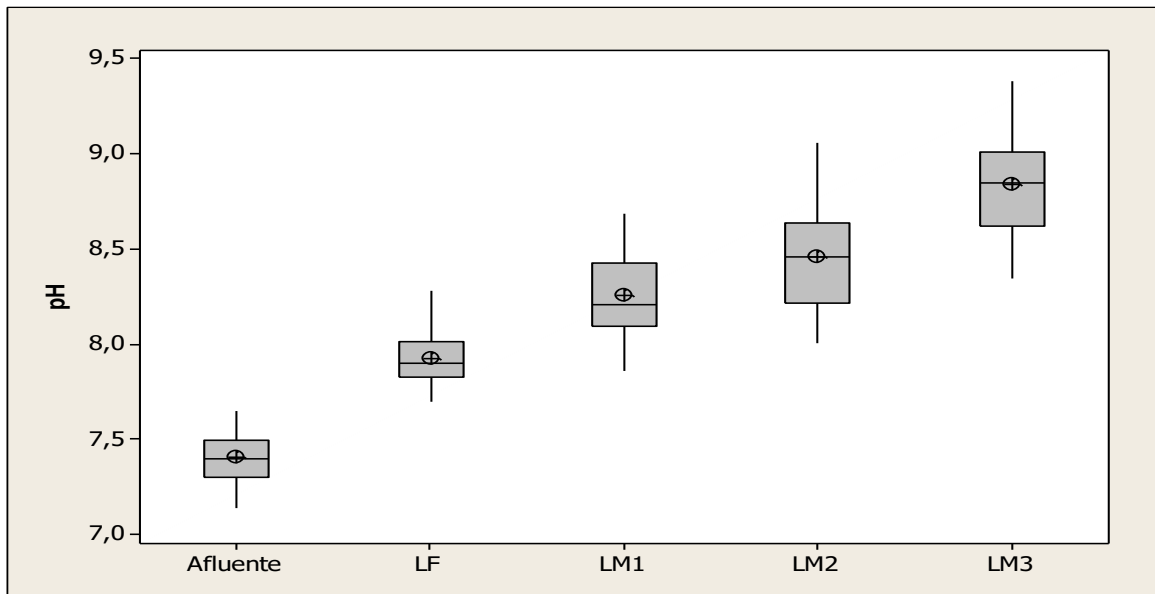


Figura 2. Comportamento da variação temporal do pH na massa líquida da série de lagoas de estabilização.

A elevação da magnitude do pH na massa líquida da série de lagoas de estabilização ao longo do período de monitoração está associada à atividade das algas que, através da fotossíntese, consomem o  $\text{CO}_2$  presente no meio líquido, utilizando-o para o seu crescimento e liberando radicais  $\text{OH}^-$ , fazendo com que o pH do meio líquido fosse sendo elevado progressivamente do patamar inicial de 7,4 para o patamar de 8,9 unidades de pH.

Na Figura 3, apresenta-se o comportamento da variação temporal da concentração de alcalinidade total dos resíduos líquidos efluentes de cada lagoa de estabilização da série. A alcalinidade total é constituída por espécies químicas que poderão contribuir para o tamponamento dos processos biológicos de tratamento de resíduos, evitando variações bruscas do pH. Geralmente as espécies químicas mais presentes nas águas residuárias são os íons bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ). Neste trabalho, foi constatada consumo da concentração de alcalinidade total no processo de bioestabilização da matéria orgânica na série de lagoas de estabilização. No substrato alimentado a primeira lagoa de estabilização, a concentração média de alcalinidade total era de 418  $\text{mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  e foi reduzida progressivamente para a concentração de 292  $\text{mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  no efluente final, o que propiciou um consumo médio de 30% da concentração de alcalinidade total. O consumo da concentração de alcalinidade total estar associada à presença da massa algal, haja vista assimilarem o íon  $\text{HCO}_3^-$ , convertendo-o em  $\text{CO}_2$ , que é utilizado como substrato pelas próprias algas e que no



processo metabólico liberam o radical  $\text{OH}^-$  para o meio líquido, contribuindo para a elevação do pH da massa líquida das lagoas de estabilização.

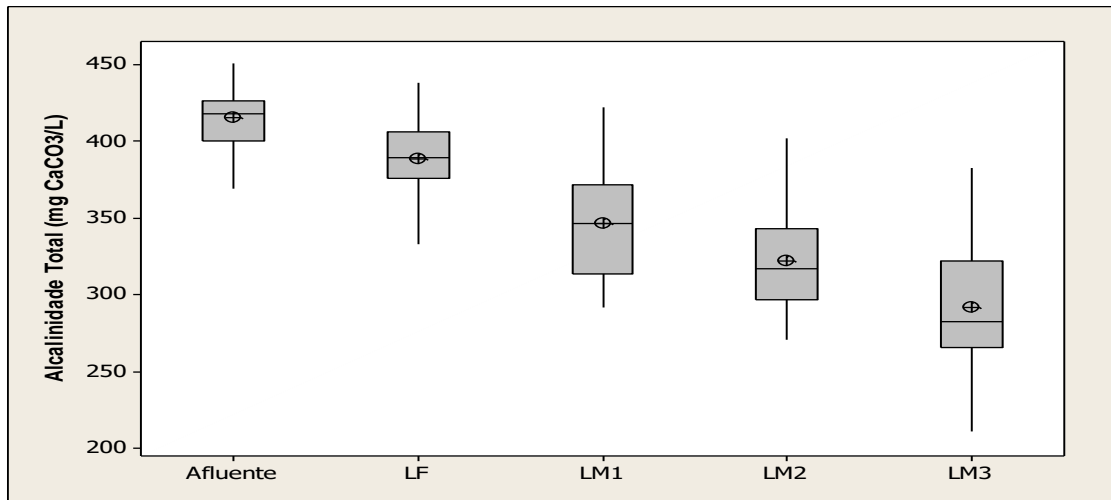


Figura 3. Comportamento da variação temporal da concentração da alcalinidade total na série de lagoas de estabilização.

Na Figura 4 apresenta-se o comportamento da variação temporal da concentração de ácidos graxos voláteis.

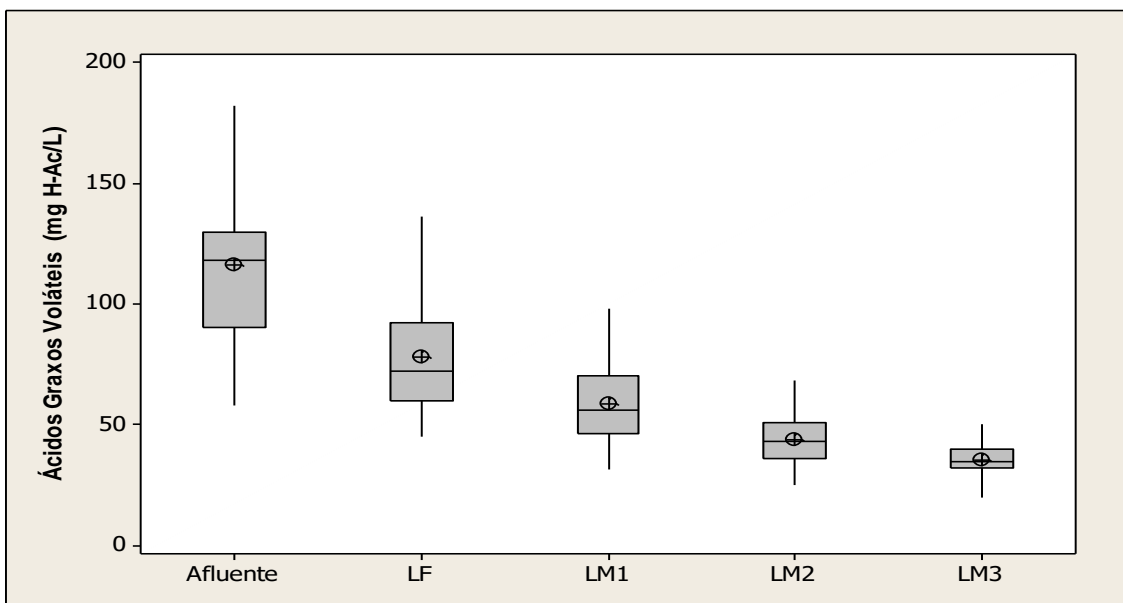


Figura 4. Comportamento de variação temporal da concentração de ácidos graxos voláteis na série de lagoas de estabilização.

No esgoto doméstico produzido pela população da cidade de Campina Grande (PB), a concentração de ácidos graxos voláteis no período de realização deste trabalho era de 109mgH-Ac/L e no substrato a concentração média de ácidos graxos voláteis no substrato era de 116mgH-Ac/L. Ao longo da série de lagoas a concentração de ácidos graxos voláteis foi sendo consumidos progressivamente pelo processo de bioestabilização e possivelmente determinados tipos de ácidos, frente à elevação do pH ter sido volatilizado em função do processo de dessorção/volatilização do nitrogênio amoniacal. No efluente final produzido à concentração de ácidos graxos voláteis foi de 36mgH-Ac/L, propiciando eficiência de redução da ordem de 69%.

Na Figura 5 apresenta-se o comportamento da variação temporal da concentração de DBO5 dos resíduos líquidos afluentes e efluentes à série de lagoas de estabilização monitorada.

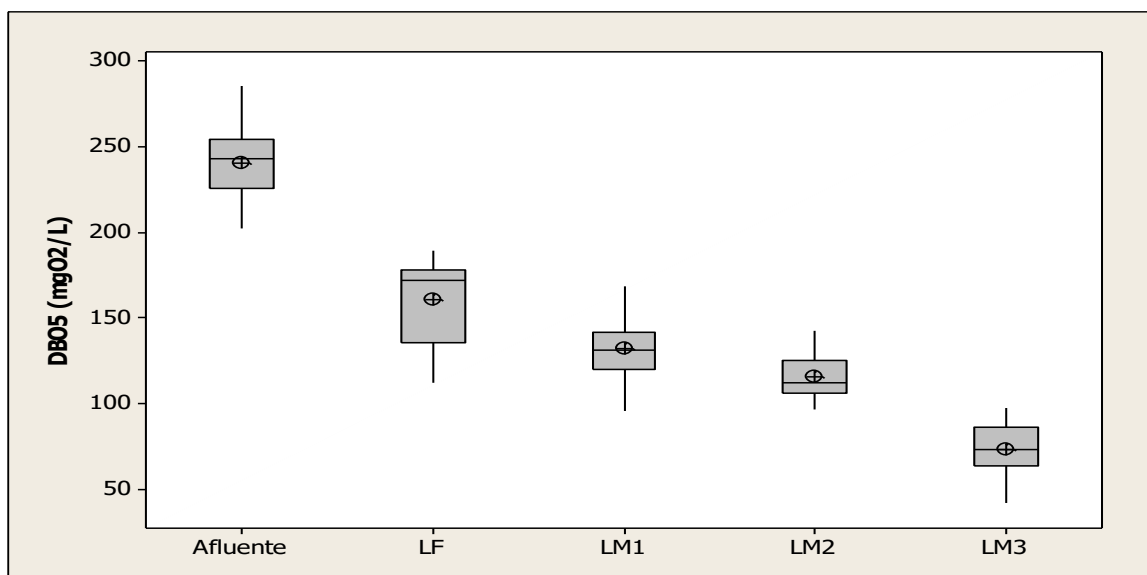


Figura 5. Comportamento da variação temporal da concentração de DBO5 dos resíduos líquidos afluentes e efluente da série de lagoas de estabilização.

A concentração média da DBO5 do substrato alimentado à primeira lagoa de estabilização era de 241 mgO<sub>2</sub>. L-1 e foi sendo reduzida progressivamente, chegando ao patamar de 74 mgO<sub>2</sub>. L-1 no efluente final, propiciando eficiência média de redução de 69 % e que se enquadra dentro dos padrões legais para lançamento em corpo aquático que é de 120mgO<sub>2</sub>.L-1, indicado pelo CONAMA 430/2011.

Em lagoas de estabilização, o processo de bioestabilização da matéria orgânica é função da carga superficial aplicada e da relação estabelecida entre DBO5/DQOtotal. No caso específico deste trabalho, em que a relação DBO5/DQOtotal do substrato ficou no patamar de 0,37 e que pode ser considerada baixa, a eficiência de redução de DBO5 de 69% é bastante expressiva, haja vista percentual desta magnitude ter sido alcançado para lagoas de estabilização com esta configuração, tratando esgoto doméstico. Na série de lagoas de estabilização monitoradas a eficiência de remoção da concentração de DBO5 variou de 12 a 36% e foi mais representativa na última lagoa da série. A aplicação do tratamento estatístico à NOVA, com nível de significância de 95%, constata-se a existência de diferença significativa entre as eficiências obtidas nas lagoas da série, haja vista o valor de F ter sido superior ao valor de F (crítico), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da aplicação da ANOVA de fator único aos dados das eficiências de remoção da concentração de DBO5, na série de lagoas de estabilização.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	542492,781	4	135623,2	434,8548	0,000	2,424815
Dentro dos grupos	53019,8659	170	311,8816			
Total	595512,646	174				

Objetivando-se diagnosticar pontualmente a presença de diferença significativa, os dados das eficiências de remoção de DBO5 foram submetidos ao teste de Tukey, com nível de confiança de 95% e foi constatada a existência de diferença significativa entre todas as eficiências de remoção da concentração de DBO5 estabelecidas na série de lagoas.

Na Figura 6 apresenta-se o comportamento da variação temporal da concentração de nitrogênio amoniacal da na série de lagoas de estabilização monitorada. No caso do nitrogênio amoniacal, em que a concentração no substrato era de 77 mgN. L-1, foi sendo reduzida ao longo da série de lagoas, chegando a produzir efluente com concentração média de 11 mgN. L-1, propiciando eficiência de remoção de 86,7 % e que esta concentração de nitrogênio amoniacal se encontra abaixo do limite legal recomendado pelo CONAMA 430/2011, para lançamento em corpo aquático.

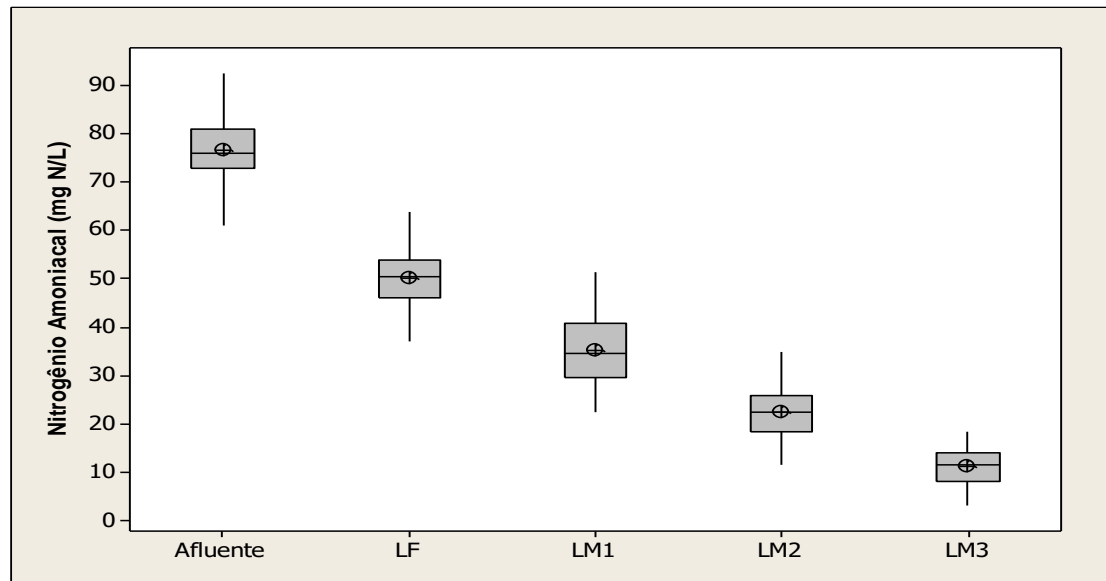


Figura 6. Comportamento da variação temporal da concentração de nitrogênio amoniacal.

Os dados das eficiências das concentrações de nitrogênio amoniacal foram submetidos à ANOVA, com nível de significância de 95 % e foi constatada a existência de diferença significativa estabelecida entre as eficiências estabelecidas na série de lagoas. A eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal está associada ao processo de dessorção, que neste sistema de lagoas foi favorecido pela profundidade das lagoas e pela elevação do pH da massa líquida das lagoas, frente ao florescimento significativo de massa algal. Na Tabela 5 são apresentados as constantes e os modelos cinéticos para os parâmetros de DQOTotal, DQO Filtrada, DBO5 e N-NH4+, determinados em função dos dados advindos do processo de monitoramento da série de lagoas de estabilização.

Tabela 5. Constantes e modelos cinéticos dos parâmetros DQOTotal, DQOFiltrada, DBO5 e N- NH4+.

Parâmetros (mg. L <sup>-1</sup> )	Constante k	Modelo Cinético
<b>DQO<sub>Total</sub></b>	$3,936 \times 10^{-2}$	$DQO_{Total(t)} = DQO_{Total(0)} \times e^{-0,03935t}$
<b>DQO<sub>Filtrada</sub></b>	$3,8065 \times 10^{-2}$	$DQO_{Filtrada(t)} = DQO_{Filtrada(0)} \times e^{-0,038065t}$
<b>DBO<sub>5</sub></b>	$6,956 \times 10^{-2}$	$DBO_{5(t)} = DBO_{5(0)} \times e^{-0,06956t}$
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	$1,134 \times 10^{-1}$	$NH_{4(t)} = NH_{4(0)} \times e^{-0,1134t}$

Após analisar os dados apresentados na Tabela 5, pode-se constatar que, de acordo com em função da magnitude constante k, observa-se que o maior valor apresentado foi para o parâmetro de N-NH4+ ( $1,134 \times 10^{-1}$  dia<sup>-1</sup>), o que confirma a maior eficiência deste parâmetro, dentro da série dos parâmetros monitorados.

## CONCLUSÃO

O tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico na proporção de 1% mais 99% (percentagem em volume), em quatro lagoas de estabilização em série, com carga superficial aplicada de 320kgDBO5/ha.dia e TDH de 17 dias, produziu efluente com concentração média de DBO5 de 74mgO<sub>2</sub>. L-1, concentração média de nitrogênio amoniacal de 11mgN.L-1 e de coliformes termotolerantes no patamar de 1000UFC/100mL. Portanto, não foi identificado impacto no desempenho das lagoas de estabilização tratando este tipo de substrato, quando comparado com o tratamento de esgoto doméstico, o que passa a despontar como uma promissora alternativa tecnológica para tratamento de lixiviado de aterro sanitário, principalmente na região nordeste do Brasil. Dentre os parâmetros monitorados, a maior eficiência foi identificada na concentração de nitrogênio amoniacal, haja vista ter alcançado eficiência média de.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, A. A.; GUO, J. S.; PING, L. Z.; YA, P. Y.; AL-REKABI, W. S.; Review on Landfill Leachate Treatments, *American Journal of Applied Sciences* v. 6, n. 4, 2009, p. 672-684.
- AHMED, N. F., LAN, C. Q.; Treatment of Landfill Leachate Using Membrane Bioreactors: A Review, *Desalination*, v. 287, 2012, p. 41-54.
- APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.
- IFEANYICHUKWU, M. J.; New Leachate Treatment Methods. Master Thesis - Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden, 2008, 77 p.
- GHAZY M. M. E.; EL-SENOUSY, W. M.; ABDEL-AATTY, A. M.; KAMEL, M.; Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt. *American Journal of Environmental Sciences*, v. 4, n. 4, 2008, p. 316-326.
- GUO, J. S.; ABBAS, A. A.; CHEN, Y. P.; LIUA, Z. P.; FANG, F.; CHEN, P.; Treatment of Landfill Leachate Using a Combined Stripping, Fenton, SBR, and Coagulation Process, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 178, n. 1-3, 2010, p 699-705.
- HASAR, H., UNSAL, S. A., IPEK, U., KARATAS, S., CINAR, O., YAMAN, C., KINACI, C.; Stripping/Foculation/Membrane Bioreactor/Reverse Osmosis Treatment of Municipal Landfill Leachate, *Journal of Hazardous Materials*, v. 171, 2009, p. 309-317.
- LACONI, C., ROSSETTI, S., LOPES, A., RIED, A.; Effective Treatment of Stabilized Municipal Landfill Leachates, *Chemical Engineering Journal*, v. 168, 2011, p. 1085-1092.

LI, H.; ZHOU, S.; SUN, Y.; FENG, P.; LI, J.; Advanced Treatment of Landfill Leachate by a New Combination Process in a Full-Scale Plant; *Journal of Hazardous Materials*, vol. 172, n. 1, 2009, p. 408–415.

LEITE, V.D; PEARSON, W.,H; SOUSA, J.T & LOPES,W.S. The removal of ammonia from sanitary landfill leachate using a series of shallow waste stabilization ponds. *Water Science & Technology*, 63.4, 2011, p.666 -670.

MANNARINO, C. F., FERREIRA, J. A., MOREIRA, J. C.; Tratamento Combinado de Lixiviado de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos e Esgoto Doméstico como Alternativa para a Solução de um Grave Problema Ambiental e de Saúde Pública – Revisão Bibliográfica, *Caderno de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 2011, p. 11-9.

MARA, D.; Domestic Wastewater treatment in developing countries, First ed., London - UK, Earthscan, 2004, 310 p.

MOZAHEB, S. A., GHANEIAN, M. T., GHANIZADEH, G. H., FALLAHZADEH, M.; Evaluation of the Stabilization Ponds Performance for Municipal Wastewater Treatment in Yazd – Iran, *Middle-East Journal of Scientific Research*, v.6, n. 1, 2010, p. 76-82.

PASQUALINI, L. N.; Estudo da Oxidação da Matéria Orgânica de Lixiviado de Aterro Sanitário por Meio de Tratamento com Ozônio, Peróxido de Hidrogênio e Radiação Ultravioleta. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2010, 144 p.

SHANTHALA, M.; SHANKAR, P. H.; BASALING B. H.; Diversity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. *Environ Monit Assess*, vol. 15, 2009, p. 437-44.

VON SPERLING; OLIVEIRA, S. C., M.; Avaliação da Influência do Tempo de Detenção Hidráulica e da Taxa de Aplicação Superficial na Composição da Comunidade Fitoplanctônica Presente em Lagoas de Polimento e a Influência dessa Comunidade nas Condições Ambientais (pH, OD e amônia) das Lagoas, *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*. Vol. 3, No. 1, 2010, p. 11-21.

YU, J.; ZHOU, S.; WANG, W.; Combined Treatment of Domestic Wastewater with Landfill Leachate by Using A2/O Process. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 178, n. 1-3, 2010, p. 81–88.

## ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DE DISCENTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

*Cézar Di Paula Da Silva Pinheiro (Mestrando em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais. Instituto Tecnológico Vale (ITV), Belém, PA, Brasil).  
cezarpinheiroo18@gmail.com*

*Douglas Silva Dos Santos (Graduando de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural Da Amazônia (UFRA), Capanema, PA, Brasil).  
douglasdossantos60@gmail.com*

*Fernanda Gisele Santos De Quadros (Engenheira Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural Da Amazônia (UFRA), Capanema, PA, Brasil).  
Fgsquadros@gmail.com*

*Bruno Mateus Santiago Da Silva (Graduando de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural Da Amazônia (UFRA), Belém, PA, Brasil).  
brunomateussantiago@gmail.com*

*Debora Prissila Reis Sandim (Mestranda em Engenharia Civil. Universidade Federal Do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil).  
deborasandim@gmail.com*



**RESUMO:** A presente pesquisa teve por objetivo analisar como ocorre a gestão dos resíduos sólidos domiciliares de discentes da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), verificando a percepção ambiental dos mesmos a partir de diferentes aspectos relacionados aos resíduos sólidos. A metodologia consistiu na aplicação de questionário a 94 discentes dos campi da UFRA de Belém e Capanema. As respostas foram compiladas em planilhas eletrônicas e os dados foram analisados com o auxílio de um software estatístico. De modo geral, os discentes apresentaram elevado conhecimento sobre os perigos acarretados ao homem e ao meio ambiente pelo mau acondicionamento e destinação final dos resíduos sólidos, assim como a importância da reciclagem dos mesmos. Entretanto, o estudo mostra que existe uma lacuna em relação à ação efetiva da comunidade universitária e o tratamento de seus resíduos, uma vez que, apesar de afirmarem conhecer as formas corretas de descarte e acondicionamento, não se propõem a fazê-los. Além disso, também foi possível verificar que o percentual de discentes que tem a destinação final de seu resíduo em lixões, sobretudo no município de Capanema, é alarmante. Evidenciando assim, a falta de um gerenciamento eficiente dos resíduos sólidos urbanos no município.

**Palavras-Chaves:** Gestão ambiental, Educação ambiental, Políticas públicas.

## 1.INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos entra em pauta principalmente por conta dos impactos em larga escala que podem ser ocasionados pelo descarte incorreto dos mesmos, bem como da geração de significativos gastos financeiros, danos ao meio ambiente e comprometimento da saúde e bem-estar da população. Dessa forma, surge a preocupação a nível global acerca do correto gerenciamento dos resíduos, sobretudo os domiciliares (BEZEN, 2011; BOEIRA, 2015).

Os Resíduos Domiciliares (RDs) podem ser caracterizados por sobras de produtos como restos de alimentos, materiais plásticos, produtos de higiene pessoal, óleo de cozinha, embalagens, folhas de quintal, entre outros. Podendo ser resíduos produzidos e utilizados tanto em casa, quanto em bares, restaurantes, supermercados, lojas e etc. (NETO, 2013; PNRS, 2010). A disposição final destes resíduos é na maioria dos casos em aterros controlados, aterros sanitários ou lixões. O último é o destino mais comum e por sua vez, o mais desprovido de estrutura ideal de tratamento, podendo gerar graves consequências (MENDES, 2014).

Neste contexto, a responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos perpassa por inúmeros atores, entre eles, instituições de ensino, empresas, a própria comunidade, órgãos governamentais, entre outros. Segundo Dapper (2013), é necessário repensar o modo como os recursos são utilizados sob o viés do desenvolvimento sustentável, através de esferas ecológicas, sociais, políticas, econômicas e éticas inseridas no modelo de mercado.

Goldemeier (2005) afirma que uma das ferramentas que a gestão ambiental municipal tem em mãos é o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos. Ainda, segundo o autor, diante das ameaças à sustentabilidade global, os órgãos da administração pública e da sociedade civil devem assumir o propósito de realizar a limpeza urbana, a separação, a coleta, a reciclagem, o transporte, o tratamento e a disposição final do resíduo urbano de forma prioritária em sua gestão. Assim, surgem estudos em busca de alternativas para a melhor forma de descartar os resíduos. Dentre os principais entraves do processo está a execução do manejo adequado, por conta da heterogeneidade e quantidade dos componentes, a pouca disponibilidade de recursos humanos, financeiros e econômicos, bem como a fragilidade das políticas públicas (MASSUKADO, 2004).

Segundo Aquino (2017) e Galdino (2016), uma ferramenta eficiente para o tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) seria a coleta seletiva, a partir do tratamento de triagem nos materiais, facilitando assim sua destinação final, que poderá ser a reciclagem, o reuso, a compostagem, a

incineração, entre outros. Para tanto, seria necessário à caracterização dos diferentes tipos de materiais que são encontrados nas residências da população, para então definir formas de disposição final e sistemas de tratamento mais adequados para os mesmos.

Desse modo, de acordo com Oliveira et al. (2015), “a mudança no comportamento da sociedade em relação ao compromisso com o meio ambiente se inicia nos estudantes”. Assim, as instituições de ensino devem formar profissionais conscientes e propagadores da educação ambiental. De acordo com Sartor (2010), por se tratar de um ambiente coletivo a universidade configura-se como um espaço de disseminação de ideias e difusão de iniciativas que podem sinalizar novas formas de administrar os resíduos, priorizando a preservação e a conservação do meio ambiente.

Para Dimaggio (2005), no ambiente institucional os reflexos da cultura ambiental dos envolvidos são capazes de auxiliar no desenvolvimento sustentável, uma vez que, os enlaces entre o conhecimento e a realização das atividades exercidas permitem aos participantes serem agentes transformadores da realidade onde se encontram.

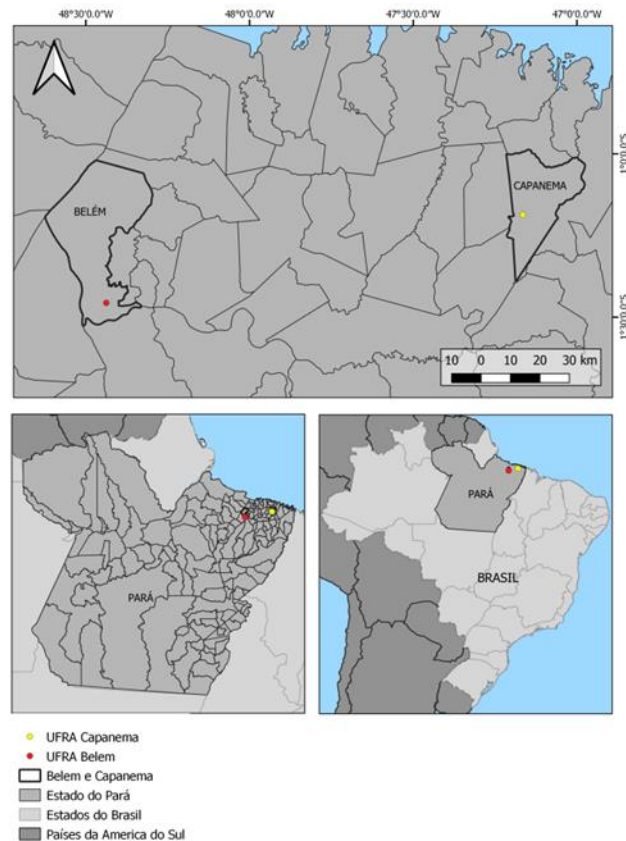
Assim, como forma de avaliar as concepções sobre resíduos sólidos de determinados indivíduos, tem-se o estudo da percepção ambiental, uma ferramenta que auxilia para a melhor compreensão das inter-relações entre o homem e o meio ambiente, assim como suas expectativas, satisfações e insatisfações, valores e condutas. Podendo, dessa forma, revelar e explicar as ações de determinado grupo mediante a problemática desejada (MELAZO, 2005; ROCHA et al., 2012).

Desse modo, a presente pesquisa pretende analisar como ocorre a gestão dos resíduos sólidos domiciliares de discentes da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), verificando a percepção ambiental dos mesmos a partir de diferentes aspectos relacionados aos resíduos sólidos.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

Localizados na região do nordeste paraense, as áreas de estudo fazem parte das zonas urbanas dos municípios de Belém e Capanema, distantes em cerca de 145 km entre si (Figura 1).

Figura 1 - Localização das áreas de estudo.



**Fonte:** Autores, 2019.

A UFRA é uma das universidades pioneiras no norte do Brasil no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, pondo em prática ações sustentáveis em sua gestão, tanto no que diz respeito às ações desenvolvidas no campo do ensino, pesquisa e extensão, quanto na adequação das construções e reformas dos seus prédios e instalações (PINHEIRO et al., 2019; VIEGAS, 2013). A sede da Universidade está localizada em Belém, capital do Pará. Possuindo, ainda, outros 5 campi, localizados nos municípios de Capanema, Parauapebas, Capitão Poço, Paragominas e Tomé-Açu, além de unidades descentralizadas nas cidades de Benevides, Castanhal, Salinópolis e Igarapé-Açu.

Assim, a pesquisa se desenvolveu com a aplicação de 94 questionários semiestruturados, contendo 14 perguntas cada, a alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis e Agronomia, regularmente matriculados na UFRA dos campi de Belém e Capanema, durante os meses de novembro e dezembro de 2018 e janeiro de 2019, onde procurou-se abranger os discentes de todas as turmas disponíveis para os dois cursos de cada campi. Os formulários adotados tratavam a respeito da gestão

dos resíduos sólidos domiciliares dos alunos, procurando conhecer a respeito da caracterização, acondicionamento, destinação final e outros aspectos dos resíduos.

Desse modo, as informações coletadas foram armazenadas em planilhas do programa Microsoft Excel 2010, sendo posteriormente processadas e analisadas com o auxílio do software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 25.0.

## 1. Resultados e Discussão

### 3.1 Perfil

Com relação ao gênero dos entrevistados observou-se serem 58,5% do sexo feminino e 41,5% masculino. Na distribuição por faixa etária, identificou-se a predominância de idades até 21 anos com 50%; 22 a 25 anos com 31,9%; 10,6% acima de 30 anos; e 7,4% de 26 a 29 anos, revelando assim, a composição de estudantes de grande maioria jovem.

Quanto à participação dos entrevistados por campi, 66% eram discentes oriundos da UFRA Belém, enquanto que 34% eram provenientes de Capanema. No que diz respeito à porcentagem de entrevistados de acordo com o curso de origem, foi possível observar que 50% eram discentes do curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis e 50% do curso de Agronomia.

Do total de estudantes do curso de Engenharia Ambiental, 60% e 40% eram oriundos dos campi de Belém e Capanema respectivamente, enquanto que para Agronomia, as porcentagens eram de 74% para alunos de Belém e 26% para Capanema.

A diferença significativa entre a quantidade de estudantes representativos para os dois campi se deve ao fato da UFRA Capanema possuir uma quantidade menor de turmas em comparação ao campus sede. Para o curso de Agronomia, por exemplo, a sede possui o dobro de turmas se comparado a Capanema.

### 3.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos com o intuito de diminuir impactos negativos ao meio ambiente perpassa pela gestão integrada de resíduos, definida na Lei 12.305/2010 como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar

as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

A mesma Lei define gerenciamento de resíduos sólidos (Capítulo II, art. 3º) como o

(...) conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010).

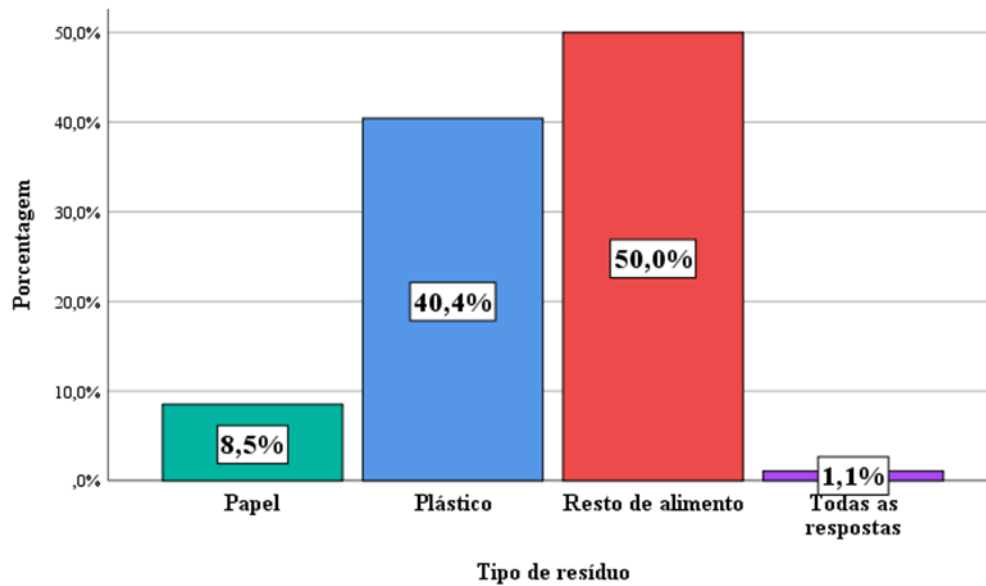
A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010), no Art. 3º nº 12.305 define a ordem de prioridade a ser considerada na execução da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, sendo elas: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos mesmos. De acordo com Martins et al. (2014), o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos passa pelas etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

Dessa forma, para dar início a temática proposta buscou-se saber se os entrevistados possuíam conhecimento prévio acerca dos perigos acarretados ao homem e ao meio ambiente pelo mau acondicionamento e destinação final dos resíduos sólidos domésticos, onde a grande maioria, 96,8%, afirmou possuir. Além disso, quando indagados sobre a capacidade de distinguir os resíduos recicláveis dos não recicláveis, 94,7% dos discentes afirmaram saberem realizar a diferenciação.

Nesse sentido, a prática da reciclagem possui papel de grande importância para a sociedade e meio ambiente, a construção de um sistema eficiente da mesma é capaz de proporcionar diversos benefícios financeiros, ambientais e sociais, como por exemplo: diminuição de depósitos de RSU em lixões e aterros, e consequente aumento da vida útil dos mesmos pela redução do volume de resíduos aterrados; aumento da geração de emprego e renda, a partir da indústria de reciclagem; e redução da contaminação ambiental acarretada pelos resíduos industriais, uma vez que os mesmos poderão ser devolvidos aos seus fabricantes por meio de um plano de logística reversa.

Em seguida, procurou-se averiguar sobre o principal tipo de resíduo encontrado na residência dos entrevistados (Figura 2).

**Figura 2** – Caracterização dos resíduos sólidos gerados pelos entrevistados



Fonte: Autores, 2019

De acordo com os resultados obtidos, 50% dos resíduos domiciliares gerados são compostos principalmente por restos de alimentos, seguidos por 40,4% plásticos, 8,5% papéis e 1,1% que acreditam ser constituídos por todas as opções estabelecidas.

Quando perguntados se em suas residências havia a separação dos resíduos orgânicos (restos de alimentos, frutas, cascas, sobras e etc.) dos inorgânicos (materiais de origem não biológica), 57,4% dos entrevistados afirmaram não separarem os mesmos, enquanto que 25,5% às vezes e apenas 17% separam.

Assim, nota-se aqui, a falta de participação dos discentes no ato da coleta seletiva em si. De modo geral, os mesmos mostraram possuir conhecimentos suficientes sobre as questões relacionadas à produção e a separação dos resíduos, entretanto esse saber não é convertido em ações efetivas. Para Oliveira et al. (2015), cerca de 60% dos resíduos urbanos gerados no Brasil são constituídos de elementos de origem orgânica. Como uma das formas de tratamento a esse tipo de resíduo, tem-se a utilização da compostagem (que também pode ser utilizada integrada a um sistema de reciclagem de materiais).

Dando continuidade, quando indagados se estariam dispostos a realizarem a separação dos resíduos e acondicioná-los em recipientes distintos, 83% responderam que sim, 11,7% talvez e 5,3% não.

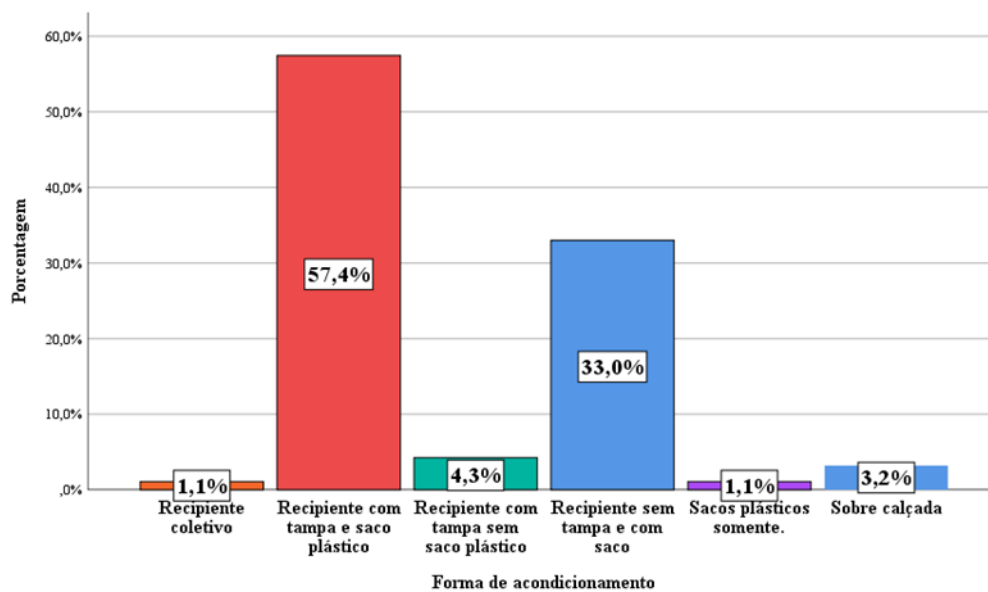
Para Brum e Silveira (2011), “o consumo sustentável deve estar associado também à reciclagem dos resíduos gerados”, introduzindo-os novamente no sistema produtivo de modo que se transformem



em novos produtos. Assim, torna-se necessário a sensibilização da comunidade em relação a sua participação efetiva e ativa na implantação da coleta seletiva, através da separação dos materiais recicláveis e/ou reutilizáveis diretamente na fonte de geração, oferecendo também, meios para que essa separação ocorra de modo eficiente.

Posteriormente, também foi perguntado a respeito de como são acondicionados diariamente os resíduos domésticos dos discentes (Figura 3).

Figura 3 – Acondicionamento dos resíduos domiciliares pelos entrevistados



Fonte: Autores, 2019

Notou-se que, 57,4% dos participantes da pesquisa acomodam seus resíduos em recipientes com tampa e saco plástico, enquanto 33% em recipiente sem tampa e com saco plástico, 4,3% em recipiente com tampa sem saco plástico, 3,2% sobre calçadas, 1,1% em recipiente coletivo e também 1,1% em sacos plásticos somente, outras opções como acomodamento em terreno baldio e próximo a canais não obtiveram porcentagens.

O acondicionamento é a fase que o resíduo é armazenado temporariamente para ser coletado e transportado de modo a evitar a proliferação de vetores, poluição visual e odores, tendo a população como agente fundamental para que esta etapa ocorra de forma adequada (MARTINS, 2014).

Nesse sentido, a resolução do CONAMA 275/2001 estabeleceu padrões de cores para coletores de cada tipo e resíduo: azul para papel/papelão; vermelho para plástico; verde para vidro; amarelo para metal; preto para madeira; laranja para resíduos perigosos; branco para resíduos ambulatoriais e de

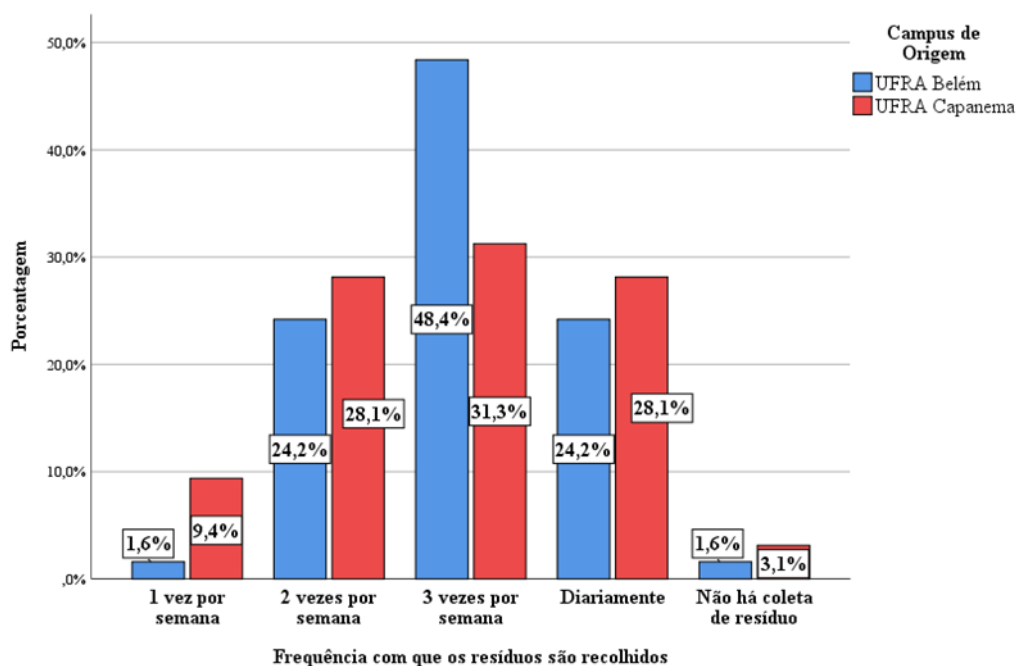
serviços de saúde; roxo para resíduos radioativos; marrom para resíduos orgânicos; cinza para resíduos geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Segundo Barros (2012), a responsabilidade de embalar os resíduos sólidos é do usuário, ou seja, da própria população, “(...) cabendo à instituição pública ou à concessionária fixar padrões, determinar características dos recipientes, tipos e métodos de acondicionamento, e fiscalizar o cumprimento dos regulamentos” (BARROS, 2012).

Assim, a importância do acondicionamento apropriado está em: evitar acidentes; impedir a proliferação de vetores; minimizar o impacto visual e olfativo; e até mesmo facilitar a realização da etapa da coleta (MONTEIRO, 2001; TAVARES, 2014).

Os entrevistados também foram indagados sobre a frequência com que os resíduos em suas ruas são recolhidos (Figura 4).

Figura 4 - Frequência com que são coletados os resíduos sólidos na rua dos entrevistados



Fonte: Autores, 2019

Para os discentes de Belém, 48,4% afirmaram que seus resíduos são recolhidos ao menos 3 vezes por semana, enquanto que para os pesquisados em Capanema a mesma opção foi apontada por 31,3% dos pesquisados.

Dentro do gerenciamento, a coleta e o transporte englobam desde a partida dos veículos coletores da garagem, perpassando pela etapa de retirada dos resíduos acondicionados nos diversos pontos da cidade, até o caminho para o local de destinação final e o retorno do veículo ao ponto de partida (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002; MAGALHÃES, 2008).

Em relação aos veículos usados para o transporte, são usados geralmente caminhões compactadores e caminhões com carrocerias. A escolha do veículo usado para a coleta e transporte depende de fatores como o tipo e quantidade de resíduos gerados na cidade, bem como a densidade populacional. Os caminhões compactadores possuem maior custo de manutenção e operação, sendo, portanto, indicado para cidades mais populosas e com maior quantidade de resíduos a ser coletado (MARTINS et al., 2014).

Sobre a coleta de RSUs, de acordo com Ramos (2015), pode ser classificada como: coleta comum ou tradicional, quando todos os resíduos são coletados de forma aleatória sem uma separação preliminar, misturando orgânico com inorgânico reciclável e não reciclável; coleta diferenciada, quando os resíduos coletados são separados adotando a origem como critério; e coleta seletiva, quando a topologia e o material continente dos resíduos é o critério usado para separação, geralmente realizada de forma voluntária, desempenhando importante função dentro do gerenciamento dos resíduos sólidos em nível de sustentabilidade (SOUTO; POVINELLI, 2013).

Dessa forma, a coleta diária ou com alta frequência dos RSU torna-se de grande importância, visto que impossibilita o acúmulo dos mesmos nas ruas e calçadas. Contribuindo ainda, para várias outros benefícios ambientais e de saúde pública.

Perguntou-se em seguida, sobre o grau de satisfação dos alunos quanto à coleta seletiva nos respectivos municípios, numa escala Likert com as opções: pouco satisfeito, satisfeito e muito satisfeito, onde para a maioria dos discentes de Belém, 71%, mostraram-se pouco satisfeitos, em contrapartida, 50% dos entrevistados em Capanema afirmaram estarem satisfeitos.

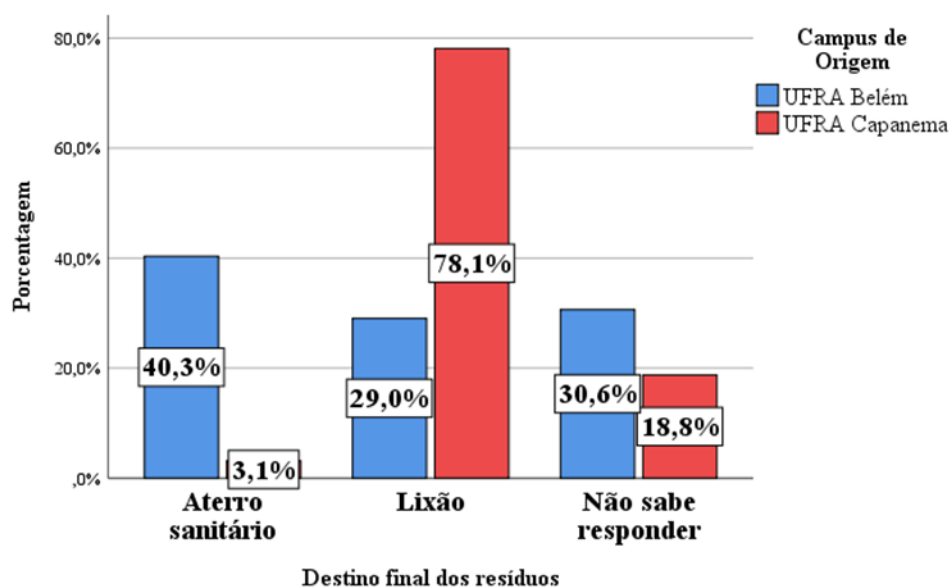
Logo após, indagou-se sobre o grau de satisfação quanto à coleta de resíduos dentro dos respectivos campi da UFRA, utilizando-se a mesma escala aplicada anteriormente, onde 48,4% dos discentes de

Belém mostraram-se satisfeitos, enquanto que para os estudantes de Capanema as opções referentes a pouco satisfeito e satisfeito obtiveram 50% cada.

Sobre o assunto, somente o campus de Belém, possui um Plano de Logística Sustentável, que entre outras coisas, também abrange a questão dos resíduos sólidos dentro da universidade, através do projeto “UFRA Recicla”, cujo objetivo é também desenvolver atividades e ações de educação ambiental que englobem a problemática dos resíduos (PINHEIRO, 2018).

Posteriormente foi perguntado sobre o destino final dos RDs gerados pelos entrevistados (Figura 5).

Figura 5 – Destino final dos RSDs segundo os discentes da UFRA Belém e Capanema



Fonte: Autores, 2019

Dessa forma, evidenciou-se uma grande disparidade entre a destinação final dos resíduos domiciliares entre os discentes da UFRA Belém e Capanema. Com relação aos estudantes da primeira, 40,3% acreditam que seus resíduos tenham como destino final o aterro sanitário, enquanto que 29% afirmaram ser o lixão e 30,6% não souberam responder. Enquanto isso, 78,1% dos alunos de Capanema confirmaram ser o lixão, 3,1% que acreditam ser o aterro sanitário e 18,8% que não souberam responder.

A disposição final ambientalmente adequada é definida pela Lei nº 12.305 de 2010 da PNRS como a prática de “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou risco à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010).

O depósito de resíduos sólidos em lixões, como é comum em muitas cidades brasileiras, ocasiona o agravamento de diversos problemas ambientais e sanitários. É extremamente prejudicial ao meio ambiente e a saúde pública, contribuindo para a poluição do ar e dos recursos hídricos, contaminação do solo por elementos potencialmente tóxicos, proliferação de animais indesejados (ratos, aranhas, escorpiões, serpentes, urubus), proliferação vetores de doenças e risco de acidentes com trabalhadores (OLIVEIRA et al., 2016).

Por outro lado, de acordo com Ramos (2015), a utilização de aterros sanitários é tida como a melhor forma de disposição final, já que a impermeabilização na base do aterro com geomembranas sintéticas protege as águas subterrâneas e o solo da contaminação dos lixiviados oriundos decomposição dos rejeitos aterrados. Além disso, a impermeabilização também retém a infiltração de águas pluviais, bem como os sistemas de drenagem e tratamento dos gases e do chorume gerados, proporcionam o controle da poluição ambiental.

Já os aterros controlados são espaços onde os resíduos são compactados e aterrados em valas abertas no solo, essa forma de disposição é aceita pela legislação ambiental e representa uma alternativa legal e viável para municípios pequenos por conta do seu baixo custo de implantação e operação (MARTINS et al., 2014). Contudo, embora coerente com a legislação, os aterros controlados apresentam riscos de contaminação do lençol freático, do solo e do ar pela inexistência de sistemas de drenagem e tratamentos dos efluentes resultantes da decomposição e por conta da inexistência de uma impermeabilização adequada do solo, que geralmente é apenas uma camada de argila compactada (RAMOS, 2015).

De acordo com Pontes et al. (2017), a questão dos resíduos na região metropolitana de Belém sempre foi um sério problema, sobretudo por conta do crescimento urbano e pela falta de um local adequado para a deposição final dos mesmos. Estima-se que o aterro sanitário responsável por atender toda a região metropolitana receba aproximadamente 1500 t/dia de resíduos sólidos. Contudo, a cidade ainda enfrenta um sério problema com relação à coleta do resíduo, principalmente nos bairros periféricos onde o serviço de coleta é incipiente ou inexistente (ARAÚJO; SOUZA, 2010; PINHEIRO, 2018).

Com relação a Capanema, segundo Santos (2013) e informações fornecidas por servidores na Secretaria Municipal de Urbanismo, Obras e Viação do município, os resíduos oriundos da cidade são distribuídos a céu aberto em um terreno de 500x250 m<sup>2</sup>, localizado a 3 km de distância da sede do município, o qual possui uma existência de mais de 15 anos, recebendo uma faixa de seis a sete

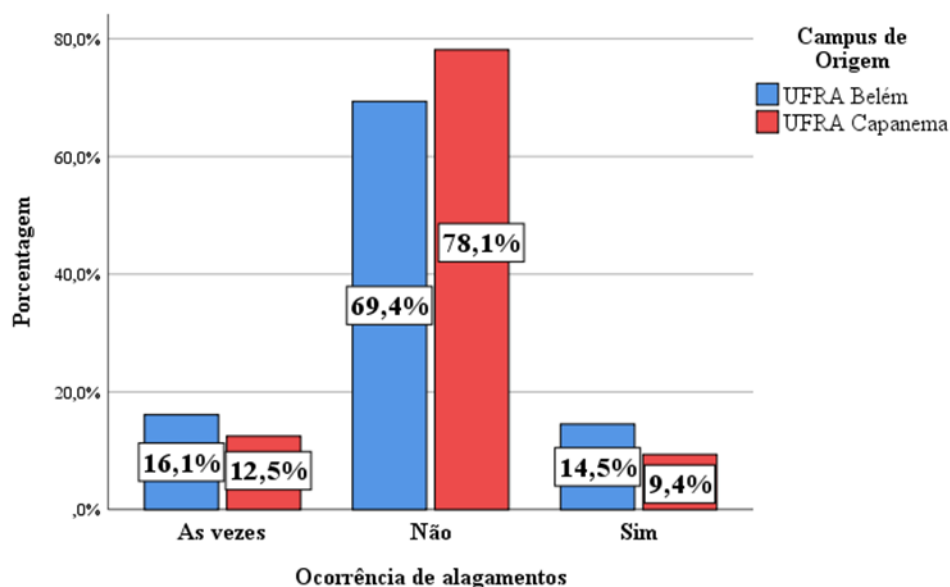
caçambas ao dia (com aproximadamente 9 toneladas de resíduos cada), contribuindo para o sustento de cerca de 33 famílias. Durante visita na área de disposição desses resíduos, evidenciou-se que os mesmos são lançados de modo impróprio no local, não havendo qualquer forma de diferenciação para a deposição. Conseqüentemente, não existe nenhum local para a triagem dos resíduos, contribuindo assim para a contaminação do solo, de corpos hídricos e do lençol freático do local, sobretudo, por conta da percolação do chorume (líquido resultante da decomposição do resíduo, que pode chegar a ser 10 vezes mais poluente que o esgoto) oriundo da degradação dos resíduos (REIS; SERAFIM, 2004).

### 3.3 DRENAGEM URBANA

A drenagem urbana pode ser definida como a gestão das águas pluviais que escoam no perímetro urbano (TUCCI; CRUZ, 2000). Nesse sentido, para que esse gerenciamento ocorra de forma adequada, torna-se essencial a quantificação dos resíduos sólidos, uma vez que, de acordo com Neves e Tucci (2008), os mesmos possuem grande efeito sobre os sistemas hídricos urbanos, através da obstrução dos sistemas de drenagem e conseqüente aumento da frequência de inundações e alagamentos; e também por conta da alta possibilidade de degradação aos corpos hídricos.

Nessa perspectiva, perguntou-se aos entrevistados acerca da existência de pontos de alagamentos próximos de suas residências (Figura 6).

Figura 6 - Porcentagem de discentes, por cidade, que enfrentam problemas com alagamentos.



Fonte: Autores, 2019

Como resultado, 78,1% dos discentes de Capanema declararam que não, 12,5% às vezes e 9,4% afirmaram enfrentarem problemas. Resultados próximos aos obtidos por alunos de Belém, onde 69,4% informaram não enfrentarem, 16,1% às vezes e 14,5% declarando que sim. Para os casos afirmativos, as principais causas apontadas para a ocorrência dos alagamentos estiveram relacionadas à falta de estruturas de saneamento básico e aos resíduos dispostos de forma inadequada nas ruas.

Nesse sentido, para erradicar problemas de drenagem torna-se necessária à ação do Estado no sentido de prestar serviços públicos de saneamento básicos efetivos. Para Tucci (2003) seria necessário à criação e desenvolvimento de um Plano Diretor de Drenagem Urbana. O qual, entre outras coisas, tenha em vista o controle dos efluentes de modo integrado com o esgoto sanitário e os resíduos sólidos.

Além disso, surge a necessidade da propagação de uma educação ambiental, tanto por parte do poder público, como até mesmo da própria Universidade, a mesma pode vir a se tornar uma importante ferramenta para adequar o homem a seu espaço por meio de incentivos à análise crítica de sua realidade, usando a percepção e sensibilização do indivíduo e provocando nele a sensação de pertencimento (JACOBI, 2003).

## 4. CONCLUSÃO

A problemática dos resíduos sólidos domiciliares é uma realidade próxima e preocupante, de forma geral, foi possível verificar a insatisfação dos discentes da UFRA, tanto no campus sede quanto em Capanema, com relação à gestão dos resíduos sólidos em seus respectivos municípios.

Com relação à coleta seletiva, uma das práticas mais eficientes para destinar os resíduos ainda é pouco praticada pelos discentes, daí percebe-se a falta de autonomia e interesse em desenvolvê-la, uma vez que não se trata de uma atividade muito complexa que poderia ser administrada pelos próprios discentes e ainda agregar valor comercial ao material descartado, através de compostagem, reciclagem ou reuso, por exemplo.

Este estudo mostra que existe uma lacuna em relação à ação efetiva da comunidade universitária no tratamento de seus resíduos, uma vez que afirmam conhecer as formas corretas de descarte e acondicionamento, mais nunca se disponibilizaram a fazê-la. Seria necessário então, criar um projeto de gestão integrada de resíduos, incluindo a participação de catadores, cooperativas, bem como a própria comunidade, seguindo o exemplo de outras instituições públicas de ensino que já desenvolveram essa atividade. Além disso, é necessário maiores ações de educação ambiental na



universidade, de modo a aumentar a conscientização dos discentes sobre a importância de práticas de reciclagem, assim como de outras formas de reaproveitamento dos resíduos, tal como a compostagem para os casos dos resíduos de origem orgânica.

Foi possível verificar ainda, que o percentual de discentes que tem a destinação final de seu resíduo em lixões, sobretudo no município de Capanema, é alarmante. Isto evidencia a falta de um gerenciamento eficiente dos resíduos sólidos urbanos no município e ainda ressalta a precariedade em relação ao saneamento básico e drenagem urbana das águas pluviais, principalmente em Belém, visto que alguns discentes afirmaram haver alagamentos nas proximidades de suas residências. Necessitando assim, uma maior intervenção do poder público nessas questões de infraestrutura urbana.

Assim, a percepção ambiental dos atores envolvidos no processo é uma ferramenta eficaz no reconhecimento da dinâmica de um determinado local e a sua insatisfação com a situação atual, apontando os reflexões e pontos-chaves que devem ser repensados e reestruturados para buscar melhorias. No caso da Universidade Federal Rural da Amazônia, existem possibilidades de reversão destes cenários através de uma maior mobilização interna e da aplicação de ações de educação ambiental, sobretudo no campus de Capanema, ressaltando a importância de uma boa gestão dos resíduos sólidos dentro e fora da universidade.

## 5. AGRADECIMENTOS

A todos os discentes da UFRA Belém e Capanema que participaram da realização da pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos sólidos: classificação, 2004.

ADAMA, M.; ESENA, R.; FOSU-MENSAH, B.; YIRENYA-TAWIAH, D. Heavy Metal Contamination of Soils around a Hospital Waste Incinerator Bottom Ash Dumps Site. *Journal of Environmental and Public Health*, 2016.

AQUINO, I. F. Proposição de uma rede de associações de catadores na região da grande Florianópolis: alternativa de agregação de valor aos materiais recicláveis. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ARAÚJO, M. L.; SOUZA, S. N. Análise Da Disposição Do Lixo Na Cidade De Belém-Pa: O Caso Do Lixão Do Aurá. Programa de Pós-Graduação em Geografia Instituto de Geociências Universidade Federal do Rio Grande do Sul. v. 4, n. 1, 2010.

AZEVEDO, P. B.; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M.; FERREIRA, P. M. L. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal – PB. Revista Verde, v. 10, n.1, p. 20 - 34, jan/mar, 2015.

BARROS, R. T. V. Elementos de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BESEN, G. R.; JACOBI, P. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

BOEIRA, S. L.; DOMINGOS, D. C. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: análise do atual cenário no município de Florianópolis. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS. Vol. 4, N. 3, p. 5-30 Set/ Dez, 2015.

BRASIL. Lei 6.938 de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei 12.305 de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRUM, D. P.; SILVEIRA, D. D. Educação ambiental na escola: da coleta seletiva do lixo ao aproveitamento do resíduo orgânico. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v(4), nº 4, p. 608 – 617, 2011.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos–ABRH, 2007.

CUNHA, C.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. Gestão & produção, v.9, n.2, p.143-161, ago, 2002.

DAPPER, D.; MENEZES, D. C. Percepção dos consumidores sobre programa de descarte de resíduos recicláveis em redes supermercadistas de Porto Alegre. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS, v. 2, n. 2, p. 154-176, 2013.

DIMAGGIO, P.J.; POWELL, W.W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. Revista de Administração de Empresas, v. 45, n. 2, p. 74-89, 2005.

FONSECA, M. D.; CARVALHO, G. C.; CORRÊA, M. M., HOLANDA, R. M. Os riscos relacionados ao ambiente e à atividade de coleta de resíduos sólidos urbanos. Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 96 – 100, 2013.

FREIRE, G. M. Análise de Municípios Mineiros quanto à Situação de seus Lixões. Dissertação. (Mestrado Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Departamento de Cartografia e Centro de Sensoriamento Remoto do Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 104 p., 2009.

GALDINO, S. J.; MARTINS, C. H. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte. *TECNO-LÓGICA*, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 01-08, jan./jun, 2016.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, s/v, n. 118, p.189-205, 2003.

Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, DF: Presidência da República.

LIMA, J.; REZENDE, F.A.; COSTA, C. R.; NEWPORT, A. M. Rede de cooperação no êxito de iniciativas voltadas para a utilização de composto orgânico na produção de hortaliças por pequenos agricultores em Camaçari-Ba. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 3, p. 47-52., 2008.

MAGALHÃES, D. N. Elementos para o diagnóstico e Gerenciamento dos resíduos sólidos Urbanos do município de dores de campos – MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Análise Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora, - Juiz de Fora, 2008.

MASSUKADO, L. M. Sistema de apoio à decisão: Avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, 230p., 2004.

MELAZO, G. C. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. *Olhares e trilhas*, Uberlândia, ano VI, n. 6, p. 45-51, 2005.

MENDES, J.F.G. *O Futuro das Cidades*. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

MIRANDA, N. M.; MIRANDA, U. A. O. Revisão dos Modelos e Metodologias de Coleta Seletiva no Brasil. *Sociedade & Natureza*. v.30, n.2, p.1-22, mai./ago, 2018.

MORAES, R. P. Definição de um sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos com compostagem para Londrina, PR. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2012.

MONTEIRO, J. H. P. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos /...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Revista Ambiente & Água*. vol. 10, n. 4, p. 889-902, out/dez, 2015.

NETO, P. N. Resíduos Sólidos Urbanos: perspectiva de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume, 13 n.4, p. 43-53, Out/Dez, 2008.

OLIVEIRA, B. O. S.; TUCCI, C. A. F.; JÚNIOR, A. F. N.; SANTOS, A. A. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. Engenharia Sanitaria e Ambiental. v.21, n.3, p. 593-601, jul/set, 2016.

OLIVEIRA, L. ; PEREIRA, J.; BARRETO, I.; CAVALCANTE, A.; GUENTHER, M. Percepções e atuação dos estudantes universitários da área de saúde em relação a gestão de resíduos sólidos: Um estudo de caso na Universidade de Pernambuco, Recife - PE. Pesquisa em Educação Ambiental (Online), v. 10, p. 130-143, 2015.

PINHEIRO, C. P. S. Diagnósticos e proposições sobre a questão dos resíduos sólidos no conjunto Catalina, bairro do Mangueirão, Belém-PA. Educação Ambiental em Ação, Número 64, Ano XVII, Jun-Ago, 2018.

PINHEIRO, C. P. S.; SANTOS, D.; TORRES, L.; RODRIGUES, P. Práticas De Gestão Ambiental Em Instituições De Ensino Superior: O Caso Da Universidade Federal Rural Da Amazônia, Campus Belém. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 487-512, jun. 2019.

PONTES, A. K. S.; SOARES, I. R. C. ; SILVA, P. V. C. ; MORAES, E. T. I. ; SANTOS, J. T. S. Análise da paisagem e formas de uso do solo, no aterro sanitário de Marituba/PA, através da ferramenta sig. In: 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2017.

Plano de Gestão e Logística sustentável da UFRA. Universidade Federal Rural da Amazônia. Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional – PROPLADI, Belém, 2016.

RAMOS, H. M. L. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Campo Mourão – PR. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

REIS, T.; SERAFIM JUNIOR, M. Revisão do gerenciamento dos resíduos sólidos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (campus Curitiba): dados preliminares para a implementação da coleta seletiva; PUCPR, 2004.

RIBEIRO, B. M. G.; MENDES, C. A. B. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento. Curitiba, v. 7, n. 3, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p. 422-443, ago, 2018.

ROCHA, C.; MOURA JUNIOR, A.; MAGALHÃES, K. Gestão de resíduos sólidos: percepção ambiental de universitários em uma instituição de ensino superior brasileira. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient., v. 29, 2012.

RUSSO, M. A. T. Tratamento de resíduos sólidos. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Coimbra, 2003.

SANTOS, B. E. P. A inclusão de uma cooperativa e suas vantagens no ângulo socioambiental em um caso de Capanema-Pará. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA, 2013.

SANTOS, R. C.; CAMPOS, J. F.; PINHEIRO, C. D.; TOLON, Y. B.; SOUZA, S. R. L.; BARACHO, M.; CARMO, E. L. Usinas de Compostagem de Lixo Como Alternativa viável à Problemática dos Lixões no Meio Urbano. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, 2006.

SARTOR, M. J. Políticas de gerenciamento de resíduos nas Universidades Estaduais Públicas Paranaenses. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Londrina, p.141, 2010.

SILVA, E. M.; ALBUQUERQUE, W. G.; SOBRINHO, L. G. A.; MEDEIROS, A. N. Estimativa da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.13, nº 1, p. 66-73, jan/mar, 2018.

SILVA, S. S. F.; SANTOS, J. G.; CÂNDIDO, G. A.; RAMALHO, A. M. C. Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB. Reunir, vol. 2, nº 3 – Edição Especial Rio +20, Ago., p.76-93, 2012.

SOUTO, G.D. B; POVINELLI, J. Resíduos sólidos. In: Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, p.565-588, 2013.

SOUZA, F.A.; AQUINO, A.M.; RICCI, M.S.F.; FEIDEN, A. Compostagem. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, 11 p. (Boletim Técnico, nº 50), 2001.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. Cienc. Cult. vol.55 n. 4 São Paulo Oct./Dec, 2003.

TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S. Avaliação e Controle da Drenagem Urbana. 1 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 558 p., 2000.

VIEGAS, S. F. S. S. Sustentabilidade em instituições de ensino superior: um estudo na Universidade Federal Rural da Amazônia. Dissertação de Mestrado, PPAD / Unama, Belém, 2013.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. Rev. Bras. de Agroecologia. 5(2): 81-88, 2010.

## ESTADO DA ARTE SOBRE SUBSTRATO E PLANTAS UTILIZADOS EM TELHADOS VERDES

*Alessandra Crispim Canedo*

*Kátia Maria de Souza -engkatia@gmail.com*

*Roulien Vieira*

*Higor Eduardo da Silva Alves*

*Anando Rodrigues dos Santos*

**RESUMO:** Um dos principais objetivos da infraestrutura verde é a redução das águas pluviais na paisagem urbana, o que é obtido especialmente por causa do substrato e das plantas em crescimento dentro dele. Este estudo propõe-se a avaliar as diferentes composições baseada em materiais alternativos como o sistema de cobertura de telhado verde (plantas e substrato) em trabalhos que apontaram uma diversidade de profundidades de substrato (20mm a 400mm). As principais descobertas foram comprovar que há possibilidade de incluir diversos materiais na composição de substrato, que a profundidade do mesmo não afeta diretamente a retenção de água, ou a redução da temperatura, e que a vegetação suculenta é a mais pesquisada e utilizada em telhados verdes e o uso de plantas locais aumenta a possibilidade de sobrevivência dos telhados verdes.

**Palavras-chave:** Telhado verde; Substrato; Resíduos; Planta suculentas

## INTRODUÇÃO

Telhados verdes vegetados são sistemas construtivos já consagrados que substituem ou se sobrepõem às coberturas convencionais. Algumas das principais vantagens da implantação do sistema são: a contribuição para a drenagem e reciclo de águas; as melhorias no conforto térmico no interior e exterior dos edifícios; a amortização dos impactos nocivos da urbanização (JOBIM, 2013; ROSSETI et al., 2013; TOMINAGA, 2013; TASSI et al., 2014; YANG et al., 2015; HE et al., 2016).

Tais estruturas são basicamente compostas pelas seguintes camadas: impermeabilização; b) drenagem; substrato; e vegetação e de acordo com a espessura dos substratos os telhados verdes são classificados em extensivo quando a camada é menor que 15cm e intensivo quando esta é maior que 15cm. (JOBIM, 2013; TOMINAGA, 2013).

Segundo Harris (2014) uma preocupação apontada pelas Diretrizes da – FLL é sobre a capacidade do substrato em sustentar adequadamente as plantas. Sendo esta uma das principais funções dos substratos: a capacidade de ancorar a vegetação e fornecer água e nutrientes suficientes ao desenvolvimento saudável das espécies (BERNDTSSON, 2010; GRACESON et al. 2013; MILLER, 2014; CHENANI; LEHVÄVIRTA & HÄKKINEN, 2015; NAWAZ, MCDONALD & POSTOYKO, 2015). Segundo os autores pesquisados a escolha dos materiais para a composição do substrato deve promover a utilização de materiais alternativos, de baixo custo e de peso leve.

O telhado verde é um sistema composto por organismos vivos (plantas), que podem sofrer alterações de desenvolvimento, especialmente em locais onde há grande variação climática ao longo do ano, servindo como alerta para a escolha de vegetação adequada ao clima da região a ser implantado (VIJAYARAGHAVAN, 2016). Dvorak & Volder (2010) afirmam que a seleção adequada das plantas é uma das áreas mais críticas de conhecimento necessário para projetar telhados verdes bem-sucedidos, e também, aponta a necessidade de um estudo sobre as condições ambientais em que as plantas são submetidas nos telhados verdes visto que há grande variação dentro de cada continente e entre diferentes localidades.

Para Saltzman & Marriott (2009) a vegetação do telhado verde deve alcançar um alto padrão de crescimento (preencher toda área destinada ao telhado verde), ser autossustentável (requerer manutenção mínima, tais como podas e fertilização).

Desta forma objetiva-se investigar e documentar o que é conhecido sobre substratos alternativos e vegetações que foram estudadas para telhados verdes, a fim de fazer recomendações de orientação e eficiência para futuras pesquisas e aplicações.

## MÉTODO

Foram levantados dados de trabalhos de diversos pesquisadores em sites de busca científica como Science Direct, bem como publicações nacionais sobre composições de substratos com materiais alternativos e diversidade de plantas. Esta revisão varre um cronograma de trabalhos acadêmicos publicados a partir de 2003 até de 2016. Para ser incluído nesta revisão, o trabalho tinha que atender aos seguintes critérios: (1) a pesquisa testavam novos substratos ou plantas para um clima muito específico, (2) as descobertas se aplicam diretamente à tecnologia de telhados verdes, (3) o artigo foi publicado e está disponível em um domínio eletrônico para fácil consulta.

Os trabalhos de pesquisa foram coletados e classificados por áreas de foco de pesquisa comum, como vegetação, águas pluviais e para melhor visualização elaborou-se uma Tabela 1 para a apresentação dos dados de trinta e nove autores consultados para esta pesquisa.

Somente descobertas sobre vegetação e substratos são apresentadas aqui e foram resumidas na Tabela 2 para identificar sua contribuição original para o conhecimento com base em vários fatores, incluindo a espessura do substrato de crescimento, tipo de vegetação, localização da pesquisa e achados significativos de o estudo.

## RESULTADOS

A revisão da pesquisa de substratos e vegetação de telhado verde resultou em 69 trabalhos referenciados dos quais 39 investigações mereceram destaque ao examinarem novos materiais para a composição de substratos e os resultados são descritos e organizados na Tabela 2.

Foram consultados 42 artigos internacionais sendo que 28 estão presentes na referida tabela pois possuíam os requisitos estudados e se enquadravam no período aceitável para a revisão proposta. . Onze dissertações (oito na tabela) e três monografias (apenas uma). Três investigações foram publicadas em revistas acadêmicas nacionais e duas constam na tabela, com uma investigação restante publicada em anais da conferência que também integra a tabela. Três livros sendo dois internacionais, um nacional, ainda uma tese internacional e nenhum fez parte da tabela.



Não foram encontrados trabalhos para representar todas as regiões do Brasil e a maioria das regiões são representadas por uma única investigação.

Foram estudadas as correlações exercidas pela profundidade dos substratos em relação a retenção de água (Figura 1 e Figura 2) e a redução na temperatura (Figura 3). E apontados os principais benefícios oferecidos por cada nova mistura de materiais na composição dos substratos. Na consulta das plantas utilizadas foi possível estabelecer quais as plantas são mais pesquisadas pelos autores e os motivos da escolha.

Outro aspecto observado nos trabalhos consultados é sobre os assuntos tratados em cada estudo visto que, mesmo sendo o substrato e as plantas, o alvo desta revisão, os autores pesquisados tinham objetivos diversos e, na maioria dos casos, o intuito era uma pesquisa que correlacionava tais componentes do telhado verde com algum dos benefícios socioeconômicos ou ambientais por eles oferecidos.

Os estudos sobre telhado verde são, em 70% dos casos, realizados em áreas de clima temperado e, em 65% dos casos, a análise principal é sobre conforto térmico e/ou sobre a capacidade de redução ou retardo do volume de chuva (OHNUMA JÚNIOR, SILVA & GOMES, 2015). Para facilitar a identificação do tema foi utilizado um esquema conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Esquema de cores adotados na Tabela 2.

Qualidade da água	Retenção e conforto térmico
Conforto térmico	Retenção
Novos substratos	Influência do clima
Desenvolvimento da vegetação	

Para a concepção da Tabela 2, era necessário reduzir ao máximo a informação para se ajustar aos parâmetros que viabilizassem a apresentação adequada dos dados e, para tanto foram utilizadas algumas abreviaturas tais como para o termo Telhado Verde sob a sigla TV, para Matéria Orgânica a sigla MO, para Conforto Térmico CT, ES para Escoamento Superficial e abreviações como temp. para Temperatura, red. para Redução, vol. para Volume e qtd. para Quantidade. Outra opção foi a utilização de notas de rodapé para casos mais específicos que se fez necessária uma explicação maior do que a adotada para a apresentação dos dados.

Merece a definição previa um termo bastante utilizado na literatura que a palavra “turfa” que se refere à uma substância fóssil, orgânica e mineral, resultante da decomposição de várias plantas, especialmente de musgos do gênero *Sphagnum*, comum em áreas com abundância de água pois é produzida a partir da decomposição de matéria orgânica, encontrada em várias partes do mundo e, possui baixo custo que, cortada e seca, é usada como fertilizante, combustível e queimada como carvão (FRANCHI; SÍGOLO & LIMA, 2003).

Tabela 2 – Resumo geral dos dados coletados e apresentação das plantas e substratos encontrados na literatura

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
1	Berndtsson, Emilsson & Bengtsson (2006)	Augustenborg, na cidade de Malmö-Suécia	Verificar se o substrato do TV atua como sumidouro ou como fonte poluidora	Lava esmagada, solo calcário natural, argila e M.O.	30	<i>Sedum musgo</i> , <i>Sedum album</i> e <i>Sedum acre</i>	O TV foi sumidouro para nitrogênio e fonte para outros metais
2	Lopes (2007)	São Carlos-SP	Analisar o comportamento térmico de diferentes coberturas <sup>1</sup> :	Terra preparada	100	<i>Zoysia japonica</i>	A CLV reduziu a temp. em até 31,1 °C em comparação com telhas de aço galvanizado
3	Oliveira (2009)	Rio de Janeiro-RJ	Estudar a red. no ES, o tempo de retardo e o CT em relação à cobertura de fibrocimento.	Biomix (substrato agrícola comercial)	20	<i>Eruca sativa</i> , <i>Allium cepa</i> , <i>Lactuca sativa</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> e <i>Liriopsis spicata</i>	Retenção de até 56% e retardo do pico de até 8 min. Red. da temp. interna em 2 °C e no ambiente externo 4 °C
4	Rosseti (2009)	Cuiabá-MT	Avaliar a contribuição do TV no micro clima em relação a telhas de fibrocimento	Terra e M.O. (pedaços de madeira, palha de arroz e vegetais seco)	40	<i>Alternanthera sp</i> <i>Cuphea sp</i>	Redução de 4,7 °C na temp. e aumento de até 12,3% na umidade relativa e red. de 15 °C na amp. térmica
5	Palla, Gnecco & Lanza (2010)	Genoa-Itália	Avaliar a implantação do TV em um	84% material vulcânico <sup>2</sup> e 16% de M.O.	400	Assemelha-se a um representante	Vol. retidos em média 51,5%. Red. do pico de

<sup>1</sup> Cobertura de aço galvanizado (A.G.), telha de fibrocimento, laje pré-moldada cerâmica, telha cerâmica e cobertura verde leve (CVL)

<sup>2</sup> 70% de lapillus e 30% ou 20% de pedra-pomes e 10% de zeólito

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
			telhado existente quanto à retenção de água			do gênero <i>Sedum</i> .	83,3%, em relação à Laje pré fabricada.
6	Beatrice (2011)	São Carlos-SP	Determinar a profundidade ideal e verificar a variação da temperatura	Origem mineral de uma área próxima das instalação do experimento	100	<i>Paspalum notatum</i> , <i>Arachis repens</i> e <i>Ophiopogon japonicus</i>	Melhor desempenho é 10 cm independente da planta. Diferença máx. de temp. foi 10 °C entre 5 cm e 10 cm
7	Baldessar (2012)	Curitiba-PR	Avaliar o TV em relação à gestão de águas pluviais.	M.O., vermiculita expandida, calcário, gesso agrícola, NPK e serragem	50	<i>Portulaca grandiflora</i>	Escoamento 30,7% no TV e 77,3% no convencional
8	Stovin, Vesuviano & Kasmin (2012)	Sheffield-Reino Unido	Dados do desempenho hidrológico de um TV monitorado continuamente	Composto por uma mistura de tijolos triturados e finos	80	Plantas suculentas	A retenção de 50,2%
9	Graceson <i>et al.</i> (2013)	Shropshire-Inglaterra	Analisar a composição (Tijolo e ladrilho triturado –TLT) e profundidade dos TV's para a capacidade de retenção de água	TLT grosso e Lytag® + 10% ou 20% resíduos verdes RV	75	<i>Sedum acre</i> , <i>Sedum album</i> , <i>Sedum lydium</i> e <i>Sedum spurium</i>	Reteve em média 44% da chuva. Aumentou apenas 20% quando a profundidade foi de 75 mm para 150 mm
				TLT fino e Lytag® + 20% ou 30% de RV	150		
10	Jobim (2013)	Santa Maria –RS	Testar a argila expandida como camada drenante	Sem argila expandida	3 a 3,5	<i>Axonopus compressus</i> e <i>Kalanchoë blossfeldiana</i>	Redução média de 79,8% com argila e 59%, e sem argila.
				Com argila expandida	4 a 4,5		
11	Seidl <i>et al.</i> (2013)	Paris-França	Avaliar a liberação/retenção dos TV em relação a poluentes comuns e metais e ver como a espessura do subs-trato afeta a concentração.	Substrato 70% de rocha vulcânica (pouzzolane) e 30% de casca e turfa	6 cm e 16 cm	<i>Sedum Sexangulare</i> , <i>Floriferum</i> , <i>Reflexum</i> , <i>Lydium</i> e <i>Album Sedum</i>	Red. das cargas de zinco no TV foi 98% maior que no convencional. Períodos longos de chuva diminuíram a eficiência de retenção de cobre em 29%
12	Bisceglie, Gigante & Bergonzoni (2014)	Parma-Itália	Utilizar o concreto celular autoclavado (CCA) granu-lar <sup>3</sup>	70% de solo e M.O. e 30% de CCA granular		Não implantaram	Eficaz e, portanto, sugerem a introdução de

<sup>3</sup> Rejeitos do processo de fabricação, tijolos com fraturas e irregularidades.

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
			no lugar de pedrapomes				CCA pois reduz os resíduos industriais.
13	Miller (2014)	Curitiba – PR	Testar um substrato de TV extensivo para melhorar a capacidade de retenção	60% M.O <sup>4</sup> . e 40% de casca de arroz carbonizada	100	<i>Portulaca grandiflora</i>	Reteve 57,5% em janeiro, 94,6% e fevereiro e 36,9%, em março
14	Razzaghmanesh, Beecham & Kazemi (2014)	Adelaide, no sul da Austrália	Analisar configurações de TV sobre a qualidade das águas pluviais e comparar a telhados de alumínio e de concreto	A) tijolo triturado, escória, fibra de coco e compostos orgânicos e B) escória, Flocos (hydrocell®).	2 intensivos e 2 extensivos;	<i>Carpobrotus rossii</i> , <i>Lomandra longifolia</i> , <i>Dianella caerulea</i> e <i>Myoporum parvifolium</i> .	Maior concentrações de polu-entes inicial. Os extensivos apresentaram melhor remoção Menos solo reflete em menor lixiviação de poluentes
15	Silva (2014)	Rio Claro-SP	Avaliar a qualidade e a quantidade de água escoada e armazenada no TV com diferentes substratos.	Vivatto <sup>5</sup>	130 extensivo	<i>Callisias Repens</i>	vol. percolado 36- 80%
				Terra Vegetal <sup>6</sup> (TVeg.)			vol. percolado 20-42%, cobertura vegetal não foi 100%
				Vivatto + TVeg.			vol. percolado 40-90%
16	Vijayaraghavan & Raja (2014)	Chennai (Madrás) Tamil Nadu-Índia	Avaliar o desenvolvimento da planta em diferentes misturas do mesmo substrato	inorgânica (vermiculita, perlita, tijolo triturado e areia) e M.O.	100	<i>Portulaca grandiflora</i>	Observaram melhora significativa na biomassa total para todas as misturas de substratos
17	Bates et al. (2015)	Reino Unido	Testar o teor de M.O. sobre: a quantidade de espécies e a sua capacidade de completar seu ciclo de vida (semente)	MO=40mm + 110 mm resíduo de demolição (concreto, seixos, tijolos, cerâmicas e areia)	150	25 espécies: <i>Centaurea cyanus</i> , <i>Papaver dubium</i> , <i>Prunella vulgaris</i> e <i>Lotus corniculatus</i>	A qtd. de M.O. adicionada no TV foi muito baixa. Os nutrientes em sistemas de TV deve ser mantida baixa.

<sup>4</sup> 35% de terra, 5% de vermiculita, 20% de turfa

<sup>5</sup> MO+vermiculita, casca de pinus e carvão

<sup>6</sup> Solo de baixo teor de M.O. esterilizado, atóxico e inodoro

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
18	Beecham & Razzaghmanesh (2015)	Adelaide-Austrália do Sul	Analisar quantidade de água escoada em diferentes profundidades – extensivo e intensivo	A, B e C <sup>7</sup>	300	Vegetação <sup>8</sup>	Red. do vol. escoado 95%
					100		Red. do vol. escoado 52%
					300	Sem vegetação	Red. do vol. escoado 65%
					100		Red. do vol. escoado 31%
19	Bevilacqua <i>et al.</i> (2015)	Lleida-Espanha	Comparar a temp. de um TV de 2.000m que possuía cobertura vegetal de 10% em 2010 versus 80% em 2012	40% de M.O. (fermentações e fibras de coco) + 60% (finas partículas recicladas de cascalho)	20	40% <i>Sedum album</i> , <i>Sedum rupestre</i> e <i>Sedum moranense</i> e 60% de <i>Sedum spurium</i> , <i>Sedum sediforme</i> , <i>Sedum acre</i>	A temperatura é reduzida de 28,8 °C para 14,9 °C.
20	Chenani; Lehvavirta & Häkkinen (2015)	Helsínquia-Finlândia	Fazer uma análise do impacto ambiental causado pelas escolhas dos componentes do substrato de TV	80% de tijol. triturado, 10% de argila expandi-da e 10% de composto.	100	Não implantaram	Sugerem evitar a lâ de rocha, as camadas plásticas e a argila expandida e explorar material alternativo, de modo a ter um impacto ambiental mínimo e preservar as funções do TV.
				15% de areia, 15% de compostos e 70% de pedra-pomes branca.		Não implantaram	
21	Klein & Coffman (2015)	Norman, Oklahoma-EUA	Testaram a vegetação em eventos climáticos extremos, como ventos fortes, ondas de calor e condições de seca	Não há informações sobre a composição do substrato mas diz que ele é escuro	101 e 202	<i>Sedum(S)</i> ; <i>gramíneas (G)</i> ; <i>herbáceas(H)</i> ; <i>Euphorbia maculate (Em)</i> , <i>Portulaca maculate(Pm)</i> , <i>Bouteloua gracilis(BG)</i> e <i>Delosperma cooperi(Dc)</i>	Baixa germinação de GH; <i>Bg</i> e <i>Dc</i> são resistentes a condições climáticas adversas, <i>S.</i> teve alta mortalidade; Sugiram

<sup>7</sup> A) tijolo vermelho triturado, 20mm de escoria, fibra de coco e compostos orgânicos; B) 20mm escoria, casca de pinho compostada e flocos de células hidroelétricas; C) 50% do tipo B e 50% de composto orgânico.

<sup>8</sup> *Brachyscome multifida*, *Disphyma crassifolium*, *Chrysocephalum apiculatum*

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
							invasoras: <i>Em</i> e <i>Pm</i>
22	Nawaz, Mcdonald & Postoyko (2015)	Leeds - Reino Unido	Investigar o desempenho hidrológico de um T.V.	Substrato comercial "tapete de drenagem"	extensivo	<i>Sedum Acre</i> , <i>Sedum reflexum</i> e <i>Sedum Album</i>	Red. do vol. escoado de 3,6% a 100%, com média de 66%.
23	Molineux <i>et al.</i> (2015).	Londres - Reino Unido	Verificaram se alguns substratos alternativos são comparáveis ao agregado de tijolo(T) vermelho(V) triturado(T) - TVT amplamente utilizado para suportar o estabelecimento da planta.	TVT+T. amarelos T-TAT, pelotas de argila-PA + lodo de esgoto LE, cinzas de jornal reciclado-CJR, Carbono (resíduos de pedras calcárias e dióxido de carbono) e Superlite (resíduos triturados de concreto).	550	Várias <sup>9</sup>	PA aumentou a cobertura vegetal e o número de espécies de plantas. Substratos com mistura de dois ou três tipos de agregados proporcionaram maior abundância e diversidade de plantas. Os substratos Superlite, TAT e CJR não são eficazes em permitir abundância de vegetação.
24	Nascimento (2015)	Maracanã - Rio de Janeiro	Estudar a contribuição dos TV's modulares submetidos a chuvas de alta intensidade: 155mm/h por 7 minutos na retenção e retardo do ES.	Provaso (composto orgânico de turfa cinza) - seco	50	<i>Composto de 70% Callisia repens, 15% Portulacca oleracea, 15% Aptenia cordifolia</i>	Retenção de 33,3% no módulo vegetado "úmido", e 72,99% para módulo sem vegetação em estado "seco". A média independente é 58,33%.
				Provaso- "úmido"	50		

<sup>9</sup> *Echium vulgare*, *Knautia arvensis*, *Centaurea nigra*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon hispidus*, *Ori-ganum vulgare*, *Plantago media*, *Galium verum*, *Bromus erectus*, *Hypericum perforatum*, *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Malva moschata*, *Ranunculus acris*, *Reseda lutea*

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
25	Ondoño, Martínez-Sánchez & Moreno (2015)	Santomera-Múrcia-Espanha	Avaliar o crescimento de seis espécies nativas em três substratos artificiais diferentes, utilizando um “resíduo verde <sup>10</sup> ” RV	RV + solo argiloso; RV+argila expandida; RV + resíduos da construção civil (RC)	Não informado	<i>Silene vulgaris</i> , <i>Silene secundiflora</i> , <i>Crithmum maritimum</i> , <i>Lagurus ovatus</i> , <i>Asteriscus maritimus</i> , <i>Lotus creticus</i>	Concluíram que as misturas de RV com argila expandida ou RC foram melhores para as raízes do que a mistura com solo argiloso
26	Pisello; Piselli & Cotana (2015)	Perugia - Itália	Analisar os <i>Cool-Green</i> , que combina TV e telhados frios	comum	300	<i>Helichrysum italicum</i>	Red. até 6 °C em relação à temp. do telhado de concreto
27	Savi (2015)	Curitiba PR	Avaliar a temp. superficial e retenção de água da chuva em: laje impermeabilizada (chapa de compensado); telhado em fibrocimento; telhado cerâmico; e TV	35% de terra, 20% de turfa, 40% de casca de arroz carbonizada e 5% de vermiculita.	100	<i>Bulbine frutescens</i> , <i>Tradescantia zebrina</i> , <i>Arachis repens</i> , <i>Sedum mexicanum</i> , <i>Callisia repens</i> .	TV reduziu a temp. em até 10 °C durante o dia e elevou em média 2 °C à noite. Em relação à retenção: <i>Bulbine frutescens</i> 60% e <i>Sedum mexicanum</i> 50%.
28	Vijayaraghavan & Raja (2015)	Madras-Índia	Incorporar 10% de alga marinha ( <i>Turbinaria conoides</i> ) no substrato de TV's para melhorar a qualidade de escoamento	20% de vermiculita, 30% de perlita, 10% de areia, 20% de tijolo triturado, 10% de coco turfa e 10% de alga.	100	<i>Portulaca grandiflora</i>	Apresentou baixa densidade aparente 487 kg/m <sup>3</sup> , elevada capacidade de retenção de água 58,5%, retardou o escoamento, além de tamponar a acidez das chuvas, porosidade de 19,5% e cond. hidráulica 4195 mm/h.

<sup>10</sup> Resíduo à base de dejetos de ovelhas e cabras misturados com resíduos verdes (podas)



N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
29	Wong & Jim (2015)	Hong Kong	Detectar fatores meteorológicos que explicam a retenção do TV em um contexto subtropical úmido	Composto de uma mistura de 4:1 (v / v) Terra Preta e Resíduo da construção civil	80	<i>Arachis pintoii</i>	Condição antecedente, duração do evento chuvoso, a radiação solar e a velocidade do vento afetam na retenção. do TV. Temp. elevadas aumentam a evapotranspiração e posterior retenção
30	Yang <i>et al.</i> (2015)	Guangzhou (China)	Compreender os mecanismos de transferência de calor e massa associados aos TV	Solo + turfa, casca de coco (pó), vermiculita, perlita, palha carboni-zada e fertil. orgânico	100 mm e 200 mm	<i>Sedum lineare</i>	Resfriamento máx. de 3,8 °C. Aumentar a espessura do solo de 100 mm para 200 mm não provocou qualquer melhoria.
31	Zhang <i>et al.</i> (2015)	Yubei, Chongqing, China,	Estudar a retenção de água pelo TV	Turfa:vermiculita:perlite:serragem (4:3:2:1)	150	<i>Sedum lineare</i>	Retenção média de 77,2%. Anual de 758,7 mm ou 68%.
32	Eksi & Rowe (2016)	East Lansing – Michigan – EUA	Utilizar resíduos locais como substrato: porcelana esmagada (pias quebradas, banheiros, azulejos e pratos) e a espuma de vidro reciclada. (PE+EV)	PE+EV + 20% de composto municipal (CM) versus substrato de xisto expandido e 20% CM.	100	<i>Sedum album</i> e <i>Ocimum × citriodorum</i>	devido ao qtd de partículas grandes o substrato de xisto superou os substratos de PE e EV na retenção de água e no crescimento da planta.
33	HE <i>et al.</i> (2016)	Xangai-China	Investigar o desempenho térmico e energético de um telhado verde extensivo	Solo de turfa (60%), perlita em pó (10%), agregado de vermiculita (20%) e fertilizante orgânico (10%)	40	<i>Sedum Lineare</i>	O TV reduziu de 5 °C no microclima , 2 °C ao meio dia na temp. interna e aumentou 2,5 °C à noite. Amplitude de 6,5 °C no TV e 39 °C no comum.
34	Sims <i>et al.</i> (2016)	Londres Ontario	Avaliar a retenção em TV's idênticos	Uma mistura de palha fina e grossa, dolomita	150	<i>Sedum spurium</i>	Climas mais secos têm maior



N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
		Calgary Alberta	em diferentes climas (continental úmido, semiárido continental e marítimo)	triturado, casca, musgo de turfa e fertilizante.			retenção cumulativa de águas pluviais. Retenção em Calgary (67%), Londres (48%) e Halifax (34%)
		Halifax Nova Scotia					
35	Souza, Ferreira & Vasconcellos (2016)	Rio de Janeiro RJ	Avaliar o CT e a captação de águas pluviais.	Terra Preta, calcário e húmus	50	<i>Mentha piperita</i> , <i>Ocimum basilicum</i>	Reduziu a temp. até 4 °C e amplitude térmica máx. 7 °C.
36	Vijayaraghavan & Joshi (2016)	Madras Índia	Atingir baixa densidade, nutrientes mínimos, estabilidade, aumentar a capacidade de sorção e apoiar o cresc. das plantas	80% inorgânica <sup>11</sup> e 20% orgânica (coco-turfa (10%) e <i>T. conoides</i> (10%))	100	<i>Portulaca grandiflora</i>	O substrato atingiu elevada capacidade de retenção de umidade e retardou o escoamento, além de tamponar a acidez das chuvas.
37	William <i>et al.</i> (2016)	Illinois-EUA	Avaliar a cobertura em termos de desempenho energético, atenuação das ilhas de calor urbano, consumo de água e custo econômico.	<i>LiteTop</i>	200	<i>Koeleria macarantha</i>	O telhado tradicional teve temperatura maior em até 7 °C externa e 3 °C no interna. Houve uma redução de 42% do volume precipitado no TV
38	Reyes <i>et al.</i> (2016)	Santiago no Chile	Examinar o efeito da profundidade do substrato em telhados verdes	Substrato comercial <sup>12</sup>	50 e 100	<i>Sedum (spurium, kamschaticum, reflexum, sexangulare, álbum, hybridum e rupestre)</i>	Temp. até 21 °C mais elevada nos de 5 cm quando comparados ao de 10cm. Sendo as máx. 48,3 °C na de 5 cm e de 29,3 °C no de 10 cm.
39	Tan <i>et al.</i> (2017)	Cingapura	Melhorar o potencial de redução	Solo natural e matéria orgânica / Perlita e matéria orgânica	35	<i>Cyathula Prostrata</i>	A superfície do TV reduziu até 17,7 °C na temp. média em

<sup>11</sup> Perlita (30%), vermiculita (20%), areia (10%) e tijolo triturado (20%)

<sup>12</sup> 68% de areia, 20% de sedimentos e 13% de argila e menos do que 3% de M.O.

N	Fonte	Local	Objetivo	Substrato	Esp.(mm)	Espécie	Resultados /conclusões
			temperatura do sistema				relação ao de concreto

## DISCUSSÃO

Os estudos sobre telhado verde são, em 70% dos casos, realizados em áreas de clima temperado e, em 65% dos casos, a análise principal é sobre conforto térmico e/ou sobre a capacidade de redução ou retardo do volume de chuva (OHNUMA JÚNIOR; SILVA & GOMES, 2015). Foram analisados os dados dos com o intuito de determinar quais as consequências são implicadas ao sistema de telehado verde na escolha das espécies de plantas e na composição dos substratos.

### 1.1SUBSTRATOS

Os resultados obtidos na pesquisa fornecem evidências para apoiar a construção de telhados usando diversos matérias para a composição de substrato. A base pode ser em material virgem, reciclado, reutilizado ou resíduo.

A Tabela 1 permite visualizar a grande diversidade de materiais empregados na composição de substratos como o uso de algas, escória, pedra pomes, perlita, turfa, vermiculita, tijolo moído e outros resíduos de baixo custo, buscando sempre projetar substratos com materiais disponíveis localmente que permitam uma redução no valor final de instalação do sistema.

A composição dos substratos deve promover certa porosidade para aeração sem que haja prejuízos em sua estabilidade estrutural, ser altamente eficientes na absorção e retenção de água e, ao mesmo tempo, apresentar boa drenagem e serem resistente às variações de temperatura.

Para alcançar tantas característica é de prática geral misturar vários componentes com características diferentes, em relações definidas, para constituir o meio de crescimento, obtendo melhores resultados como por exemplo a mistura de cinzas de papel com argila e tijolo vermelho contribuem para o aumento e a diversidade da cobertura vegetal (GRACESON et al., 2013; MOLINEUX et al., 2015). Se o objetivo for a melhora significativa na biomassa total, o substrato de Vijayaraghavan e Raja (2014) é indicado.

O solo argiloso entretanto não é recomendável pois absorve muita água e causa a hipertrofia hídrica na vegetação, prejudicando seu crescimento e enraizamento deixando-o em condições anaeróbias

(ARAÚJO 2007; LOHMANN, 2008). Recomenda-se o enriquecimento do mesmo com algum material orgânico para elevação de sua fertilidade.

Ondóño, Martínez-Sánchez & Moreno (2015) atribuem o crescimento das raízes às propriedades dos resíduos de Construção Civil (RCC) e do resíduo verde, utilizado por eles, que conferem ao substrato uma grande quantidade de nutrientes solúveis em água e alta porosidade, capacidade de retenção de água admissível.

A disponibilidade hídrica do substrato reflete a capacidade do armazenamento temporário das chuvas e sua liberação gradual o que torna possível atenuar e regular o escoamento por um período de tempo mais longo quando comparado com um telhado convencional (TEEMUSK & MANDER, 2007; GETTER & ROWE, 2006).

Para Seidl et al. (2013) o efeito do coeficiente de escoamento diminui em 29% a eficiência de retenção de cobre no solo quando passa por períodos longos de chuva. Isso sublinha a importância que deve ser dada ao regime hidrológico no cálculo da redução de cobre na qualidade de água dos telhados verdes.

Portanto a intensidade das tempestades é inversamente proporcional à capacidade de retenção devido às condições de saturação do solo influenciada pela granulometria dos minerais que absorvem água e criam espaços porosos (GRACESON et al. 2013; VIJAYARAGHAVAN & RAJA, 2014).

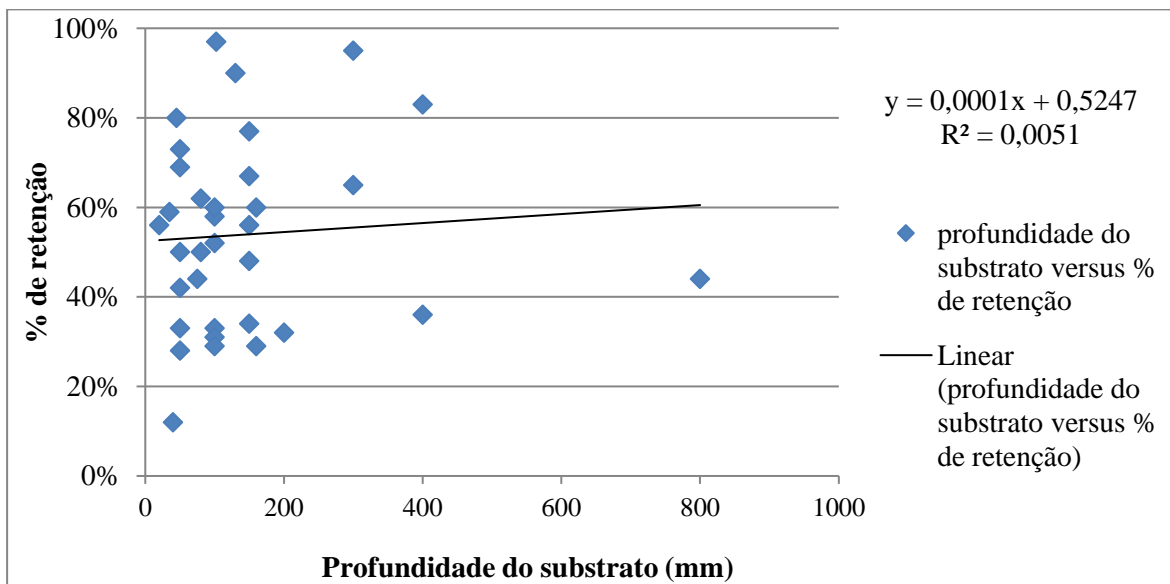
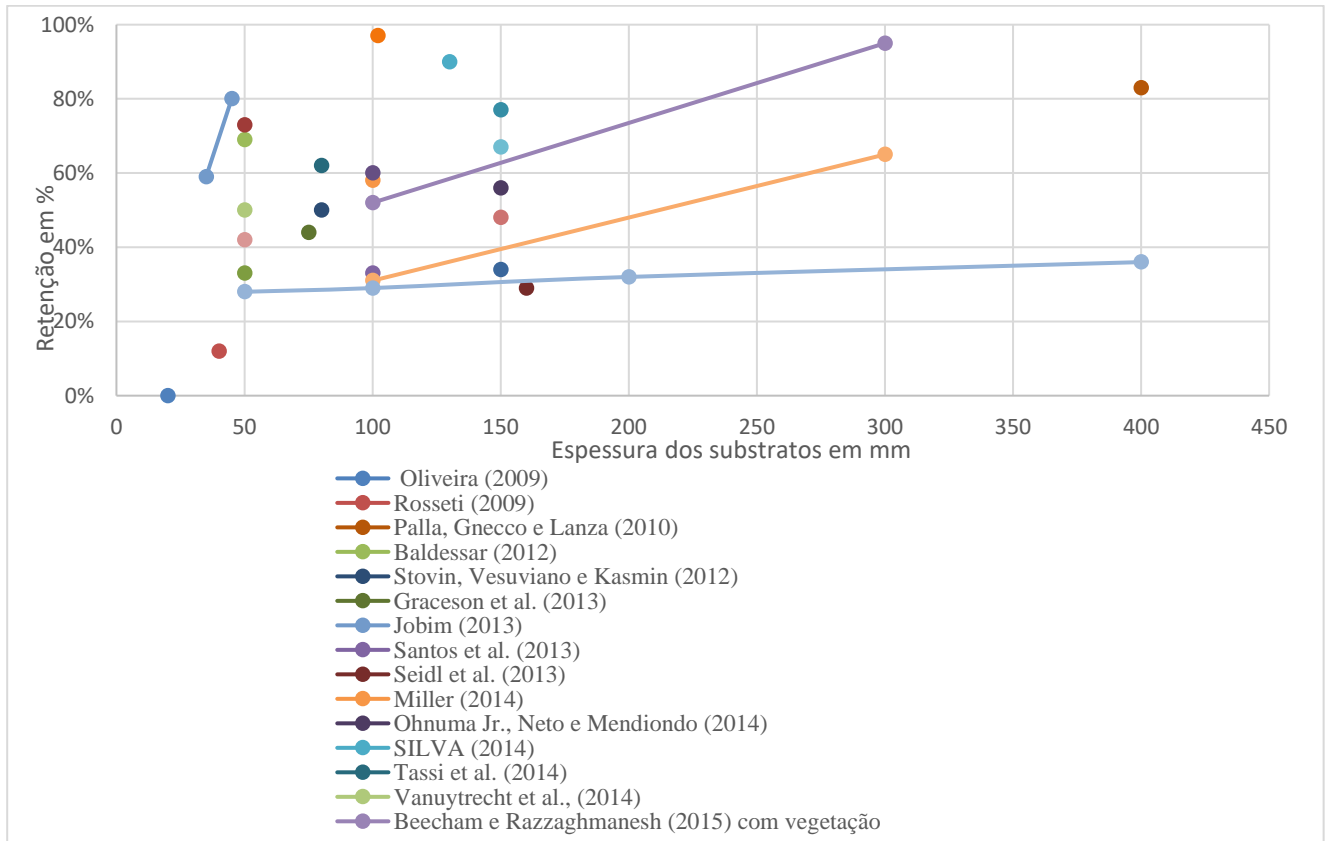
Essa granulometria pode ser alcançada com a adição de argila expandida incentivada pelo estudo de Jobim (2013) e criticada por Chenani, Lehvävirta & Häkkinen (2015) que recomendaram evitar o uso, quando possível, por fatores ambientais ligados ao processo de produção do material.

Um conceito divergente entre os autores é com relação à influência da espessura do substrato na retenção de água. No estudo de Feitosa & Wilkinson (2016), por exemplo, os solos mais profundos apresentaram uma melhor capacidade de atenuação do pico da precipitação, em concordância com os dados obtidos por Beatrice (2011) e Molineux et al. (2015). Enquanto os estudos de Graceson et al. (2013), Refahi & Talkhabi (2015), Yang et al. (2015) e William et al. (2016) não encontraram correlação direta entre o aumento da profundidade do substrato e a retenção de água.

Para verificar, com base nos dados disponíveis na literatura consultada, se há correlação entre os valores de profundidade e de retenção elaborou-se um gráfico da Figura 1 e quando esse modelo não conseguiu correlacionar tentou-se ainda utilizar o gráfico na Figura 2 que buscou a correlação através

da regressão linear que segundo Matos (1995) é um método explicativo que pretende “demonstrar uma relação matemática que pode indicar, mas não prova, uma relação de causa-efeito”.

Figura 1 – Análise da profundidade do substrato e da retenção apresentada por cada um dos autores que apresentam esse dado



Os autores consultados estudaram dezesseis espessuras de substratos variando de 20 a 400 mm. As espessuras de 50 e 100 mm foram as mais pesquisadas sendo mencionada seis vezes cada uma, seguida pela de 150 mm apontada por cinco autores. A média dos valores de retenção observada foi de 54% sendo um valor muito próximo ao encontrado em profundidades de 50, 100 e 150 mm.

A espessura do substrato provou ser um critério que, sozinho, não determina a porcentagem de redução de água da chuva, visto que, há redução de 59% em substrato de 35 mm (JOBIM, 2013) e de 29% no substrato de 160 mm (SEIDL et al., 2013).

Pela análise de regressão linear pode-se observar que não há correlação entre os autores, o que é verificado pela falta de relação causa/efeito entre a profundidade do substrato e o percentual de retenção, demonstrando que outros fatores devem ser observados conjuntamente com a profundidade para determinar a capacidade de absorção/retenção.

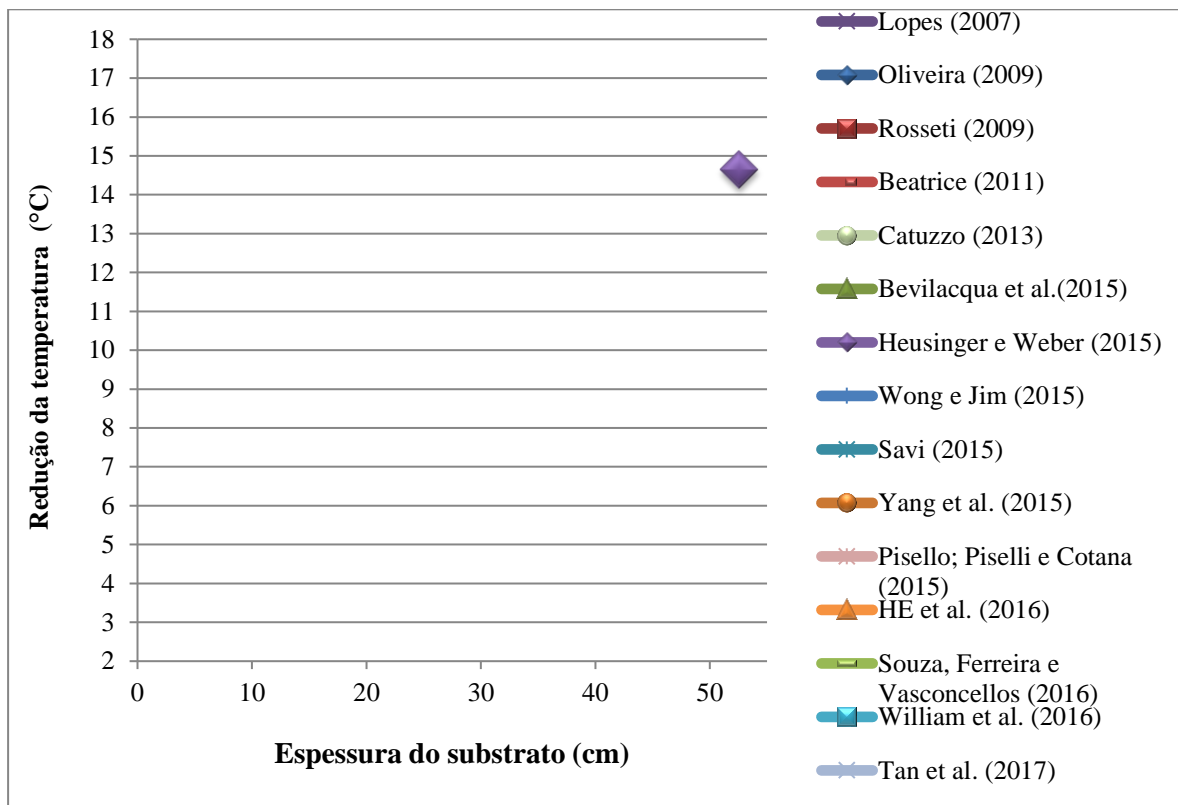
O trabalho de Sims et al. (2016) que, utilizaram o mesmo substrato, com a mesma espessura e a mesma planta em três localidades diferentes obtiveram resultados completamente diversos permite afirmar que o clima exerce influência na retenção. Entretanto, não houve outros trabalhos com a mesma abordagem para corroborar esta influência.

A profundidade do substrato também é associada ao controle de temperatura interna das edificações que possuem telhados verdes. Em geral, os autores afirmam que solos de menor espessura são mais dependentes da cobertura vegetal para minimizar o aquecimento que os solos de maior espessura devido ao sombreamento da vegetação (REFAHI & TALKHABI, 2015; YANG et al., 2015; WILLIAM et al., 2016).

Souza, Ferreira & Vasconcellos (2016) concluíram em seu estudo que o substrato é responsável por, aproximadamente, 60% da diminuição de temperatura no interior da edificação. A redução no gradiente de temperatura deve-se ao aumento da capacidade de armazenar calor dos substratos mais espessos, favorecendo processos evaporativos e diminuindo as temperaturas internas (LAMBERTS; DUTRA & PEREIRA, 2004).

Para verificar se há correlação entre a espessura do substrato e a redução na temperatura, com os dados dos autores pesquisados, foi elaborado o gráfico da Figura 3.

Figura 3 - Gráfico de correlação entre espessura de substrato e redução na temperatura.



Pode-se observar que não há correlação direta de dados quando se avalia os estudos dos autores. A espessura não é o único fator que contribui para a redução da temperatura. Talvez essa redução esteja relacionada, além da espessura, ao tipo de vegetação e à composição do substrato.

É possível observar que, para a mesma profundidade, há diversos valores de redução da temperatura, como a espessura de 10 cm há informações de reduções de 3,8 °C (Yang et al., 2015), 7,5 °C (LOPES, 2007), 10 °C (BEATRICE, 2011; SAVI, 2015), e 17,4 °C (HEUSINGER & WEBER, 2015). Portanto a espessura, de forma isolada, não é determinante para a redução da temperatura.

Com relação às melhorias no conforto acústico, os autores concordam que a espessura do substrato e sua composição são aliadas, sendo o substrato o principal responsável pela absorção de ondas sonoras, devido à sua porosidade natural e à presença de matéria orgânica em sua estrutura (HOROSHENKOV & MOHAMED, 2006; SMYRNOVA & KANG, 2010; CONNELLY, 2011; RENTERGHEM & BOTTELDOOREN, 2011; PIOVESAN et al., 2013).

Connelly (2011) elevou o percentual de matéria orgânica em 12,5% e a absorção sonora pelo telhado foi aumentada em 9%. Entretanto, nos trabalhos dos diversos autores não há convergência ou correlação entre esta característica e as demais propriedades dos telhados verdes, como espessura do substrato, tipo de vegetação etc.

Dentre todas as diretrizes, propostas pelos autores para a escolha do substrato ideal, por vezes, é necessário optar pelas características que mais influenciam nos benefícios pretendidos com a implantação do sistema, mesmo que, para isso, haja prejuízo para alguma outra propriedade, ou seja, se a intenção for conforto térmico o substrato necessitaria de maior quantidade de matéria orgânica como apontado por Connelly (2011), fato que influenciaria negativamente a qualidade da água.

## 1.2 PLANTAS

Há uma grande diversidade de plantas estudadas para a implantação de telhados verdes, contudo as do tipo suculentas são as mais populares e portanto foram as intensivamente examinadas como é possível notar na Tabela 1. Tal favoritismo é justificado pela capacidade das plantas do gênero acumulem grande quantidade de água em sua estrutura o que proporciona esse aspecto de suculência (D'ALMEIDA, 2015).

A planta é apontada pelos autores como confiável e, portanto, a melhor escolha para ser utilizada em telhados verdes em todos os países (BERNDTSSON, EMILSSON & BENGTTSSON, 2006, ROWE, 2011, VIJAYARAGHAVAN et al., 2012; SEIDL et al., 2013; NAWAZ, MCDONALD & POSTOYKO, 2015; ZHANG et al., 2015; CARPENTER et al. 2016; REYES et al., 2016).

Essas espécies foram estudadas por um total de vinte autores, mais de 50% dos pesquisados, sendo que quatorze autores do total de trinta e nove estudaram o gênero *Sedum* e seis dos autores pesquisados utilizaram as do gênero *Portulaca* (P.) seja *P. oleracea*, *P. grandiflora* ou *P. maculate*.

Foi constatado que a escolha de vegetação para telhados verdes devem incluir plantas do tipo: suculentas, geófitos, musgos e ervas de preferencia anuais (VANUYTRECHT et al., 2014, REFAHI & TALKHABI, 2015). O estudo de Vanuytrecht et al. (2014) aponta o uso de gramíneas e ervas (GH) como as mais eficientes na retenção de água e as vegetações suculentas e musgos (SM) como as mais resistentes às temperaturas elevadas e secas.

Em Shropshire-Inglaterra, Graceson et al. (2013), constataram que diferenças entre o desenvolvimento dos gênero *Sedum* e Prados ocorreram, principalmente, devido à retenção de água do meio de cultivo feito com azulejo triturado em alta granulometria afirmando que o tamanho dos grãos do substrato contribui para a retenção de água.

As plantas melhoram a qualidade do escoamento, a qualidade do ar e os desempenhos térmico e acústico do telhado, além de evitar que os agentes climáticos danifiquem a estrutura da cobertura (WONG et al. 2010; CONNELLY, 2011; PIOVESAN et al. 2013; RAZZAGHMANESH, BEECHAM & KAZEMI,

2014; TASSI et al., 2014; BATES et al., 2015; BEVILACQUA et al., 2015; SAVI, 2015; SOUZA, FERREIRA & VASCONCELLOS 2016).

Portanto deve ser observada a cobertura do solo, visto que quanto mais densa a cobertura vegetal, melhor o sombreamento e o poder de absorção de energia luminosa pelas plantas, o que auxilia na absorção de nutrientes, muitas vezes escassos devido às restrições dos substratos ou à excessiva lixiviação em períodos de grande precipitação (SILVA, 2014; HEUSINGER & WEBER, 2015).

Portanto os telhados verdes nem sempre são favoráveis ao crescimento das plantas, visto que, à disponibilidade hídrica está sujeita ao regime hidrológico. Tal fator exige, em diversos casos, a irrigação – considerada uma prática insustentável em razão do alto custo de instalação e à concorrência com outras necessidades do uso da água (TASSI et al., 2014; MECHELEN, DUTOIT & HERMY, 2015).

É consenso entre os autores que os telhados verdes recentemente construídos, quando excessivamente irrigados, apresentarão uma elevada lixiviação com altas concentrações de nutrientes e, portanto, prejudicam o desenvolvimento das plantas e à qualidade da água efluente, o que é melhorado com o envelhecimento do sistema devido ao estabelecimento da planta e sua capacidade de fixação ao solo (RAZZAGHMANESH, BEECHAM & KAZEMI; 2014).

Entretanto a irrigação não traz apenas prejuízos sendo possível realizá-la com águas cinzas e/ou empregar estratégia de irrigação controlada e/ou deficitária, assegurando-se o crescimento e sobrevivência das plantas além da ampliação do conforto térmico, reduzindo-se o consumo de energia elétrica para climatização (DUNNETT, NAGASE & HALLAM, 2008).

Sobre a redução de temperatura, interna ou externa, Pisello; Piselli & Cotana (2015) afirmam que a pigmentação pode ser uma aliada por plantas com folhas e/ou flores de tonalidades brancas ou claras possuir maior capacidade de refletância solar no verão e podem ser a melhor e mais econômica escolha para a conservação de energia de um edifício.

## CONCLUSÃO

O substrato influencia diretamente no desempenho dos telhados verdes pois contribui, por exemplo, no crescimento da planta, na redução do pico de chuva, na melhoria da qualidade da água escoada, nos benefícios térmicos e no isolamento acústico e para tal deve ser adequadamente manipulado. Desta forma, é recomendável que a escolha do substrato para coberturas verdes considere o peso principalmente o peso úmido, a condutividade hidráulica, a capacidade de sorção, a longevidade e o suporte à planta.



Os telhados verdes intensivos possuem uma melhor qualidade da água escoada que os telhados não vegetados e os telhados extensivos e sem vegetação poluem menos que os telhados intensivos sem plantas. Além disso, os meios de cultura com menos matéria orgânica apresentaram melhor desempenho na qualidade da água.

Para o desenvolvimento da planta o estudo sobre substrato de Bevilacqua et al.(2015) concluiu que 8 cm de espessura sustentam a vegetação e são suficientes para estabilizar a temperatura, atuando como uma camada isoladora eficaz. Molineux et al. (2015) concorda pois afirma que aumentando as profundidades de 5,5 cm para 8 cm, melhorou muito a abundância e a riqueza de espécies.

É necessária uma investigação aprofundada para melhorar a qualidade dos efluentes gerados pelos telhados verdes. Atualmente, são buscadas estratégias de remoção de poluentes de baixo custo para projetos urbanos em relação à água (BEECHAM & RAZZAGHMANESH, 2015).

Mentens et al. (2006) destacam que um dos objetivos mais importantes no estudo de telhados verdes é determinar a qualidade e a quantidade de efluente do sistema. Zhang et al. (2015) concluíram que pouca atenção é dada à qualidade da água de escoamento. Sabendo que os telhados verdes podem ser uma fonte de poluição da água.

O estudo permitiu verificar que alguns poluentes encontrados no escoamento foram originados, principalmente, a partir da composição do substrato de telhados verdes corroborando com a afirmação de Ondoño, Martínez-Sánchez e Moreno (2015) sobre a qualidade das chuvas de entrada e a qualidade do escoamento dos sistemas mostraram que os telhados verdes geralmente agem como uma fonte de poluentes. Portanto, é necessário que, para trabalhos futuros, os estudos atentem-se para a triagem e otimização dos substratos.

Levando todos os fatores em consideração, é uma tarefa difícil identificar ou preparar o substrato de telhado verde que possui todas as características favoráveis. Algumas das características podem ser atenuadas para melhorar outras. Por exemplo, a fertilização promove frequentemente a acumulação de biomassa que, em alguns casos, torna as plantas mais vulneráveis à seca (GETTER & ROWE, 2006).

A seleção apropriada de vegetação garante a durabilidade dos telhados verdes pois devido às características morfológicas de cada espécie existe variação da capacidade de retenção no sistema (conjunto: substrato e planta). Entretanto, nos trabalhos dos diversos autores não há convergência ou correlação entre esta característica e as demais propriedades dos telhados verdes, como espessura do substrato, tipo de vegetação etc.

Para garantir a eficiência dos telhados, a vegetação deve possuir capacidade de suportar períodos de seca e sobreviver sob condições mínimas de nutrientes, exigir baixa manutenção, possuir uma multiplicação rápida, alta densidade e raízes curtas e macias. É sempre desejável empregar espécies nativas, pois já estão adaptadas às condições ambientais e às pragas locais, além do padrão de crescimento ser conhecido na região climática específica. Isso destaca a importância da vegetação na melhoria da capacidade de retenção de água, bem como o papel delas na melhoria da remoção de poluentes em sistemas de telhado

## REFERÊNCIAS

Araújo, S. R. As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos. Soropédica, Monografia (Engenharia Florestal). UERJ, 2007. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.

Baldessar, S. M. N. Telhado Verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. Curitiba, Dissertação (Mestrado) – UFP, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/52621>>. Acesso em: abr. 2015.

Bates, A. J.; Sadler, J. P.; Greswell, R. B.; Mackay, R. Effects of varying organic matter content on the development of green roof vegetation: a six year experiment. *Ecological Engineering*, 82, 301-310, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.102>> . Acesso em: set. 2015.

Beatrice, C. C.; Vecchia, F. Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. *Revista de Ciências Ambientais*, 5(1), 5-24, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/134>>. Acesso em: set. 2015.

Beecham, S; Razzaghmanesh, M. Water quality and quantity investigation of green roofs in a dry climate. *Water Research*, 70(1), 370–384, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.12.015>>. Acesso em: mai. 2015.

Berndtsson, J. C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering*, 36(4), 351-360, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.12.014>>. Acesso em: set. 2015.

Berndtsson, J.C.; Emilsson, T.; Bengtsson, L. The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality. *Science of the Total Environment*, 355(1), 48-63, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.02.035>>. Acesso em: set. 2015

Bevilacqua, P., Coma, J.; Pérez, G.; Chocarro, C.; Juárez, A.; Solé, C.; Simonea, M; Cabeza, L. F. Plant cover and floristic composition effect on thermal behaviour of extensive green roofs. *Building and Environment*, 92, 305-316, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.026>>. Acesso em: set. 2015.

Bisceglie, F; Gigante, E; Bergonzoni, M. Utilization of waste Autoclaved Aerated Concrete as lighting material in the structure of a green roof. *Construction and Building Materials*, 69, 351-361, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.083>>. Acesso em: mar. 2016.

Carpenter, C. M.; Todorov, D.; Driscoll, C. T.; Montesdeoca, M. Water quantity and quality response of a green roof to storm events: Experimental and monitoring observations. *Environmental Pollution*, 218, 664-672, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.056>>. Acesso em: ago. 2016

Chenani, S. B.; Lehvavirta, S.; Häkkinen, T. Life cycle assessment of layers of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 90, 153-162, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.070>>. Acesso em: set. 2015.

Connelly, M. R. Acoustical characteristics of vegetated roofs-contributions to the ecological performance of buildings and the urban soundscape. Tese (Doutorado) – UBC, 2011. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.14288/1.0072314>>. Acesso em: abr. 2015.

D'almeida, L. M. Experiências na seção de coleções de plantas envasadas do Jardim Botânico de Porto Alegre. Monografia (Curso de Agronomia) – UFRGS, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/130569>>. Acesso em: mar. 2019.

Dvorak, B., & Volder, A. Green roof vegetation for North American ecoregions: a literature review. *Landscape and urban planning*, 96(4), 197-213, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.04.009>>. Acesso em: abr. 2019.

Dunnett, N; Nagase, A; Hallam, A. The dynamics of planted and colonising species on a green roof over six growing seasons 2001–2006: influence of substrate depth. *Urban Ecosystems*, 11 (4), 373-384, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11252-007-0042-7>> Acesso em: jan. 2017.

Eksi, M.; Rowe, D. B. Green roof substrates: Effect of recycled crushed porcelain and foamed glass on plant growth and water retention. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 81-88, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.008>>. Acesso em: ago. 2016

Feitosa, R. C.; Wilkinson, S. Modelling green roof stormwater response for different soil depths. *Landscape and Urban Planning*, 153, 170-179, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.007>>. Acesso em: ago. 2016

Franchi, J. G., Sígolo, J. B., Lima, J. R. B. de. Turfa utilizada na recuperação ambiental de áreas mineradas: metodologia para avaliação laboratorial. *Revista brasileira de geociências*, 33(3), 255-262, 2003. Disponível em: <<http://www.ppe.geo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9780/9794>>. Acesso em: mai. 2019.

Getter, K. L.; Rowe, D. B. The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41 (5), 1276-1285, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1276>>. Acesso em: mai. 2015.

Graceson, A.; Hare, M.; Monaghan, J.; Hall, N. The water retention capabilities of growing media for green roofs. *Ecological engineering*, 61, 328-334, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.09.030>>. Acesso em: out. 2014.

Harris, M. The GRO Green Roof Code. Final report of Green Roof Code of Best Practice for the UK. 2014. Disponível em: <<http://www.greenroofguide.co.uk/media/en/applications/grocode2014.pdf>>. Acesso em: abr. 2019

He, Y; Yu, H; Dong, N; Ye, H. Thermal and energy performance assessment of extensive green roof in summer: A case study of a lightweight building in Shanghai. *Energy and Buildings*, 127, 762-773, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.016>>. Acesso: out. 2016.

Heusinger, J.; Weber, S. Comparative microclimate and dewfall measurements at an urban green roof versus bitumen roof. *Building and Environment*, 92, 713-723, 2015. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.06.002>>. Acesso em: set. 2015.

Horoshenkov, K.V.; Mohamed, M. H. A. Experimental investigation of the effects of water saturation on the acoustic admittance of sandy soils. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120 (4), 1910-1921, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1121/1.2338288>>. Acesso em: mar. 2019.

Jobim, A. L. Different kinds of green roofs in the quantitative control of rain water. Santa Maria, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7842>>. Acesso em: abr. 2015

Klein, P. M.; Coffman, R. Establishment and performance of an experimental green roof under extreme climatic conditions. *Science of the Total Environment*, 512, 82-93, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.020>>. Acesso em: set. 2015.

Lamberts, R.; Dutra, L. Pereira, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: ProLivros, 3. ed., 2004. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro%20-%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20na%20Arquitetura.pdf>>. Acesso em: mar. 2019.

Lohmann, A. Desempenho higrotérmico de cobertura vegetal inclinada em dois protótipos construídos na região de Florianópolis. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – UFSC, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92106>>. Acesso em: mar. 2019.

Lopes, D. A. R. Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura. São Carlos, Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – USP, 2007. Disponível em: <<http://doi.org/10.11606/D.18.2007.tde-11122007-093813>>. Acesso em: mai. 2015.

Matos, M. A. Manual operacional para a regressão linear. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1995. Disponível em: <<https://paginas.fe.up.pt/~mam/regressao.pdf>>. Acesso em: abr. 2019.

Mechelen, C; Dutoit, T; Hermy, M. Adapting green roof irrigation practices for a sustainable future: A review. *Sustainable Cities and Society*, 19, 74-90, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.007>>. Acesso em: set. 2015.

Mentens, J.; Raes, D.; Hermy, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?. *Landscape and urban planning*, 77(3), 217-226, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.010>>. Acesso em: mai. 2015.

- Miller, A. P. R. R. Análise do comportamento de substrato para retenção de água pluvial para coberturas verdes extensivas em Curitiba-PR. Curitiba, Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia da Construção Civil) – UFP, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/36435>>. Acesso em: out. 2015.
- Molineux, C. J.; Gange, A. C.; Connop, S. P.; Newport, D. J. Using recycled aggregates in green roof substrates for plant diversity. *Ecological Engineering*, 82, 596-604, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.036>>. Acesso em set. 2015.
- Nascimento, C. M. L. Relação chuva-vazão nos telhados verdes modulares sob chuva simulada induzida. Rio de Janeiro, Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UERJ, 2015. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/producao.php?id=620>>. Acesso em: fev. 2017.
- Nawaz, R.; Mcdonald, A.; Postoyko, S. Hydrological performance of a full-scale extensive green roof located in a temperate climate. *Ecological Engineering*, 82, 66-80, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.061>>. Acesso em: set. 2015.
- Ohnuma Júnior, A. A.; Silva, L. P. da.; Gomes, M. M. O efeito das condições climáticas em telhados verdes. In: Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília – DF, 22 a 27 nov., 2015. Disponível em: <[http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-957\\_o-efeito-das-condicoes-climaticas-em-telhados-verdes](http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-957_o-efeito-das-condicoes-climaticas-em-telhados-verdes)>. Acesso em: fev 2017.
- Oliveira, E. W. N. de. Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico. Rio de Janeiro, Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UERJ, 2009. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/producao.php?id=205>>. Acesso: out. 2014.
- Ondoño, S.; Martínez-Sánchez, J. J.; Moreno, J. L. Evaluating the growth of several Mediterranean endemic species in artificial substrates: Are these species suitable for their future use in green roofs?. *Ecological Engineering*, 81, 405-417, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.079>. Acesso em: set. 2015.
- Palla, A.; Gnecco, I.; Lanza, L. G. Hydrologic restoration in the urban environment using green roofs. *Water*, 2(2), 140-154, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w2020140>>. Acesso em: abr. 2015.
- Piovesan, T. R. Caracterização acústica de dois sistemas modulares de telhados verdes brasileiros. Santa Maria, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7843>>. Acesso em: abr. 2015.
- Pisello, A. L.; Piselli, C.; Cotana, F. Thermal-physics and energy performance of an innovative green roof system: The Cool-Green Roof. *Solar Energy*, 116, 337-356, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.03.049>>. Acesso em: set. 2015.
- Razzaghmanesh, M; Beecham, S; Kazemi, F. Impact of green roofs on stormwater quality in a South Australian urban environment. *Science of The Total Environment*, 470–471, 651-659, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.047>>. Acesso em: set. 2015.
- Refahi, A. H.; Talkhabi, H. Investigating the effective factors on the reduction of energy consumption in residential buildings with green roofs. *Renewable Energy*, 80, 595-603, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.02.030>>. Acesso em: set. 2015.

Van Renterghem, T.; Botteldooren, D. In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs. *Building and environment*, 46(3), 729-738, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.006>>. Acesso em: abr. 2016

Reyes, R.; Bustamante, W.; Gironás, J.; Pastén, P. A.; Rojas, V.; Suárez, F.; Vera, S.; Victorero, F. D.; Bonilla, C. A. Effect of substrate depth and roof layers on green roof temperature and water requirements in a semi-arid climate. *Ecological Engineering*, 97, 624-632, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.10.025>>. Acesso em: fev. 2017

Rosseti, K. A. C. Estudo do desempenho de coberturas verdes como estratégia passiva de condicionamento térmico dos edifícios na cidade de Cuiabá, MT. Cuiabá. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – UFMG, 2009. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=161652](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=161652)> Acesso em: jan. 2017.

Saltzman, D.; Marriott, D. *Ecoroof handbook*. Portland: Environmental Services, 2009. Disponível em: <[www.portlandoregon.gov/bes/article/259381](http://www.portlandoregon.gov/bes/article/259381)>. Acesso em: fev. 2015.

Savi, A. C. Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – UFPR, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/42102>>. Acesso em: mar. 2019.

Seidl, M.; Gromaire, M. C.; Saad, M.; Gouvello, B. de. Effect of substrate depth and rain-event history on the pollutant abatement of green roofs. *Environmental pollution*, 183, 195-203, 2013. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.05.026>>. Acesso em: set. 2014

Silva, H. A. da. Avaliação da influência do substrato utilizado na qualidade e quantidade das parcelas de água escoada, percolada e armazenada em três estruturas experimentais de telhado verde extensivo. Rio Claro-SP, Monografia (Engenharia Ambiental) – UNESP, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/121208>>. Acesso em: jan. 2017.

Sims, A. W.; Robinson, C. E.; Smart, C. C.; Voogt, J. A.; Hay, G. J.; Lundholm, J. T.; Powers, B.; O'carroll, D. M. Retention performance of green roofs in three different climate regions. *Journal of Hydrology*, 542, 115-124, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.08.055>>. Acesso em: ago. 2016

Smyrnova, Y; Kang, J. Determination of perceptual auditory attributes for the aura-lization of urban soundscapes. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 508-523, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.3397/1.3484177>>. Acesso em: mar. 2019

Souza, R. O. L. de; Ferreira, M. L. S. S.; Vasconcellos, C. A. B de. Telhado verde de baixo investimento composto por plantas medicinais e aromáticas. *Semioses*, 9(2), 48-58, 2016. Disponível em: <<http://apl.unisuam.edu.br/revistas/index.php/Semioses/issue/view/80>>. Acesso em set. 2015.

Stovin, V.; Vesuviano, G.; Kasmin, H. The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions. *Journal of Hydrology*, 414, 148-161, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.022>>. Acesso em: out. 2014.

Tan, C. L.; Tan, P. Y.; Wong, N. H.; Takasuna, H.; Kudo, T.; Takemasa, Y.; Lim, C. V. J.; Chua, H. X. V. Impact of soil and water retention characteristics on green roof thermal performance. *Energy and*



Buildings, 152, 830-842, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.011>>. Acesso em: fev. 2017

Tassi, R.; Tassinari, L. C. da S.; Piccilli, D. G. A.; Persch, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambiente Construído, 14(1), 139-154, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/38866>>. Acesso em: set. 2014

Teemusk, A.; Mander, Ü. Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: The effects of short-term events. Ecological engineering, 30(3), 271-277, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.01.009>>. Acesso em: mar. 2019

Tominaga, E. N. D. S. Urbanização e cheias: medidas de controle na fonte. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Engenharia) – USP, 2013. Disponível em: <<http://doi.org/10.11606/D.3.2013.tde-19092014-120127>>. Acesso em: set. 2014.

Vanuytrecht, E.; Van Mechelen, C.; Van Meerbeek, K.; Willems, P.; Hermy, M.; Raes, D. Runoff and vegetation stress of green roofs under different climate change scenarios. Landscape and Urban Planning, 122, 68-77, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.001>>. Acesso em: set. 2015.

Vijayaraghavan, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57, 740-752, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>>. Acesso em ago. 2016

Vijayaraghavan, K.; Joshi, U. M. Application of seaweed as substrate additive in green roofs: Enhancement of water retention and sorption capacity. Landscape and Urban Planning, 143, 25-32, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.006>>. Acesso em ago. 2016

Vijayaraghavan, K.; Joshi, U. M.; Balasubramanian, R. A field study to evaluate runoff quality from green roofs. Water research, 46(4), 1337-1345, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.050>>. Acesso em: mar. 2019

Vijayaraghavan, K.; Raja, F. D. Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: Plant growth experiments and adsorption. Water research, 63, 94-101, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.06.012>>. Acesso em: ago. 2016

Vijayaraghavan, K.; Raja, F. D. Pilot-scale evaluation of green roofs with Sargassum biomass as an additive to improve runoff quality. Ecological Engineering, 75, 70-78, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.029>>. Acesso em: ago. 2016

William, R.; Goodwell, A.; Richardson, M.; Le, P. V.; Kumar, P.; Stillwell, A. S. An environmental cost-benefit analysis of alternative green roofing strategies. Ecological engineering, 95, 1-9, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.091>>. Acesso em: ago. 2016

Wong, G. K.; Jim, C. Y. Identifying keystone meteorological factors of green-roof stormwater retention to inform design and planning. Landscape and Urban Planning, 143, 173-182, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.001>>. Acesso em: set. 2015.

Wong, N. H.; Tan, A. Y. K.; Tan, P. Y.; Chiang, K.; Wong, N. C. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45(2), 411-420, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.017>>. Acesso em: mar. 2019

Yang, W.; Wang, Z.; Cui, J.; Zhu, Z.; Zhao, X. Comparative study of the thermal performance of the novel green (planting) roofs against other existing roofs. *Sustainable Cities and Society*, 16, 1-12, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.01.002>>. Acesso em: set. 2015.

Zhang, Q.; Miao, L.; Wang, X.; Liu, D.; Zhu, L.; Zhou, B.; Sun, J.; Liu, J. The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. *Landscape and Urban Planning*, 144, 142-150, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.08.017>>. Acesso em: mar. 2016



## AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA BENTONITA ATRAVÉS DE ISOTERMA DE ADSORÇÃO

*Edumar Ramos Cabral Coelho*

*Lorena Dornelas Marsolla*

*Messias dos Santos Machado*

**RESUMO:** Resíduos como os corantes de indústrias de papel, têxteis, plásticos e garrafas têm potencial efeito maléfico ao meio ambiente aquático. Tais problemas estão relacionados ao fato dos corantes serem tóxicos e possuírem propriedades recalcitrantes. Isso torna necessário o uso de tratamentos que removem poluentes da água, como uma alternativa ao uso de argila pelo processo de adsorção. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adsorção do corante azul de metileno por argila bentonita sólida comercial (BSC). Dois modelos isotérmicos, Langmuir e Freundlich, foram aplicados para descrever os dados de adsorção, e o modelo de Freundlich ajustou melhor os dados. Através dos testes de adsorção foi possível verificar que a argila é um adsorvente potencial na remoção de corante em meio aquoso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, argila, azul de metileno, isoterma, tratamento de água.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico tem impulsionado o crescimento do setor industrial, acarretando no aumento significativo de efluentes originados por estes processos, sendo de grande importância o tratamento adequado de tais efluentes. Resíduos como os corantes de indústrias de papel, têxteis, plásticos e garrafas têm potencial efeito maléfico ao meio ambiente aquático. Tais problemas estão relacionados ao fato dos corantes possuírem propriedades recalcitrantes (Reis, Lima e Sampaio, 2015; Andreta *et al.*, 2014). Somam-se a isso, outros problemas como coloração intensa que afeta a estética do corpo hídrico e interfere em processos operacionais de tratamento da água, reduz capacidade de regeneração dos mananciais em função da redução da penetração de luz solar e consequência alteração dos processos fotossintéticos, alguns compostos são carcinogênicos e mutagênicos e podem ser tóxicos à biota (Andreta *et al.*, 2014; Vasques *et al.*, 2011).

Objetivando a remoção dos contaminantes da água de forma eficiente, várias técnicas de forma independente, ou em conjunto, têm sido utilizadas para remoção de compostos (Salman, Njoku e Hameed, 2011). A técnica de adsorção é bastante utilizada na remoção de compostos em água, devido à sua eficiência, porém o seu emprego em larga escala restringe a utilização devido ao alto custo. Segundo Tripathi e Ranjan (2015) adsorventes alternativos como de subprodutos industriais, resíduos agrícolas, lodo e argila estão sendo utilizados na remoção de contaminantes em água.

Materiais argilosos apresentam vantagens quando relacionados a outros materiais adsorventes, pois apresentam baixo custo, abundância e elevada área superficial específica (Silva e Ferreira, 2008). A avaliação do melhor indicador da potencialidade do uso de um adsorvente para remoção de compostos em água é dada pela isoterma de adsorção. A isoterma de adsorção indica potencialidade do uso de um tipo adsorvente para remoção de composto em meio aquoso. Este modelo é empregado para representar o estado de equilíbrio de um sistema de adsorção, além de fornecer informações úteis sobre o adsorvato, o adsorvente e o processo de adsorção (Bansal e Goyal, 2005).

As informações obtidas podem ser usadas para comparar as performances de adsorção por diferentes adsorventes e ilustrar o comportamento da adsorção (Ding *et al.* 2012). O processo de adsorção é analisado por uso de cálculos envolvendo a criação de gráficos das isotermas de equilíbrio. Nessa perspectiva, o presente trabalho visa avaliar o potencial de adsorção da argila bentonita sódica (BSC)

comercial na remoção do corante azul de metileno (AM) em água através da isoterma de adsorção pelos modelos de Langmuir de Freundlich.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ARGILA

A amostra da argila bentonita sódica comercial (BSC) foi caracterizada quanto à análise Difração em Raios X em equipamento Difractômetro da marca Philips, Modelo X'pert MPD, e os dados processados pelo software X'pert High Score Plus. Análise de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) foi realizada com o uso do equipamento espectrômetro Nicolet iS50 FT-IR do fabricante Thermo Scientific.

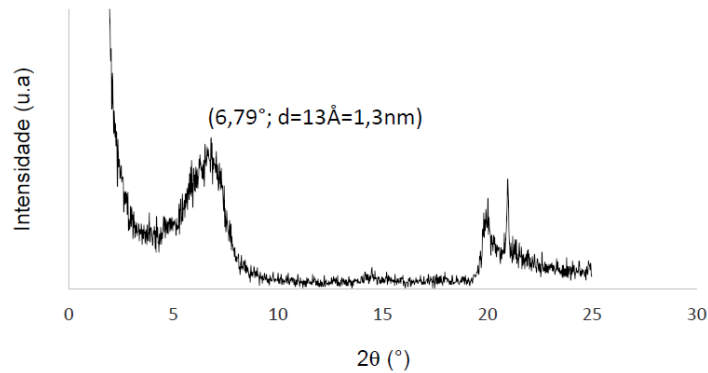
### ENSAIO DE ISOTERMA DE ADSORÇÃO

Para os ensaios de isoterma de adsorção foi preparada solução de água destilada com corante azul de metileno (AM) na concentração  $10 \text{ mg.L}^{-1}$ , adicionou-se 5mL de tampão fosfato e o pH ajustado para 7.0 com soluções de 0.2N NaOH e/ou 0.2N HCl. Volumes de 50 mL da solução foram colocados em frascos de vidro âmbar e adicionada a argila, como material adsorvente, em diferentes massas entre 0.05 a 1.00 g. Os frascos foram agitados em equipamento *shaker* a uma rotação de 100 RPM e temperatura constante de  $25 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 horas. Após o período de agitação, as amostras foram centrifugadas a 3000 RPM por 30 minutos, de cada frasco foi retirada uma pequena alíquota e filtrada em membrana de porosidade  $0.45 \text{ }\mu\text{m}$ , com auxílio de bomba a vácuo. Posteriormente, foi realizada a leitura do azul de metileno residual utilizando equipamento espectrofotômetro Pharmacia Biotech Ultrospec 100 no comprimento de onda de 660 nm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

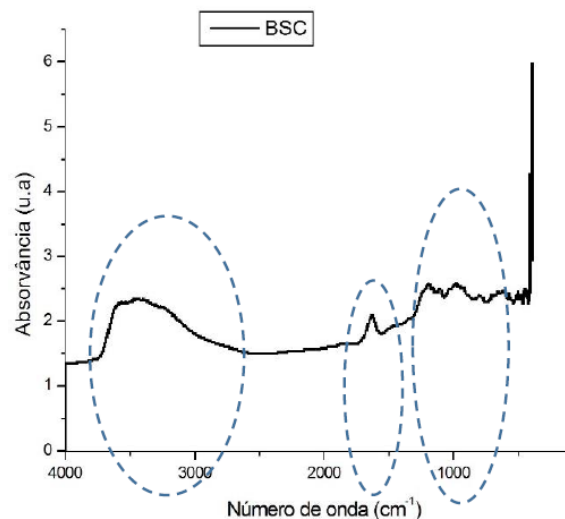
### CARACTERIZAÇÃO DA ARGILA

O resultado obtido por difração de raios X para a argila bentonítica sódica comercial é apresentado na Figura 1. A análise de Difração de raios X apresentou que o material possui pico na posição  $2\theta = 6.79^\circ$ , da argila utilizada, de acordo com a Lei de Bragg corresponde a um espaçamento interlamelar de  $13\text{Å}$ .



**Figura 89. Difratograma de raios X da argila BSC utilizada no estudo.**

O espectro da argila bentonita sódica, sugere a possibilidade da presença de algumas substâncias, ou resultantes das substâncias empregadas em sua preparação pre comercialização, durante a sua modificação, tornando-as sódicas. Observa-se no espectro de infravermelho da amostra, que evidencia os picos, figura 2, que os mesmos ocorrem que região de número de onda compreendido entre  $3300\text{ cm}^{-1}$  a  $3600\text{ cm}^{-1}$  correspondente a presença de ligações O-H e N-H, Lombardo *et al.* (2015) atribui ao estiramento das ligações O-H e uma banda  $1000 - 1200\text{ cm}^{-1}$ , como característica do estiramento da ligação Si-O-Si. A banda em  $3450\text{ cm}^{-1}$  pode ser atribuída à presença de moléculas da água. O pico correspondente ao número de onda  $1629\text{ cm}^{-1}$ , de pequena intensidade, corresponde a vibração de uma dupla ligação entre carbonos.



**Figura 90. Espectro de infravermelho destacando-se a região dos picos vibracionais das ligações das moléculas presentes na argila.**

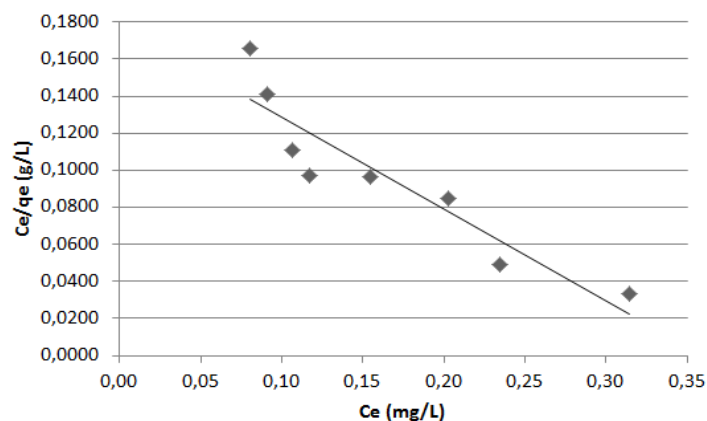
## ENSAIO DE ISOTERMA DE ADSORÇÃO

Dois modelos de isoterma, Langmuir e Freundlich, foram aplicados para descrever os dados de adsorção do AM para argila bentonita sódica comercial. A partir da linearização das isotermas de Langmuir e Freundlich foi possível determinar os parâmetros de adsorção (Hameed *et al.*, 2009). A expressão linear do modelo de Langmuir é apresentada pela Equação 1:

$$C_e / q_e = 1/(Q \cdot b) + C_e/Q \tag{Equação (1)}$$

Onde  $C_e$  (mg/L) é a concentração do adsorvato no equilíbrio,  $q_e$  (mg/g) é a quantidade de adsorvato adsorvida por unidade de massa do adsorvente,  $Q$  (mg/g) é a máxima adsorção do adsorvado por massa do adsorvente e  $b$  (L/mg) é a constante de Langmuir no equilíbrio.

O traçado da adsorção específica ( $C_e/q_e$ ) contra a concentração no equilíbrio ( $C_e$ ) (Figura 3) mostra a adsorção obtida pelo modelo de Langmuir para a argila.



**Figura 91. Isoterma de Langmuir para a adsorção do AM pela argila bentonita.**

Uma característica da isoterma de Langmuir é o fator  $R_L$ , fator adimensional que expressa se a isoterma é favorável, apresentado na Equação 2.

$$R_L = 1/(1+b \cdot C_0)$$

Equação (2)

Onde  $C_0$  é a concentração inicial do adsorvato (mg/L) e  $b$  (L/mg) é constante de Langmuir. O valor de  $R_L$  indica se o tipo de isoterma é desfavorável ( $R_L > 1$ ), linear ( $R_L = 1$ ), favorável ( $0 < R_L < 1$ ) ou irreversível ( $R_L = 0$ ). Os valores de  $R_L$  abaixo de 0 indica uma adsorção não favorável (Anirudhan e Ramachandran, 2015). No presente estudo o valor de  $R_L$  encontrado foi -0.0382, indicando que a adsorção do AM pela argila BSC é desfavorável.

A isoterma de Freundlich é uma equação empírica que descreve sistemas heterogêneos (Hameed *et al*, 2009). A forma linear da expressão de Freundlich é dada pela Equação 3:

$$\log q_e = \log K + (1/n) \log C_e \tag{Equação (3)}$$

Onde  $C_e$  (mg/L) é a concentração do adsorvato no equilíbrio,  $q_e$  (mg/g) é a quantidade de adsorvato adsorvida por unidade de massa do adsorvente e  $K$  e  $n$  são constantes de Freundlich, com  $K$  (mg/g.(L/mg)<sup>1/n</sup>) a capacidade de adsorção do adsorvente e  $n$  é a indicação se o processo é favorável. A Figura 4 descreve a forma linear do modelo de isoterma de Freundlich na adsorção do AM pela argila.

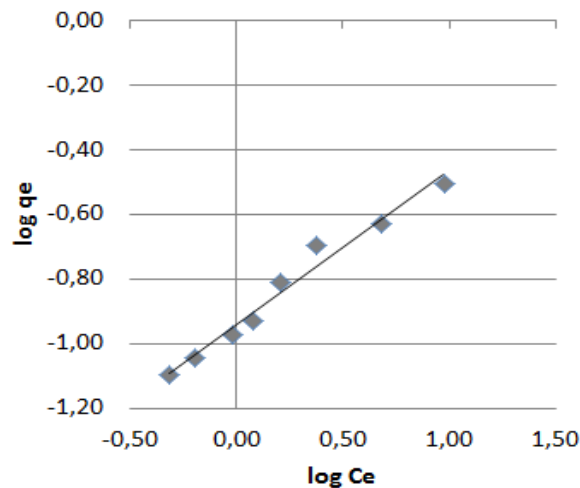


Figura 92. Isoterma de Freundlich para a adsorção do AM pela argila bentonita.

Os dados obtidos a partir da linearização das isotermas de Langmuir e Freundlich são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros da linearização das isotermas de Langmuir e Freundlich na adsorção do AM em água destilada pela argila.

Isotermas	
<b>Langmuir</b>	
Qo (mg/g)	-2.02
b (L/mg)	-2.78
R <sup>2</sup>	0.8950
<b>Freundlich</b>	
K (mg/g.(L/mg) <sup>1/n</sup> )	0.11
n	2.10

---

 $R^2$  0.9747

---

Através da análise dos dados apresentados na Tabela 1 e na Figura 4 é possível verificar que o modelo de Freundlich que ajusta melhor para os dados de adsorção do AM pela argila BSC. Justificado pelo valor de  $n$  do modelo de Freundlich, em que  $n$  fornece informação se a isoterma de adsorção é favorável ou não, e valores de  $n$  entre 1 e 10 indica que a isoterma é favorável (Tong, Kassim e Azraa, 2011). O valor de  $n$  no presente estudo é 2.10, ou seja, apresenta característica de isoterma de adsorção favorável.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) também mostrou que o modelo de Freundlich se ajustou melhor aos dados, tendo um valor de  $R^2$  0.9747, enquanto que para o modelo de Langmuir o  $R^2$  é 0.8950. O fato de que a isoterma de Langmuir não se ajustar melhor aos dados do experimento pode ser devido à distribuição não homogênea dos sítios ativos da superfície do adsorvente, justificado pelo fato de que a equação de Langmuir assume que a superfície seja superfície homogênea. Já a isoterma de Freundlich assume que a adsorção ocorre em multicamadas, podendo ocorrer adsorção de mais de uma molécula do adsorvato em um sítio.

## CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que a argila bentonita sódica comercial é um potencial adsorvente na remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas, apresentando um percentual de remoção entre 96.78 a 99.18%. Vale salientar que a argila é um vantajoso material adsorvente, visto que apresentam baixo custo e em quantidades abundantes. Nos ensaios de adsorção, foi possível verificar que o modelo de Freundlich apresentou melhor ajuste dos dados, podendo ser um indicativo de que a superfície da argila seja heterogênea, ocorrendo a adsorção em multicamadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRETTA, G.C.; PAULETTI, H.C.; MORÁS, T.R.; COLPANI, G.L. Remoção de corante azul de metileno em águas residuárias através de adsorventes de resíduos industriais. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis, SC, Brasil, 2014.

ANIRUDHAN, T.S.; RAMACHANDRAN, M. Adsorptive removal of basic dyes from aqueous solutions by surfactant modified bentonite clay (organoclay): Kinetic and competitive adsorption isotherm. *Process Safety and Environmental Protection*, n. 95, p. 215–225, 2015.

BANSAL, R. C.; GOYAL, M. Activated carbon adsorption. CRC Press, New York, USA, 2005. 487p

DING, J.; LU, X.; DENG, H.; ZHANG, X. Adsorptive Removal of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) from Aqueous Solutions Using MIEX Resin. *Industrial & Eng. Chemistry Research*, n 51, p. 11226–11235, 2012.

LOMBARDO, P. C. Influência de estabilizantes na degradação foto-oxidativa de filmes de compósitos de SWy-1/poli (óxido de etileno). *Polímeros*, n.25, v.1, p. 101-108, 2015.

SALMAN, J.M.; NJOKU, V.O.; HAMEED, B.H. Batch and fixed-bed adsorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid onto oil palm frond activated carbon. *Chemical Engineering Journal*, n. 174, p. 33– 40, 2011.

REIS, G.S.; LIMA, E.C.; SAMPAIO, C.H. Produção de carvão ativado a partir de lodo de esgoto doméstico e sua aplicação na adsorção do corante preto remazol 5 em solução aquosa. *E-Xacta*. Belo horizonte, v.8, n. 2, p. 15-23, 2015

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 3, n. 2, p. 26–35, 2008.

TONG, K.S. KASSIM, M.J. AZRAA, A. Adsorption of copper ion from its aqueous solution by a novel biosorbent *Uncaria gambir*: Equilibrium, kinetics, and thermodynamic studies. *Chemical Engineering Journal*, n. 170, p. 145–153, 2011.

TRIPATHI, A.; RANJA, M.R. Heavy metal removal from wastewater using low cost adsorbents. *J. Bioremediation & Biodegradation*. n. 6, p.1-5, 2015.



## GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM NO ESTADO DE SERGIPE

*Felipe Lucena Silva de Oliveira (Universidade Federal de Sergipe -  
lucenafelipe54@gmail.com)*

*Paulo Sérgio de Rezende Nascimento (Universidade Federal de Sergipe -  
psrn.geologia@gmail.com)*

**Resumo:** A Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim é de grande importância socioambiental e econômica, pois a água do rio homônimo e seus afluentes é utilizada para o abastecimento de água da capital Aracaju (SE). No entanto, encontra-se em processo evolutivo de deterioração da qualidade hídrica, decorrente principalmente pela supressão da vegetação e respectiva conversão para a agricultura e expansão urbana. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise qualitativa preliminar da degradação ambiental da supracitada sub-bacia, visando subsidiar a gestão ambiental e minimizar a poluição dos seus recursos hídricos para o bem-estar de toda sociedade da Grande Aracaju sem distinção socioeconômica. Para atingir o proposto foram realizadas revisão bibliográfica e confecção e compilação de mapas temáticos hipsométrico, pedológico e cobertura da terra.

A ocupação irregular da zona ripária e desmatamento da mata ciliar intensifica o processo de erosão e assoreamento dos recursos hídricos. Apesar da existência do sistema de esgotamento sanitário no município de Aracaju, o rio Poxim, na sua porção estuarina possui dois pontos de despejos de esgoto residenciais e industriais, que comprometem a qualidade da água consumida pelos munícipes. Dessa forma, recomenda-se o reflorestamento da vegetação, recomposição da mata ciliar e tratamento adequado dos resíduos que são lançados in natura no rio Poxim e seus afluentes.

**Palavras-chave:** Qualidade hídrica. Geotecnologia. Cartografia temática.

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos científicos que visem oferecer subsídios teóricos e técnicos-operacionais ao planejamento e execução de ações à luz dos princípios inerentes da sustentabilidade ambiental, necessariamente devem levar em consideração a investigação qualitativa e/ou quantitativa dos recursos hídricos. Assim, são indispensáveis as pesquisas que tenham por fundamentos analisar as bacias hidrográficas como unidade de estudo, uma vez que estas se constituem em unidades fisiográficas caracterizadas tanto pelo ponto de vista da integração como pela funcionalidade “simbiótica” dos seus componentes bióticos e abióticos. Simplificadamente, as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio (FULLER; TEODORO et al. 2007), em que o ciclo da matéria é decorrente dos processos geológicos, aliados à pedogênese e morfogênese com as atividades dos organismos vivos, inclusive o Homem.

Nesse contexto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (lei 9433/97) definiu o corpo hídrico como a unidade de planejamento apropriada para o gerenciamento dos recursos naturais. A utilização da bacia hidrográfica como unidade geoespacial para estudos ambientais é proveniente das alterações pela interferência antrópica no transcurso da energia e matéria. A interferência humana inapropriada - por anos denominada de desenvolvimento sustentável, ou seja, que não há envolvimento cultural, socioeconômico e ecológico com os ecossistemas e seus recursos naturais (VIANA, 1999) - contribuiu para o “ciclo hidro-ilógico”. Expressão bem-humorada de Donald Wilhite para descrever as políticas públicas inadequadas que interferem adversamente no ciclo hidrológico. Por exemplo, pode ser citada o modelo de gestão da seca que acarreta prejuízos socioeconômico-ambientais para a população.

A atual pressão sobre os recursos hídricos resulta do crescimento e da demanda populacional e do modelo econômico. As consequências se traduzem nas expressivas taxas de crescimento da urbanização, impermeabilização do solo, contribuindo para o aquecimento global com recorrentes inundações e secas, que atingem cada vez maiores contingentes populacionais (ANA, 2002). De acordo com Philip Alston, relator das Nações Unidas para a pobreza extrema e direitos humanos, “...corremos o risco de viver um cenário de *Apartheid Climático*, no qual os ricos pagam para escapar dos conflitos enquanto o resto do mundo é deixado para sofrer”. Para ilustrar, tem-se a qualidade água distribuída para o consumo dos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro nesse início de 2020. Aqueles que possuem condições financeiras para contornar a situação estão em vantagem econômica e de saúde sobre os que não possuem.

Vale ressaltar também o termo *Gentrificação*, cunhado por Ruth Glass na década de 1960, que de forma geral, é o processo de reconfiguração urbana, de maneira que esta acarrete a elitização socioespacial. Consiste em um processo de transformação de centros urbanos através da mudança de grupos sociais ali existentes, onde sai a comunidade de baixa renda e entram moradores das camadas mais ricas. Atualmente, a expressão *Gentrificação Climática* é mais empregada para definir a migração dos ricos para regiões mais frescas ou bem irrigadas.

Os termos *Apartheid* e *Gentrificação Climática* são empregados mundialmente, aproveitamos esse espaço de comunicação e divulgação científica para enfatizar a expressão *Segregação Ambiental*. Antes de conceituá-la, é relevante destacar que foi elaborada a partir de Melo (2017) e Barros Filho (2019), que fizeram uma análise crítica à realidade brasileira. Esses autores discutiram a imobilidade social dos negros em relação aos brancos, que ficam concentrados nas periferias e a apropriação dos espaços rurais pelos cidadãos urbanos abastados, respectivamente. Dessa forma, a *Segregação Ambiental* é a significativa condição econômica dos cidadãos que pertencem às camadas sociais de alta renda possuem situação financeira de manterem o padrão de bem-estar com o aumento do caos socioambiental.

Um exemplo prático, é o consumo de água de potável e saneamento básico em comunidades periféricas de baixo padrão socioeconômico dos municípios da Grande Aracaju (SE). Carecem de políticas públicas e projetos com ações efetivas de curto e médio prazo de saneamento básico, principalmente no que se refere à distribuição de água tratada e destinação adequada do esgoto e dos resíduos sólidos, visando minimizar e extinguir o índice atual de proliferação de doenças de veiculação hídrica. De acordo com Souza (2018), o despejo de variados tipos rejeitos, pela maioria da população periférica do município de Aracaju, é lançado diretamente nos rios e córregos próximos de suas residências. Isso se dá em decorrência da coleta pública ineficiente para atender as comunidades carentes, consequência da ausência de políticas públicas concretas e eficazes. Nessa mesma seara que retrata a *Segregação Ambiental*, outro resultado desse estudo é a necessidade desses cidadãos de menor poder aquisitivo e invisíveis à sociedade e serem obrigados a comprar água mineral. Por outro lado, nas áreas de maior poder aquisitivo, dificilmente encontra-se esgoto a céu aberto, pois há condições de reivindicar com mais facilidade aos órgãos competentes e ter a solução com maior rapidez. Pode-se afirmar que a população mais abastada acaba por pressionar e, em muitos casos, substituir o poder decisório governamental (SCHLINDWEIN, 2013).

Após essa contextualização, exemplificamos a *Segregação Ambiental* com um estudo de caso na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim e na Área de Proteção Permanente (APP) do rio homônimo no Estado de Sergipe, que estão sendo inadequadamente apropriados. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise qualitativa preliminar da degradação ambiental da supracitada sub-bacia, visando subsidiar a gestão ambiental e minimizar a poluição dos seus recursos hídricos para o bem-estar de toda sociedade da Grande Aracaju sem distinção socioeconômica. A área de estudo foi escolhida em decorrência de sua função social para o abastecimento de água para consumo humano, dessedentação animal, irrigação e industrial.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

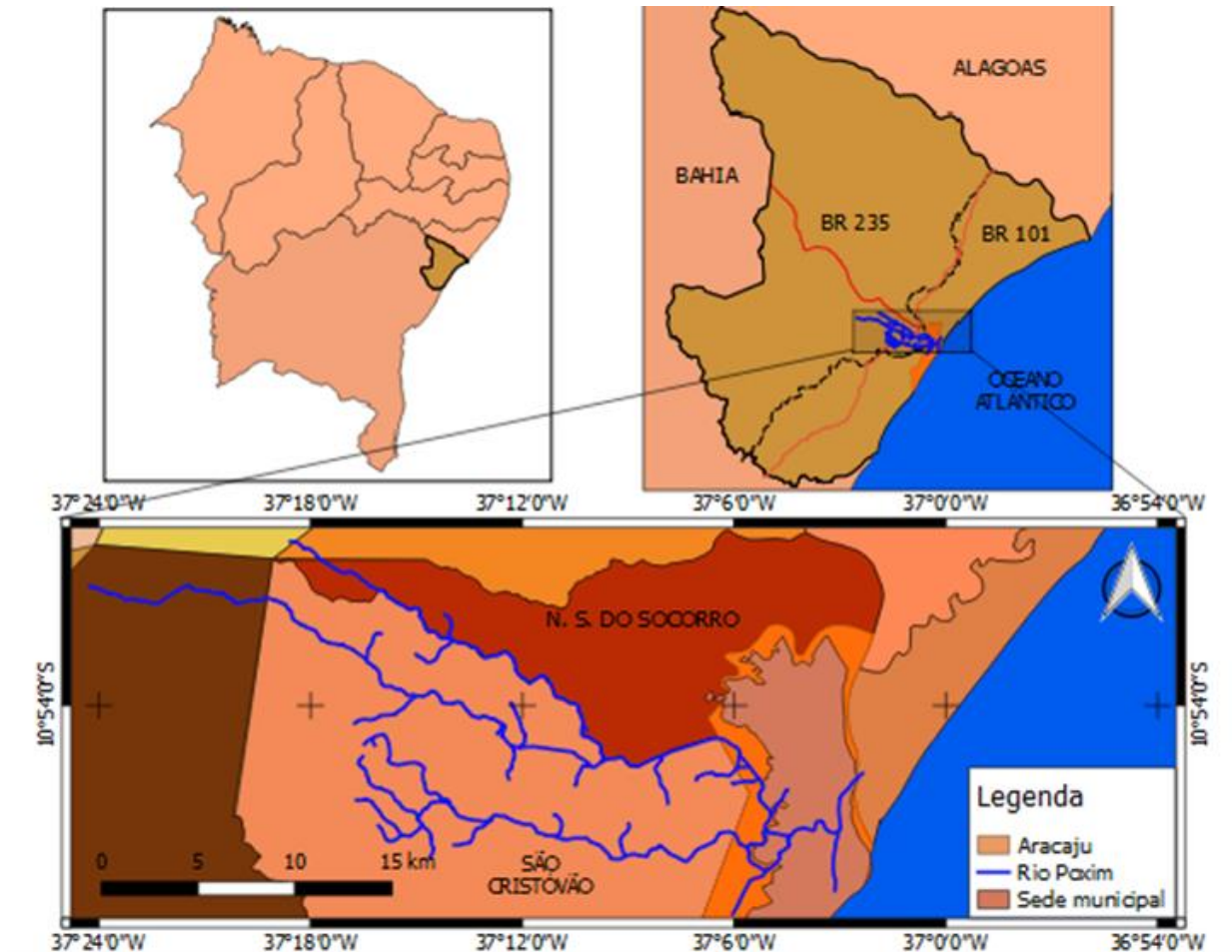
A Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim (S-BHRP) possui aproximadamente uma área de 397,95 km<sup>2</sup> inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHRS) e limitada ao Sul pela Bacia Hidrográfica do Rio Vaza-Barris (BHRVB) no Estado de Sergipe. A BHRS se destaca economicamente pela grande contribuição no PIB do Estado pela agricultura, em que suas águas destinadas para a irrigação e produção de cana-de-açúcar. Possui um Plano de Recursos Hídricos, com diretrizes específicas que deveriam ser inerentes a todas as bacias hidrográficas de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que torna obrigatória a formulação desses planos para o gerenciamento e gestão adequados dos recursos hídricos. No entanto, por apresentar diversidade em relação aos usos da água, ocorrem conflitos principalmente entre irrigação e abastecimento público.

Além, de sua função socioeconômica, destaca-se pela sua função socioambiental, pois abrange o semiárido, o agreste e litoral sergipano. Neste, o destaque se dá por drenar a capital sergipana e municípios circunvizinhos, destacando a principal sub-bacia, área de estudo desse trabalho. De acordo com Silva et al. (2004), o rio Poxim contribui com 30% para o suprimento de água do município de Aracaju, embora no passado já tenha respondido por quase 70. Segundo Hidroesb (1976) para possibilitar a captação de água, a DESO construiu um vertedor de concreto cortando o rio Poxim, visando impedir a propagação da salinidade, por conta do efeito das marés através da desembocadura.

O rio Poxim, principal curso fluvial da sub-bacia, drena uma área de 381,5km<sup>2</sup> é drenado possui pelos rios Poxim Açú, Poxim Mirim e Pitanga, com nascentes nas serras de Itabaiana, Cajueiros e Comprida, e com foz no complexo estuarino do rio Sergipe, próximo ao Oceano Atlântico. De formato alongado, no sentido NW-SE, essa unidade de planejamento socioambiental e econômica encontra-se situada entre as coordenadas geográficas de 10°55'00" e 10°45'00" de latitude Sul e 37°05'00" e 37°22'00" de

longitude Oeste (Figura 1). Abrange os municípios sergipanos de Itaporanga D'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju.

Figura 1 – Mapa de Localização e acesso a área de estudo.



Fonte: Adaptado pelo primeiro autor de SEMARH (2014).

O clima da área de estudo é do tipo tropical úmido, apresentando elevada seca no verão, segundo a classificação climática de Köppen. As temperaturas que predominam atingem as médias de 23 °C nos meses mais frios e 31 °C nos meses mais quentes (SILVA, 2001; SOARES, 2001). A vegetação nativa predominante, inserida no bioma da Mata Atlântica, atualmente se encontra restrita aos manguezais nos estuários, vegetação de restinga sobre os terrenos arenosos e alguns remanescentes da Floresta Tropical Úmida (BRASIL, 2001). Os fragmentos florestais abrigam espécies animais em risco de extinção, pois estão submetidos a intensa fragmentação pelas atividades agrícolas e ocupação imobiliária crescente ((FARIAS; VASCONCELOS, 2013).

A geologia é composta pelas formações superficiais quaternárias divididas em coberturas pleistocênicas e holocênicas e rochas areníticas terció-pleistocênicas do Grupo Barreiras (CPRM,

2001). A geomorfologia é composta pela Planície Costeira, caracterizado pela forma predominantemente baixa e plana, formada por terraços marinhos, dunas costeiras e estuário, e pelo Tabuleiro Costeiro constituído por planalto pré-litorâneo de antigas falésias erodidas (SERGIPE, 2014). Os principais tipos de solos são os argissolos, chernossolos, vertissolos, espodossolos e gleissolos (EMBRAPA, 1999).

De acordo com Jesus et al. (2015), os principais usos da terra são a agricultura, destacando a monocultura de cana-de-açúcar; pecuária e pastagem, esta é a principal forma de uso, representando 40,54% de toda a área (COSTA, 2011); e mineração para extração de areia. O dano ambiental dessas atividades é de grande abrangência (PARROTA; KNOWLES, 2008). Nesse trabalho destacamos a importância de manter a zona ripária, que desempenha funções relacionadas à geração do escoamento direto em bacias, aumento da capacidade de armazenamento e à manutenção da qualidade da água, estabilidade das margens dos rios, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos (ELLISON et al., 2017). Assim, a zona ripária exerce funções na estabilização de taludes e encostas, interação com pulsos de inundação, retenção de sedimentos e nutrientes, regulação microclimática e manutenção quali-quantitativas da água na bacia (YOU; LIU; ZHANG, 2015). Por outro lado, a conversão da zona ripária em áreas urbanas e agropecuárias implica na erosão do solo, com conseqüente assoreamento e eutrofização dos rios e lagoas.

A manutenção da zona ripária requer um repensar no processo de gestão dos recursos hídricos, englobando novas práticas de usos desses ecossistemas baseadas nas diferentes formas de apropriação e níveis de suporte da relação homem-natureza (AGUIAR NETTO, 2006). No entanto, diante do desrespeito à legislação ambiental, com a supressão da mata ciliar na Sub-bacia do Rio Poxim existe somente 3,24 km<sup>2</sup> desse tipo de área de preservação permanente, que representa 9,24% da área total da bacia (COSTA; GOMES; ALMEIDA, 2014).

### 3. MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Geoprocessamento (LAGEO) do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária (DEAM), na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Os materiais e métodos essenciais para o desenvolvimento dessa pesquisa foram a definição da área de estudo; a obtenção e leitura de artigos e materiais acadêmicos relacionados ao tema. Em seguida foram adquiridos os dados vetoriais e matriciais (*raster*) no Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH 2014); a compilação, processamento e edição dos dados georreferenciados; e a produção



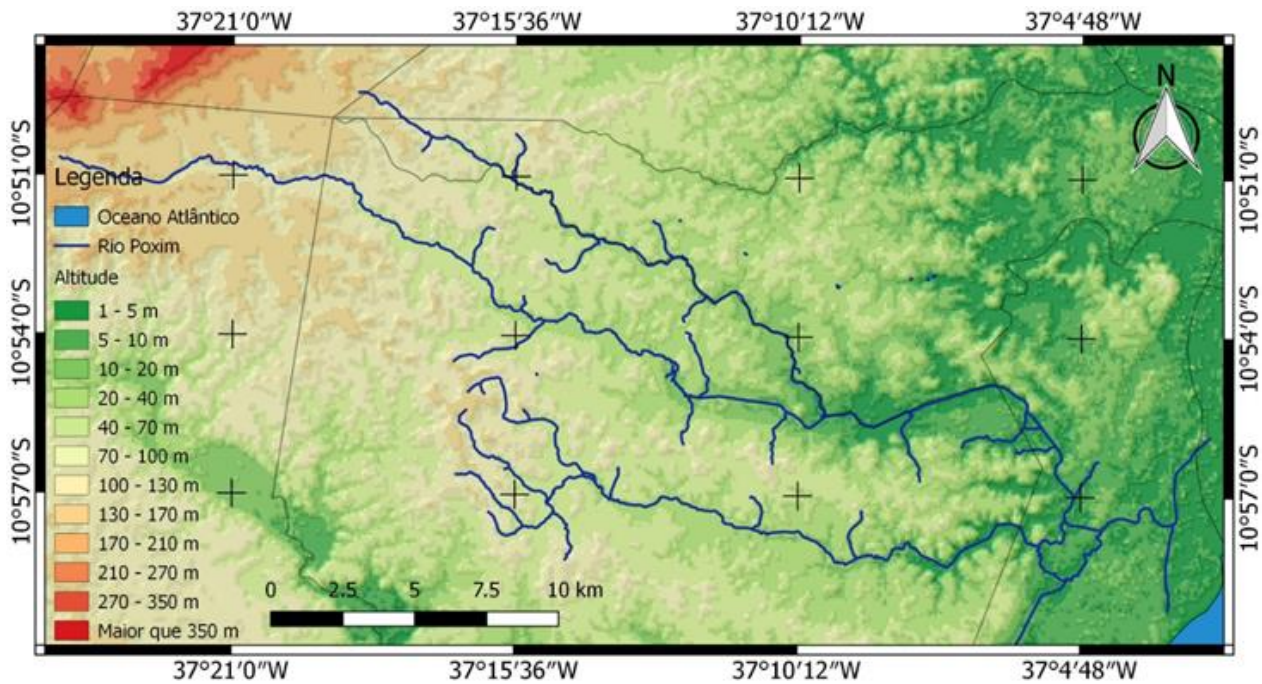
de mapas temáticos nos programas de geoprocessamento SPRING (Versão 5.5.6) e QGIS (Versão 2.18), ambos gratuitos. Posteriormente foi realizada a formação de um Banco de Dados Georreferenciados no Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SIRGAS 2000; e trabalho de campo. Em seguida, foi finalizada a confecção dos mapas hipsométrico, pedológico, cobertura da terra, pontos de lançamento de efluentes e captação de água para abastecimento humano. Também foi interpretado imagem de satélite de alta resolução do Google Earth para identificação dos corpos hídrico e a delimitação da APP do Rio Poxim, utilizando o método *Buffer* de acordo com a largura da faixa segundo o Código Florestal. O embasamento legal desse estudo está na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/97) e no Código Florestal (Lei 12651/12).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O mapa hipsométrico (Figura 2) caracteriza o relevo através de curvas de nível, associadas ao nível médio das águas do mar, com o intervalo de altitudes discriminadas com diferentes cores. A amplitude do relevo da área de estudo, mensuração do desnivelamento da S-BHRP, variou entre 1 m a 170 m, representando o ambiente estuarino flúvio-marinho (Planície Costeira) e o divisor de água das serras (Tabuleiro Costeiro), respectivamente. As maiores altitudes na direção noroeste e as baixas altitudes, sudeste, refletem o sentido da trajetória da água plúvio-fluvial e o carreamento do sedimentos. Nas maiores altitudes, a maior energia potencial é transformada em energia cinética com maior competência em erodir e carrear os sedimentos. Nas menores altitudes, a diminuição da força cinética ocasiona a deposição dos sedimentos, causando o assoreamento e eutrofização dos corpos d'água no sistema estuarino, onde se concentra a malha urbana da capital sergipana. Dessa forma, reflete a susceptibilidade aos processos erosivo-deposicionais, ocasionando movimentos gravitacionais de massa (escorregamento e deslizamentos de terra) dos sedimentos argilo-silto-areníticos do Grupo Barreiras (Tabuleiro Costeiro) e enchentes e inundações recorrentes na Planície Costeira. De acordo com Oliveira, Silva e Nascimento (2019), a elevada densidade de edificação e pavimentação, motivada pelo acentuado crescimento da população e do comércio, tornou essa região central e nobre de Aracaju uma área de risco geológico à inundação. Os bairros de alto poder aquisitivo como São José, Suíssa e 13 de Julho foram identificados como os mais vulneráveis às inundações (alto risco), decorrente da intensa impermeabilização. Em decorrência do crescimento desordenado do bairro Jaboatiana na década de 2010 e do grande volume de chuva em 2019, esse bairro foi o mais atingido não somente pelos alagamentos, mas também pela inundação do rio Poxim (OLIVEIRA et al. (2019).

Figura 2 - Mapa hipsométrico da área de estudo.

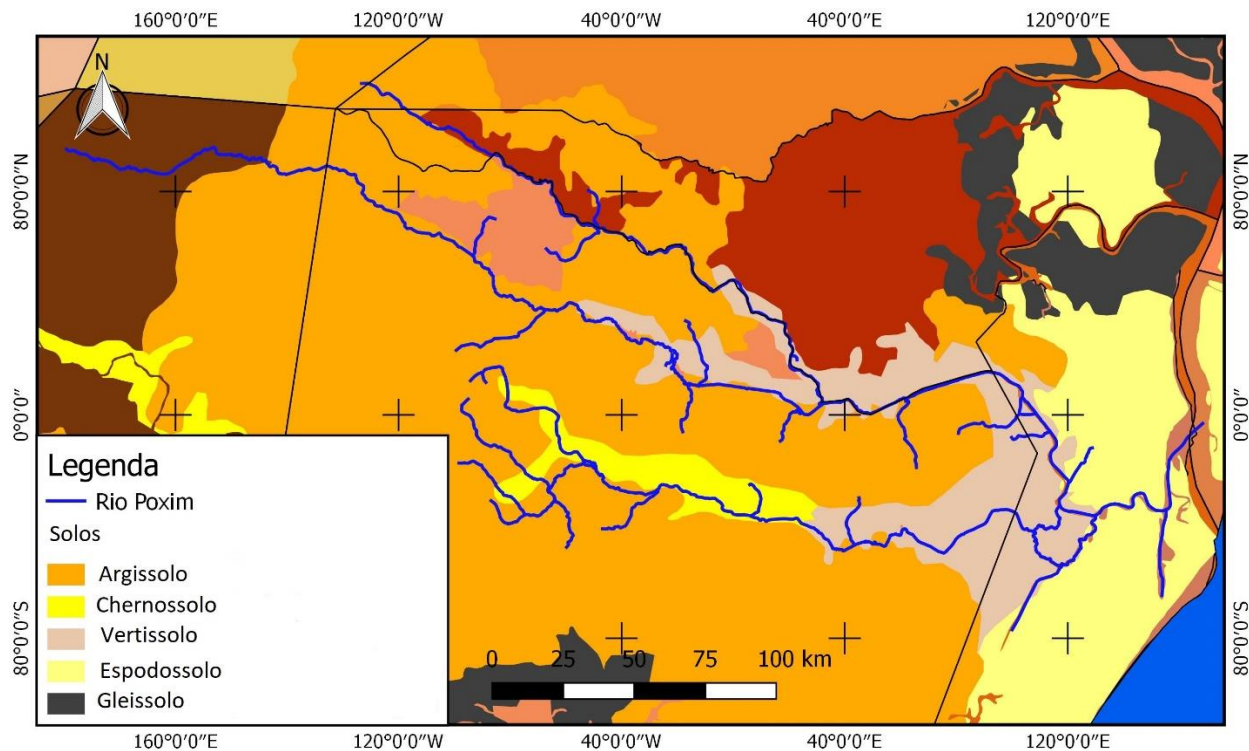




Fonte: Realizado pelos autores.

No mapa pedológico (Figura 3) nota-se os principais tipos de solos da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim são compostos pelos argissolos, chernossolos, vertissolos, espodossolos e gleissolos. Os argissolos apresentam profundidades entre 0,5 m e 2 m e são susceptíveis aos processos erosivos e escorregamentos devido ao excesso de água entre os horizontes A e B, que funciona como um lubrificante, facilitando a movimentação do material superficial. Os chernossolos possuem elevado potencial agrícola com horizonte superficial aerado e bem estruturado decorrente da quantidade significativa de matéria orgânica. Os vertissolos apresentam argila de alta capacidade de troca catiônica (argila 2:1), apresentando grande expansão e contração, apresentando fendas e gretas de contração. São muito férteis e estão relacionados a condições de clima seco, com expressividade bem maior no semiárido sergipano que na área de estudo. Os espodossolos predominantemente arenosos e com matéria orgânica em subsuperfície ocorre em diferentes profundidades e apresenta elevada permeabilidade. As cores avermelhadas, alaranjadas e amareladas indicam a presença de alumínio e ferro oxidado, o que dificulta o enraizamento das plantas arbóreas devido ao endurecimento subsuperficial (horizonte B). Os gleissolos são característicos de áreas sujeitas a alagamentos como mangues, rios e lagoas e apresentam drenagem deficiente. Devido à redução do ferro e presença abundante de matéria orgânica decomposta, apresentam cores escuras, variando do cinza ao preto. Resultados similares foram encontrados por Guerra et al. (2017) em Itaporanga D'Ajuda, município limítrofe de Aracaju.

Figura 3 – Mapa da pedológico da área de estudo.



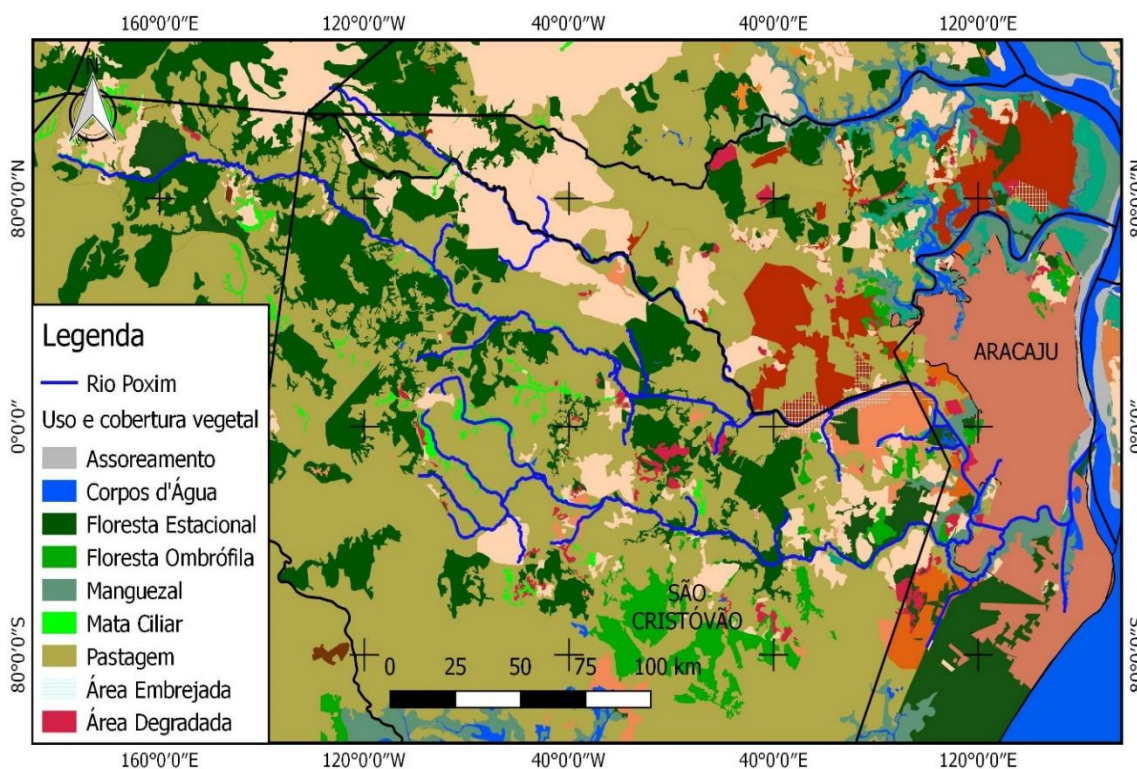
Fonte: Realizado pelos autores.

A área de estudo, apesar de apresentar áreas degradadas pelo uso inadequado do solo e com grande extensão de pastagem (Figura 4), ainda há uma extensão significativa de cobertura vegetal nativa preservada. As principais conversões de vegetação natural em pastagens ocorreram nas matas ciliares, manguezais e florestas estacional e ombrófila. Mesmo com essa notória importância, os ecossistemas ripários vêm sofrendo ao longo dos anos um processo extensivo de degradação, por processos naturais e antropogênicos em função das atividades agrícolas e expansão urbana. A agricultura vem se ampliando com o advento do Novo Código Florestal em 2012, onde a bancada ruralista conseguiu aprovar muitos de seus interesses, bem como provocado por obras de engenharia de grande porte como as barragens e as mudanças no uso e ocupação do solo (GUIMARÃES NETO; AGUIAR FILHO; LUZ, 2018). Na atual conjuntura em que a *mudança climática* foi substituída por *emergência climática* e em que acreditamos que deveria ser *urgência climática*, ainda se desconsidera as funções principais das zonas ripárias. Ela tem a função de fixar o solo às margens do corpo hídrico, preservar a estabilidade geológico-geomorfológico-pedológico, os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, e consequentemente, assegurar o bem-estar da vida humana.

Foram constatados 2 pontos de despejo localizados na APP do rio Poxim e 4 pontos de captação de água para abastecimento público nos rios da área de estudo (Figura 5). Esses 2 pontos de despejo

estão no interior da área urbana de Aracaju e próximos a 2 pontos de captação de água. Quando é lançado no corpo hídrico, o efluente pode causar eutrofização e aumento da turbidez, que por sua vez levará à redução do oxigênio dissolvido e da biodiversidade aquática” (FIQUERÊDO; ROSA; GONDIM, 2003 apud SOARES, 2010). Os contaminantes são despejados em forma de efluente, principalmente pela produção industrial. A indústria têxtil é considerada mais danosa entre as demais, pois opera utilizando compostos como o azul de metileno, um corante orgânico que apesar de não apresentar alta toxicidade, “...a exposição e ingestão por longo período pode causar problemas cardíacos, náuseas, vômitos, dores fortes de cabeça, diarreia e necrose do tecido humano” (GHOSH; BHATTACHARYYA, 2002).

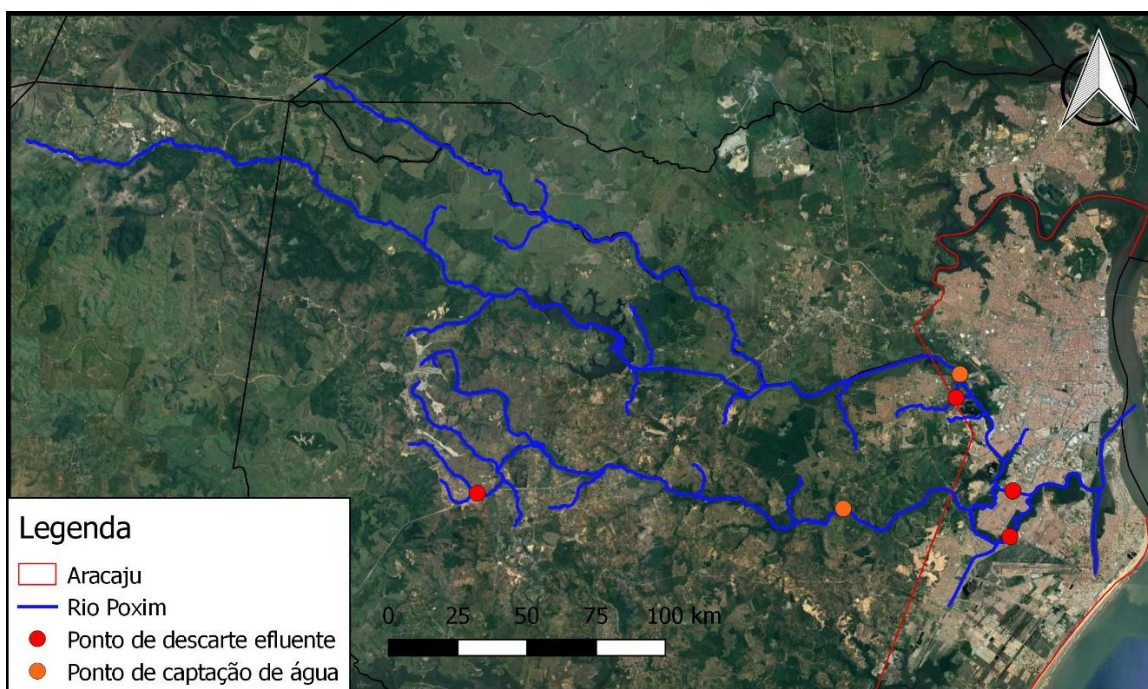
Figura 4 – Mapa de vegetação e uso da terra da área de estudo.



Fonte: Realizado pelos autores.

Figura 5 – Distribuição dos pontos de descarte de efluentes e captação de água na área de estudo (Imagem de satélite Google Earth)





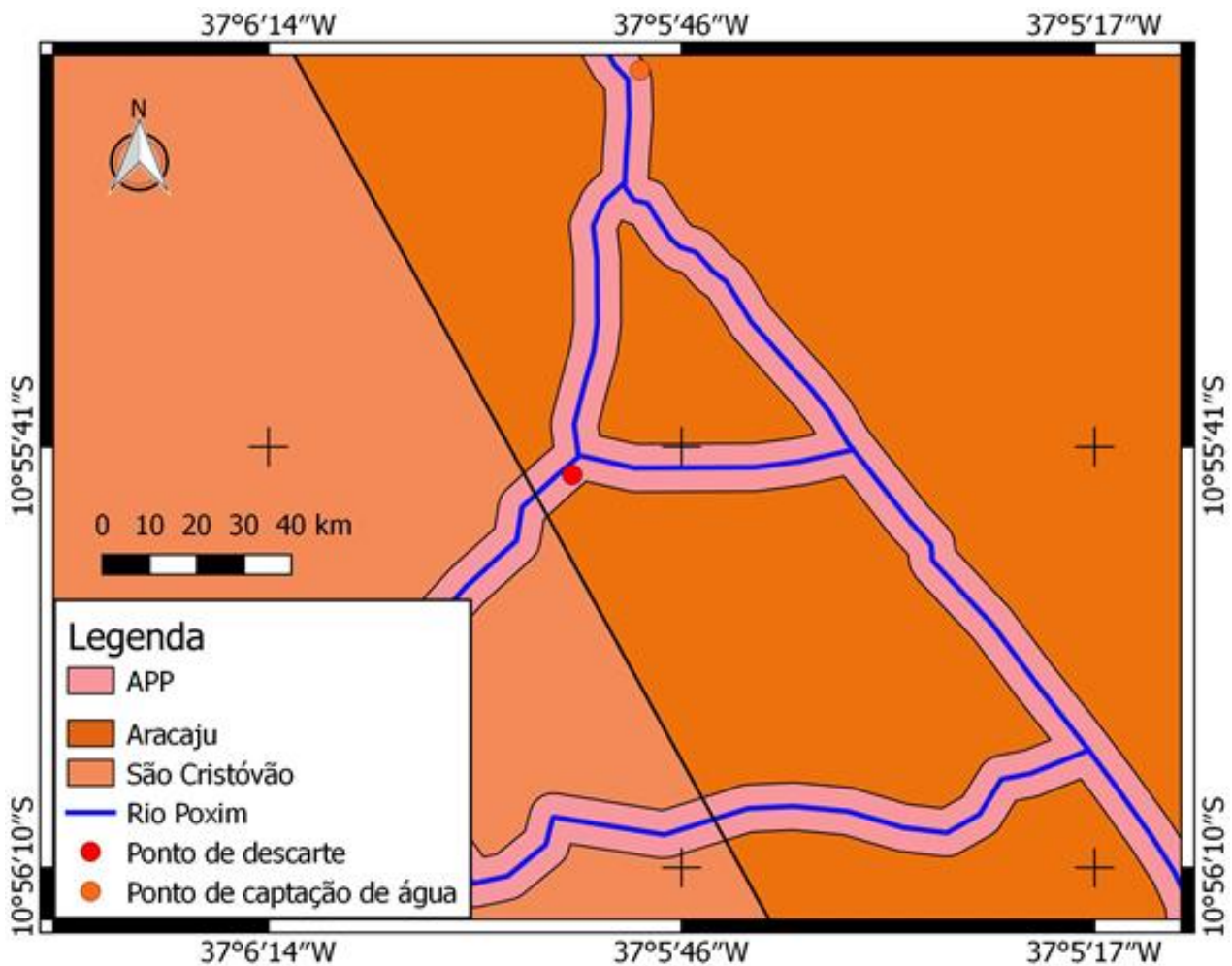
Fonte: Realizado pelos autores.

A indústria também utiliza outros corantes como o vermelho congo, corantes pré-metalizados, eles apresentam componentes como cromo e enxofre. A ação tóxica deles pode causar a morte de espécies ou a bioacumulação, que potencializa o efeito nocivo das substâncias através das cadeias alimentares, colocando em risco a vida de animais que não estão diretamente ligados ao problema, entre eles os seres humanos. A contaminação da água é um problema de saúde pública, seja para o abastecimento humano ou produção de alimentos de qualidade, itens que influenciam diretamente na economia e na qualidade de vida.

São necessárias medidas mitigatórias para a revitalização do rio Poxim, visando garantir a preservação dos mananciais, o que implicará na retirada das ocupações irregulares das margens do rio e do manguezal (figura 6). O buffer é uma forma de análise de proximidade onde zonas de uma determinada dimensão são delimitadas em volta de uma feição ou de um elemento geográfico, levando-se em conta um determinado atributo (TEIXEIRA; CHRISTOFOLETTI, 1997). Após a análise da degradação, faz-se necessário estudos e ações para que a vegetação retorne à sua forma anterior à degradação, com suas espécies da mata ripária consolidadas. O retorno garantirá a proteção do solo contra processos erosivos e contra o carregamento de partículas que acarretam o assoreamento do rio. Com o término das canalizações dos corpos hídricos – como o caso da Praia Formosa na foz do Rio Poxim -, espera-se também uma desaceleração do processo de assoreamento. O assoreamento pode acarretar consequências nocivas como a diminuição da vazão de um rio, levando a estagnação, a

mudança de seu curso natural por ter o seu leito retirado, tendendo a alteração do processo natural de migração de sedimentos ou também pode conduzir a uma criação de lagos em espaços indevidos como áreas urbanas.

Figura 6 – Mapa da APP do rio Poxim.



Fonte: Realizado pelos autores.

Estudo realizado por Bezerra Neto; Silva; Nascimento (2019) mostrou a contaminação do ponto de despejo localizado entre os bairros de São Conrado e o Inácio Barbosa no município de Aracaju. Para garantir o bem-estar da população foi construída a barragem Sindicalista Jaime Umbelino de Souza, mais conhecida como barragem do rio Poxim, a obra foi entregue em maio de 2013, com o objetivo de complementar o abastecimento de água da Grande Aracaju, que tem sua maior parcela de abastecimento proveniente da bacia do rio São Francisco.

É fundamental uma elaboração da proposta de enquadramento das águas da sub-bacia do rio Poxim, medida prevista no Plano de Bacia do Rio Sergipe. O enquadramento é um instrumento de gestão que,

segundo a Resolução CONAMA (357/05), expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação. O enquadramento é, de forma indireta, um mecanismo controlador do uso e cobertura do solo, tendo em vista que deve haver uma integração entre ele e o plano de zoneamento do município.

“Este instrumento é um processo de planejamento entre o uso da água, o zoneamento de atividades e o estabelecimento de medidas para o controle da poluição. Portanto, a elaboração da proposta do enquadramento deve considerar a qualidade da água, que condiciona o uso, as cargas poluidoras e os custos para reduzir a poluição. Os usuários da bacia hidrográfica devem estar cientes que quanto mais restritiva a qualidade da água para atender aos usos maiores serão os custos necessários para tratar as cargas poluidoras”. (BRITES, 2010).

Sob o ponto de vista da disponibilidade de água, a atual situação além de complexa, mostra-se preocupante, uma vez que o desmatamento em alto grau, associado a degradação do solo, provoca irregularidade nos abastecimentos das sedes municipais e comunidades rurais. Esse comportamento, deve-se a uma cadeia de eventos ensejada pelo escoamento superficial, pelo assoreamento das correntes de água superficiais e pela diminuição das águas subterrâneas que, nas épocas de estiagem, que respondem pela perenização dos cursos d'água através da descarga de base.

Aliado a esses, outros problemas de menor magnitude também se evidenciam merecendo do setor público maior fiscalização e controle, são eles: exploração de areia das margens e calhas dos rios, pesca e caça predatória, enchentes e desperdício de água. Dessa forma, para uma efetiva gestão ambiental e dos recursos hídricos alguns entraves devem ser superados, a exemplo das doenças de veiculação hídrica, poluição do ar, planejamento na exploração das águas subterrâneas, falta de integração entre os órgãos públicos e a sociedade, bem como a ausência de educação ambiental.

Cabe ao poder público medidas mitigatorias e um monitoramento eficiente quanto a qualidade dos recursos naturais dos rios (qualidade da água, fauna, flora). Estas medidas englobam o direito à moradia dos cidadãos através de programas habitacionais devidamente licenciados, e uma coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) adequada, pois foram encontrados pontos de descarte de resíduos de forma inadequada nas proximidades do rio. Outras medidas são a promoção da Educação Ambiental através da viabilização de palestras para os moradores da região sobre a importância da proteção dos rios, zonas ripárias e manguezais. A recomposição da mata ciliar da APP do rio Poxim atualmente degradada, principalmente pelo desmatamento para a expansão mobiliária. Para tal é necessário um estudo adequado, evitando conflitos sociais decorrentes de instalação já estabelecidas. É imperativo

a construção de adutoras que cessem o inadequado despejo de efluente sanitário no rio Poxim, nos pontos em que ocorre o descarte de efluente industrial *in natura*.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica e os procedimentos de geoprocessamento e sensoriamento remoto respaldados por trabalhos de campo possibilitou retratar qualitativamente a degradação ambiental da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim. Os mapas hipsométrico e de uso e ocupação da terra contribuíram para uma melhor visualização dos processos erosivos, assoreamentos e desmatamento da área de estudo. No que se refere aos componentes florestais da sub-bacia, a expansão do desmatamento para a agricultura é a principal e histórica ameaça à fauna, flora e degradação do solo e do recurso hídrico. A partir da constatação do descumprimento das legislações foi possível constatar a ausência ou ineficiência da fiscalização no entorno do rio Poxim. De acordo com o estudo, nota-se o perigo proveniente da remoção da mata ciliar na zona ripária do rio Poxim e de seus afluentes devido ao desmatamento crescente nesta área, o que acarreta, principalmente para a população residente no entorno do rio Poxim, o risco de erosão causado pelo uso irregular do solo. O emprego da técnica *buffer* possibilitou estipular a largura da faixa de conservação ao redor do da APP do rio Poxim, cujo entorno é caracterizado pela zona ripária na qual é fundamental a recomposição da mata ciliar, visando a manutenção da sua funcionalidade. As localizações dos pontos de descarte de efluentes no rio Poxim contém um grande nível de poluição provocada pelo homem. Em todo o curso do rio, recebe muito lixo e esgoto domiciliar, o que torna a água imprópria para o consumo. Para o aumento da qualidade da água rio do Poxim e para o ideal cumprimento de seu papel social (abastecimento de água para consumo humano, dessedentação animal, irrigação e industrial), as medidas mitigatórias devem ser postas em prática, objetivando obter de forma ampla a recuperação da sub-bacia e minimizar a *Segregação Ambiental*.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O.; COSTA, A. M.; MACEDO, L. C. Características fisiográficas e ambientais. In: ALVES, J. do P. H.; GARCIA, C. A. B.; AGUIAR NETTO, A. O. de; FERREIRA, R. A. (Coords.) **Diagnóstico e avaliação da sub-Bacia Hidrográfica do Rio Poxim**. Relatório de Pesquisa. Sergipe: EDUFS/FAPESE, p. 101-136, 2006.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002. 32p.



BARROS FILHO, J. A. **O apartheid ambiental brasileiro** – alteração do Código Florestal. 2019. Disponível em <<https://domtotal.com/direito/lista/paginas/32artigos-academicos/>>. Acesso: 14 jan. 2020.

BEZERRA NETO, J. A.; SILVA, N. P. C.; NASCIMENTO, P. S. R. Análise e mapeamento de regiões de despejo de efluentes no rio Poxim por métodos de geoprocessamento na capital sergipana. In: ZUFF, A. M. (Org.) **Engenharia sanitária e ambiental: tecnologias para a sustentabilidade**, Ponta Grossa: Editora Atena, p.53-60, 2019.

BRASIL. **A gestão dos recursos hídricos no Estado de Sergipe**. Série: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, CD-1, 2001.

BRITES, A. P. Z. **Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas**: probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica. 2010, 2005f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, São Paulo, 2010.

COSTA, C. C. **Estratégias para proteção dos fragmentos florestais na Sub-Bacia do Rio Poxim-SE**. 2011, 106f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

COSTA, C. C.; GOMES, L. J.; ALMEIDA, A. P. Seleção de indicadores de sustentabilidade em fragmentos florestais de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE por meio do geoprocessamento. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 18, n. 1, 2014, p.209-219.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**. Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000. Texto explicativo do Mapa geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT/CODISE, 2001.

ELISSON et al. Trees, forests and water: cool insights for a hot world. **Global Environmental Change**. v.43, p. 51-61, 2017.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea do Estado de Sergipe**. Rio de Janeiro: Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999.

FARIAS, M. C. V.; VASCONCELOS, C. A. Remanescentes da Floresta Atlântica na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim (SE). In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 3. **Anais...** João Pessoa, 2013, p. 620-629.

GUERRA et al. Mapeamento da vegetação e uso do solo por Imagens Landsat-8 da Unidade de Conservação do município de Itaporanga D’Ajuda (SE). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 8. **Anais...** Aracaju: Geonordeste, 2017, p.1-4.

GUIMARÃES NETO, J. O. A.; AGUIAR FILHO, T. R.; LUZ, L. D. funções ecológicas das zonas ripárias: uma breve revisão. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 5. **Anais...** Juazeiro, 2018, p.1293-1303.

GHOSH, D.; BHATTACHARYYA, K. G. Adsorption of methylene blue on kaolinite. **Applied clay Science**, v. 20, n. 6, p. 295-300, 2002.



JESUS, E. N. et al. Estrutura dos fragmentos florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.3, p.467-474, 2015.

MELO, K. C. Apartheid à brasileira – notas sobre a segregação ambiental urbana de base racial em São João Del-Rei/MG. **Revista de Iniciação Científica da FFC**, v. 3, n.2, p.1-17, 2012.

OLIVEIRA, A. V. S.; ARAÚJO, C. C.; PEREIRA, T. P. B.; DANTAS, J. O. Biomonitoramento da qualidade de água no rio Poxim Açú, São Cristóvão, Sergipe. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7. **Anais...** Palmas, 2012, p. 1-5.

OLIVEIRA, K. S.; SILVA, M. L. B.; BARROS, G. V. P.; NASCIMENTO, P. S. R. Espacialização da vulnerabilidade à inundação por técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 28. **Anais...** Aracaju, 2019, p.58.

PARROTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restauração florestal em áreas de mineração de bauxita na Amazônia. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p.307-330.

RUHOFF, L. A. **Gerenciamento de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas**: modelagem ambiental com a simulação de cenários preservacionistas. 2004, 107f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SCHLINDWEIN, J. R. Segregação urbana e ambiental: uma análise da cidade de Caxias do Sul/RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 40, p. 181-194, 2013.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju: SRH, 2014. (DVD).

SERGIPE. **Panorama energético de Sergipe**. Aracaju: SUDEN/SE, 2014.

SILVA, Z. F. B. **Cenário atual da secção urbana do rio Poxim**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2001.

SOARES, J. A. **O rio Poxim, processo urbano e meio ambiente**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2001.

SOARES, A. I. **Análise da degradação ambiental das áreas de preservação permanente localizadas no estuário do rio Ceará-Mirim/RN**. 2010, 97f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SOUZA, L. K. M. **Análise do raio de ação dos adolescentes em conflito com a lei sob medida socioeducativa no município de Aracaju e seu acesso ao saneamento básico**. 2018, 54f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

TEIXEIRA, A. L. A; CHRISTOFOLETTI A. **Sistema de Informações Geográficas**: dicionário ilustrado. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

TEODORO, I. L. V. et al. O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**: n. 20, p.137-157, 2007.

VIANA, V. M. Envolvimento ambiental e conservação das florestas. **Ambiente e Sociedade**, v.2, n5, p.241-244, 1999.

YOU, X.; LIU, J.; ZHANG, L. Ecological modeling of riparian vegetation under disturbances: A review. **Ecological Modelling**. v. 318, p. 293–300, 2015.

## REFLEXÕES SOBRE A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM MANAUS - A CACHOEIRA DAS ALMAS NO TARUMÃ

*GUIMARÃES, Márcia (Acadêmica do Curso de Licenciatura em História/UNINTER,  
Bacharel em Serviço Social/UNINORTE)*

*mcccguimaraes81@gmail.com.*

*COELHO, Darlan (Técnico em Processos Gerenciais Uniasselvi)  
darlan.coelho@hotmail.com.br.*

*CZESZAK, Wanderlucy (Doutora em Educação e Tecnologias pela Universidade  
de São Paulo, Graduada em Letras(Português e Francês)*

*wanderlucyc@gmail.com*

*FILIPE, Marluce (Mestre em Educação pela Universidad de los Pueblos da Europa,  
Especialista do Ensino da Metodologia e Didática do Ensino Superior/FEM, Gestão  
Pública Municipal/UFAM, Graduada em Pedagogia/UNIRG, Professora Formadora  
UEA e da SEMED)*

*marlucepedagoga@gmail.com*

**RESUMO:** Nosso estudo aborda questões referentes à Cachoeira das Almas no Tarumã, localizada em Manaus, trazendo reflexões importantes a respeito da educação ambiental. Partindo dos objetivos de analisar o contexto ambiental da Cachoeira Alta do Tarumã em Manaus, que faz parte da Área de Preservação Ambiental - APA do Tarumã / Ponta Negra, e refletir sobre a importância da educação ambiental que, consideravelmente, supõe ampla discussão no âmbito do meio ambiente e das políticas públicas.

Dessa forma, por meio da pesquisa bibliográfica, buscou-se fundamentar os aspectos relevantes da preservação ambiental na cidade de Manaus.

Os resultados apresentam a necessidade de se realizar mais pesquisas em torno desta temática em decorrência de sua importância, além de seu caráter instigante e atual.

**Palavras Chave:** Cachoeira das Almas, educação ambiental, políticas públicas.

## INTRODUÇÃO

No decorrer da história o ser humano sempre precisou da natureza, infelizmente de maneira predatória, como na extração de matéria-prima, e também na utilização dos recursos naturais na alimentação, agricultura, plantio e entre outras atividades, sem se preocupar com o esgotamento e a degradação ambiental. Dessa maneira, não se preocupou em preservar, conduzindo da melhor forma os resíduos despejados na natureza, sem se conscientizar de que em algum momento seus atos prejudicariam a natureza e suas próprias relações sociais.

O presente artigo traz em seu bojo a discussão acerca da Cachoeira existente na Cidade de Manaus, conhecida como Cachoeira das Almas e denominada Cachoeira Alta do Tarumã, sobre a qual poucos estudos e pesquisas desenvolvem estudos. Aspectos relevantes como o abandono, a poluição ambiental, falta de segurança no acesso à cachoeira, descasos do poder público, constituem os processos de estudo no campo da educação ambiental e relacionados à história da Cachoeira Alta, um dos espaços de lazer dos manauaras, como referência entre os balneários mais frequentados de Manaus.

A partir de aspectos teóricos, metodológicos e práticos, elencados na compreensão vinculada à identidade social e cultural, de pontos turísticos e de preservação ambiental em Manaus, pontuam-se as seguintes questões: Qual a importância de se conhecer a história da Cachoeira Alta do Tarumã? Diante da conceituação da educação ambiental quais os aspectos importantes para preservar a Cachoeira?

Dessa forma, faz-se necessário analisar o contexto ambiental da Cachoeira Alta do Tarumã em Manaus que faz parte da Área de Preservação Ambiental - APA do Tarumã / Ponta Negra, e refletir sobre a importância da educação ambiental.

Para tanto, a pesquisa foi embasada nos teóricos Leff (2013), Reigota (2014), Minc (2005), e demais autores, buscando a compreensão do contexto ambiental com ênfase na educação ambiental nos parâmetros relacionados às áreas de preservação fomentadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS.

A pesquisa possibilitou a construção de um olhar sobre a Cachoeira do Tarumã em Manaus e das políticas públicas, compreendendo a necessidade de se desenvolverem debates neste espaço, principalmente porque são encontrados poucos estudos.

## DESENVOLVIMENTO

A educação ambiental é entendida como um processo que envolve fatores sociais, culturais, políticos e principalmente econômicos. Além disso, é vista como um tema relevante, instigante, atual e motivador para o desenvolvimento da pesquisa, que visa a fundamentação no aporte teórico e metodológico sobre a Cachoeira Urbana que com o passar dos anos sofreu com a degradação ambiental, requerendo estudos sobre as Áreas de Proteção Ambiental - APAS, essencialmente nos conceitos importantes envoltos na questão da poluição ambiental, como o controle da sociedade, melhoria da qualidade de vida, gerência, conservação, restauração, reforma e manutenção do local, por fazerem parte de um contexto histórico, consideravelmente em processo de identificação como patrimônio histórico da cidade de Manaus, que envolve atenção a exemplo das unidades de conservação, que são gerenciadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS:

A história ambiental se refere a um conceito – o de ambiente - que remete a definição da complexidade ambiental que problematiza as relações entre ecologia e economia a partir do campo do poder e da cultura. LEFF (2013, p. 388)

A Cachoeira Urbana, existente na Cidade de Manaus, conhecida como Cachoeira das Almas e denominada Cachoeira Alta do Tarumã, encontra-se localizada na zona oeste de Manaus, exatamente na Estrada Estadual AM 452, Estrada do Turismo II, no Bairro Tarumã, onde seus afluentes localizam-se a partir do Igarapé da Bolívia, localizado próximo ao ramal 25. O tema em questão exige atenção e abrange na sua historicidade autores dos diversos campos de debate antropológico, sociológico, filosófico, geográfico e histórico, e seu desenvolvimento é bastante motivador principalmente no que diz respeito à viabilidade e dificuldade ao acesso a fontes de estudo como: bibliografias, arquivos e possível aplicação de técnicas como entrevistas e questionários, como forma de apresentar resultados positivos à problemática apresentada, propondo uma discussão a partir das políticas, instituições e práticas sociais, considerando-se que:

Educação Ambiental é mudança de comportamento. Exige a combinação de elementos científicos e teóricos com experimentação, práticas e conhecimentos externos à escola. MINC (2005, p. 74)

A pesquisa científica proporciona um interesse pela temática, servindo de fonte de pesquisa e ampliação para discussões e formulações teóricas sobre a problemática, sobre a qual são encontrados poucos artigos. Além disso, este estudo pode contribuir ao campo histórico e social, pois, a compreensão e conhecimento dos fatos históricos ocorridos acerca de depoimentos de pessoas (sobre

a imagem do local de lazer em Manaus e todo contexto social) chamam a atenção aos fatores que contribuíram, assim como as leis e o direito ambiental, ampliando o conhecimento a respeito de conceitos voltados para a sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, meio ambiente, fomentando o debate sobre a economia e o desenvolvimento tecnológico. Conforme Paulino (2009, p. 21) tratam-se de questões referentes à “racionalidade econômica que conduziu o processo de modernização”. Mais adiante o autor afirma:

Somam-se, ainda as legislações, o Tratado de Educação Ambiental para as Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, formulado por organizações não-governamentais durante a Rio-92, também apresenta um excelente documento de apoio à Educação Ambiental . (PAULINO, 2009, p.131)

A Cachoeira Alta do Tarumã faz parte da Área de Proteção Ambiental Tarumã/ Ponta Negra, por cuja gerência a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS - é o órgão responsável na efetivação de projetos de preservação junto as Áreas de conservação e proteção ambiental.

Segundo Reigota (2014, p. 21), “a educação ambiental tem uma história quase oficial, relacionada às conferências mundiais e com os movimentos sociais no mundo” porque seguem uma linha cronológica nos acontecimentos voltados para a preservação ambiental. A partir desta reflexão, salienta o autor mais adiante: “Em meados de 1980, houve um importante debate nos meios educacionais. Discutia-se se a Educação Ambiental deveria ser ou não disciplina a mais no currículo escolar ” (REIGOTA, 2014, p. 41).

Oliveira & Rodrigues (2019) apontam que é crescente o número de estudos voltados para a Educação Ambiental apresentando relatos de ações e práticas, inclusive em EaD, com destaque para as Universidades Federais de Santa Maria, do Ceará e do Rio Grande nesta modalidade.

Neste contexto, entende-se a importância, deste debate em nível mundial, como na Carta de Belgrado com a definição dos objetivos como: I. Conscientização, II. Conhecimento, III. Comportamento, IV. Competência, V. Capacidade de Avaliação e VI Participação.

As intensas pesquisas realizadas por geólogos e demais especialistas sobre a Área de Preservação Ambiental Tarumã/ Ponta Negra, como bens culturais que se encontram localizados em um setor de Unidade de Interesse para conservação a partir do Decreto n. 4.673, constitui-se “pelas edificações que possam concorrer significativamente para preservar as tradições e memória da cidade” (Decreto Municipal nº 9.556/2008), conforme o documento cedido para consulta pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade -SEMMAS em outubro de 2017.



Neste contexto, propõem-se melhorias na qualidade de vida e conservação.

No mesmo diapasão, salienta Carr (1982, p. 100):

A história preocupa-se com a relação entre o particular e o geral. Como historiador não se pode separá-los ou dar precedência a um sobre o outro, da mesma maneira como não se pode separar o fato da interpretação.

Seguem esta discussão, acerca da história:

O passado é uma construção e uma reinterpretação constante e tem um futuro que é parte integrante e significativa da história. Isto é verdadeiro em dois sentidos. Primeiro porque o progresso dos métodos e das técnicas permitem pensar e é parte importante de documentos do passado[...] LE GOFF (1924, p. 25)

Com isso, abre-se espaço para possíveis fontes de pesquisa, documentos, a imprensa, meios de comunicação, as histórias, e outros, caracterizados como fonte primária e secundária dependendo do acesso das fontes, como principal meio pelo qual se realizam as pesquisas.

Sendo assim, segundo Dossi (2012), “há uma ligação entre história e memória, na qual torna-se forte, concluindo que o historiador não tem monopólio e que a grande reviravolta está no nascimento da história que reside na afirmação da comunidade cidadã”.

A democracia que permite o controle social diante da efetivação das políticas públicas, da legislação ambiental, da evolução do direito ambiental no Brasil que contou com a regulamentação ambiental essencialmente nas formas de utilizar os recursos naturais onde estão a fauna, a flora, a água, o subsolo e outros.

Nesse sentido, encontram-se no Brasil, instituições com a finalidade de garantir maior eficácia e efetividade no campo da implementação, fiscalização e conseqüentemente aplicação da legislação, ao que nos convém lembrar do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária INCRA e outros órgãos. Anteriormente, na década de 80, na primeira, segunda e terceira fases da evolução do Direito Ambiental, entretanto, com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA sob a Lei n 6.958 - a operacionalização da política do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, na reflexão sobre a sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder (LEFF, 2013, p. 76):

A questão levantada pelo processo de reapropriação social da natureza ultrapassa abordagem da equidade como um problema de distribuição ecológica; isto é, como uma repartição mais justa dos custos da degradação e contaminação ambiental, uma melhor avaliação do acervo de recursos dentro das contas nacionais e uma melhor distribuição de renda.

Os valores ambientais também são um condicionante para manter os comportamentos, a ética na direção do direito ambiental. As definições consideradas legais em consonância com os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA - que passam pelos padrões da qualidade e zoneamento ambiental, que a princípio é um instrumento com a possibilidade de obter a preservação

apesar da exploração, pois a avaliação dos impactos ambientais que desenvolvem objetivos importantes ao prever, identificar e as demais alternativas, não são nada fáceis para se colocar em prática a preservação. E por fim, o licenciamento ambiental, seguido da avaliação do impacto ambiental, do qual faz parte o Instituto Brasileiro do Meio e dos Recursos Naturais - IBAMA.

É preciso ressaltar que não podemos continuar sem deixar de relatar sobre a economia, que apresenta certa consciência errônea sobre a área ambiental que vem sendo tratada. Há necessidade da revitalização, preservação, ou seja, cuidar da natureza com responsabilidade. No entanto, o homem intervém no espaço da ocupação da área do Tarumã, com a construção das estradas para o acesso, aeroporto, além da construção de condomínios nos quais é observado o desvio de dejetos e águas que não são tratadas que desaguam nos demais igarapés do Tarumã Açú.

O olhar acerca do conjunto de fontes que devem ser discutidas, necessárias e precisas aos recortes e à centralidade com que o impacto ambiental é causado aos manauaras, supõe o seguinte questionamento: É viável fazer melhorias a respeito da conservação, revitalização, restauração, considerando as doenças causadas pela poluição dos rios, do ar, que no decorrer causam a incidência de doenças endêmicas, como a malária, dengue, doença de chagas, leishmaniose e entre outras?

Os aspectos do meio ambiente investigados junto à população são aqueles cuja deterioração é mais visível e que, por isso, podem ser percebidos por parte da população. A relação entre o meio ambiente e qualidade de vida é pensada levando em conta aspectos estreitamente relacionados. (PAULINO, 2009, p. 258)

Assim sendo, torna-se fundamental a proposta de reflexão em torno da temática ambiental e local da Cachoeira das Almas, reformulando convicções que ajudam na preservação e conservação de um ambiente limpo, bonito e seguro na cidade de Manaus.

## CONCLUSÕES

A Cachoeira do Tarumã, localizada na cidade de Manaus, é uma das áreas ambientais que se encontram em processo de preservação ambiental. Apresentam-se neste estudo, relevantes questões sobre a carência de obras comuns em artigos científicos, livros, dissertações, que possam discorrer sobre a identidade da Cachoeira das Almas, assim conhecida, e frequentada pelos manauaras,

principalmente nos anos 90, onde ainda não apresentava poluição, e seu acesso aos banhos era um dos atrativos importantes dentro da cidade de Manaus.

No aspecto ambiental, tanto a sociedade civil quanto o Estado são responsáveis pela preservação ambiental, porque todos somos partícipes da problemática que é gerada com o descaso, descuido, poluição ambiental e falta de segurança pública.

Dessa forma, por meio deste estudo pode-se concluir que a realidade não é satisfatória, pois o ser humano ainda tem dificuldade em preservar, além dos fatores que interferem na efetivação da educação ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Imprensa Oficial, São Paulo, 2004.

BURKE, Peter **O que é História Cultural?** Rio de Janeiro: Zahar, 2005

CARR, João Álvaro. **Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos**. 4. ed. SP: Atlas, 1996.

DOSSI, Francois. Tradução Roberto Leal Ferreira **A história** 1. ed. SP: Unifesp, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. SP: Atlas, 1991.

LAKATOS, Eva e Marconi, Marina. **Metodologia do Trabalho Científico**. SP: Atlas, 1992.

LE GOFF, Jacques, 1924. **História e memória** / Jacques Le Goff; tradução Bernardo Leitão ... [et al.] -- Campinas, SP Editora da UNICAMP, 1990. (Coleção Repertórios)

LEFF, Enrique. **Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 1992.

MARCHETTE, Tatiana Dantas. **Educação patrimonial e as políticas públicas de preservação no Brasil**. 1ª ed. Curitiba: Inter Saberes, 2016.

MINC, Carlos. **Ecologia e Cidadania**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

OLIVEIRA, Macsuel Miranda de; RODRIGUES, Denise Celeste Godoy de Andrade. **Educação Ambiental na modalidade EaD: um estudo bibliométrico**. Revista EaD em Foco, Rio de Janeiro, 2019. v. 9, n. 1. Disponível em: <file:///F:/Meus%20Documentos/Downloads/823-Texto%20do%20artigo-4356-2-10-20191007.pdf> Acesso em 14 jan. 2020.

PAULINO, Júnior José. **Gestão de resíduos sólidos numa perspectiva educacional: estudo de caso no condomínio residencial Jardim Brasil**. Manaus: UFAM, 2009.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2014.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente. In: Entendendo o meio ambiente. São Paulo,1999. v. 1. Disponível em: <<http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/atual.htm>> . Acesso em : 8 nov.2017.

## CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES CLIMÁTICOS E OS FOCOS DE QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE CAROLINA – MA NO PERÍODO DE 2018

*Marcelo Vieira Sodré Barbosa (Graduado em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*marcelovieirasb@gmail.com*

*Ana Carolina Lopes Ozorio (Graduada em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*anacarolinaozorio@gmail.com*

*Julyana Martins Motta (Graduada em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*juhengenharia0@gmail.com*

*Isabela Cristina de Souza Penha (Acadêmico de Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*penha.2006@hotmail.com*

*Ellen Karine Mochel Gomes (Graduada em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*karinemochel@gmail.com*

*Thamia Cristina Rosa Sá (Graduada em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*thamiasa6@gmail.com*

**RESUMO:** Os focos de queimadas tornam-se a cada ano uma problemática ambiental e social que precisa ser amplamente discutida, pois em decorrência disso a sociedade em geral está sendo prejudicada. A ocorrência e propagação dos focos de queimadas estão associadas às condições climáticas. Entre as influências que o clima pode exercer sobre as ocorrências há fatores que influenciam no processo de queima como a vegetação morta e seca sem a incidência de chuvas funciona como combustível dos incêndios. O objetivo deste estudo foi correlacionar os índices climáticos com ocorrência de focos de queimadas do município de Carolina - MA. Foi utilizada uma série temporal do ano de 2018 adquirido através da base de dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) que foram tratados no software Excel 2018. De acordo com os resultados foram registrados 3756 focos de queimadas no município e os maiores valores registrados ocorreram nos meses agosto, setembro e outubro. Considera-se que o aumento de queimadas durante a estação seca ocorreu devido à baixa umidade relativa do ar, a precipitação e a diferença entre precipitação e evaporação mostraram-se mais correlacionadas com os focos. A utilização de elementos isolados apresentou baixa correlação com os incêndios, evidenciando a utilização de modelos que agrupem os elementos climáticos e suas particularidades para a predição das ocorrências. Os resultados obtidos apontam um aumento exponencial nos índices de queimadas entre os meses de Junho e Outubro, estes em que a temperatura máxima média estão mais elevados.

**Palavras-chave:** Índices Climáticos; Focos de Queimadas; Carolina.

## INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente se iniciou desde o período em que o homem aprendeu a dominar o fogo, de forma a atendê-lo as suas necessidades e interesses. Diferente dos demais seres vivos, o homem é o único que é capaz de modificar o seu meio em seu benefício, causando então danos às demais espécies.

A partir da revolução industrial, o ritmo de perdas ao meio causados por ações antrópicas aumentou de forma significativa, ocasionando efeitos em sua maioria irreparáveis ao ambiente natural. As mais diversas formas de poluição, seja do ar, água, terra, fauna e flora, alterações climáticas no planeta, insalubridade urbana etc., se desenvolveram sem qualquer forma de controle e passou-se a interagir a nossa realidade a partir do século XVIII, impactos agravados e perceptíveis pelos séculos seguintes até os dias atuais.

Com esse cenário é fácil avaliar que o grau de preocupação do homem com esses impactos sobre o meio ambiente não é recente, mas também não se é generalizado. A relação estreita entre o homem e o clima é percebida há tempos como consequência da influência das variáveis climáticas no bem-estar social.

O uso indiscriminado do fogo tem causado preocupação pela sociedade nas últimas décadas. A queima de biomassa nos ecossistemas devido à expansão da fronteira agrícola, à conversão de florestas e cerrados em pastagens, e à renovação de cultivos agrícolas, são alguns dos fatores mais importantes que causam impactos sobre o clima e a biodiversidade (Kirchoff, 1997; Costa et al., 2007).

As queimadas ainda provocam o empobrecimento do solo, a destruição da vegetação, problemas de erosão, e estão ligadas a alterações na composição química da atmosfera (Crutzen e Andreae, 1990). Salienta-se que a ocorrência de queimadas ou incêndios não necessariamente se é atribuído culpa diretamente ligado a ações antrópicas. A ocorrência do fogo depende de alguns fatores que permitem o início da reação da combustão, e a sua continuação depende principalmente da energia potencial armazenada no material combustível (Ribeiro e Soares, 1998).

As condições ambientais pós-queimadas reforçam os comportamentos que favorecem o surgimento de novas queimadas (Ribeiro e Bonfim, 2000). Entre os riscos associados à derrubada de grandes áreas da floresta, destaca-se a modificação de agentes do ciclo hidrológico, como a redução da



evapotranspiração (Cook e Vizy, 2008) e, conseqüentemente, a realimentação do vapor da água atmosférico, podendo assim reduzir a precipitação (Costa e Foley, 2000).

Assim, os impactos das queimadas podem ser correlacionados com possíveis variáveis climáticas, o que de muitos efeitos conseqüentes, destaca-se a intensificação do Aquecimento Global (AG).

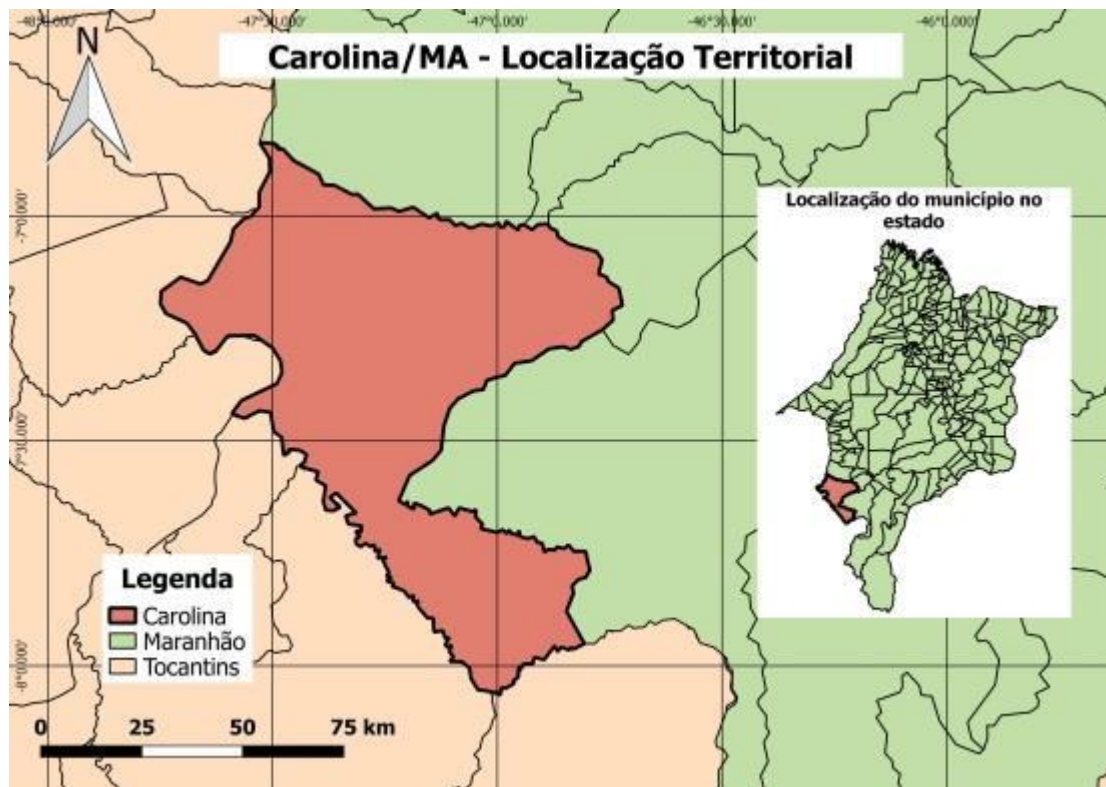
## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é correlacionar os índices de queimadas do ano de 2018 no município de Carolina - MA, com os índices climatológicos, precipitação e temperatura máxima, a fim de inferirmos as prováveis causas e elementos naturais e/ou antrópicos que contribuem de forma direta e indireta com os focos de queimadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estado do Maranhão apresenta em seu território geográfico a presença de três biomas, o Amazônia, Caatinga e Cerrado. O município de Carolina está localizado na região sul do estado do Maranhão, a margem direita do rio Tocantins, nele está inserido a maior parte do Parque Nacional da Chapada das Mesas, sendo a sua principal atividade econômica o turismo. O bioma encontrado no território Carolinense é o cerrado, com o clima dominante tropical-quente-úmido, caracterizado por forte estacionalidade das chuvas e ausência de estacionalidade da temperatura média diária.

Figura1: Mapa do município de Carolina



Fonte: Autor, 2018.

Trata-se de uma pesquisa do tipo descritiva de caráter quantitativo que segundo Andrade (2006), os fatos são descritos, observados, registrados e analisados sem a interferência do pesquisador. Considerando-se o objetivo deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quantitativa para identificar os impactos ambientais negativos, levando em consideração o conhecimento da realidade ambiental local.

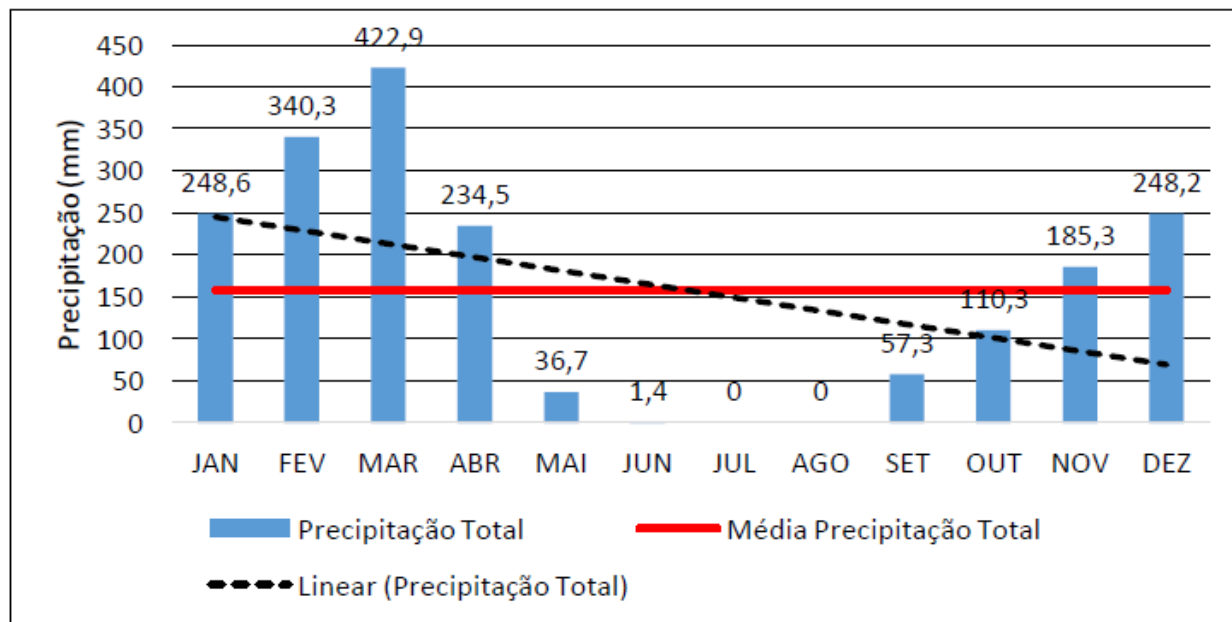
Para realizar a análise de dados foram tabulados dados dos focos de queimadas e as médias mensais de precipitação (mm) e de temperatura máxima média (°C) do município de Carolina no ano de 2018. Os dados climatológicos foram extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2019) e os dos focos de queimadas do ano de 2018 foram extraídos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do Gráfico 1, pode-se visualizar as medias de precipitação ocorrentes durante os os meses de janeiro a dezembro de 2018. Sua média anual de precipitação acumulada foi de 1885,5 mm no município de Carolina, com uma precipitação media/mês registrada em 157,12 mm, seu período

médio de chuva esta bem estabelecido entre os meses de janeiro a abril e novembro e dezembro. Entre os meses de maio a outubro temos o período de seca.

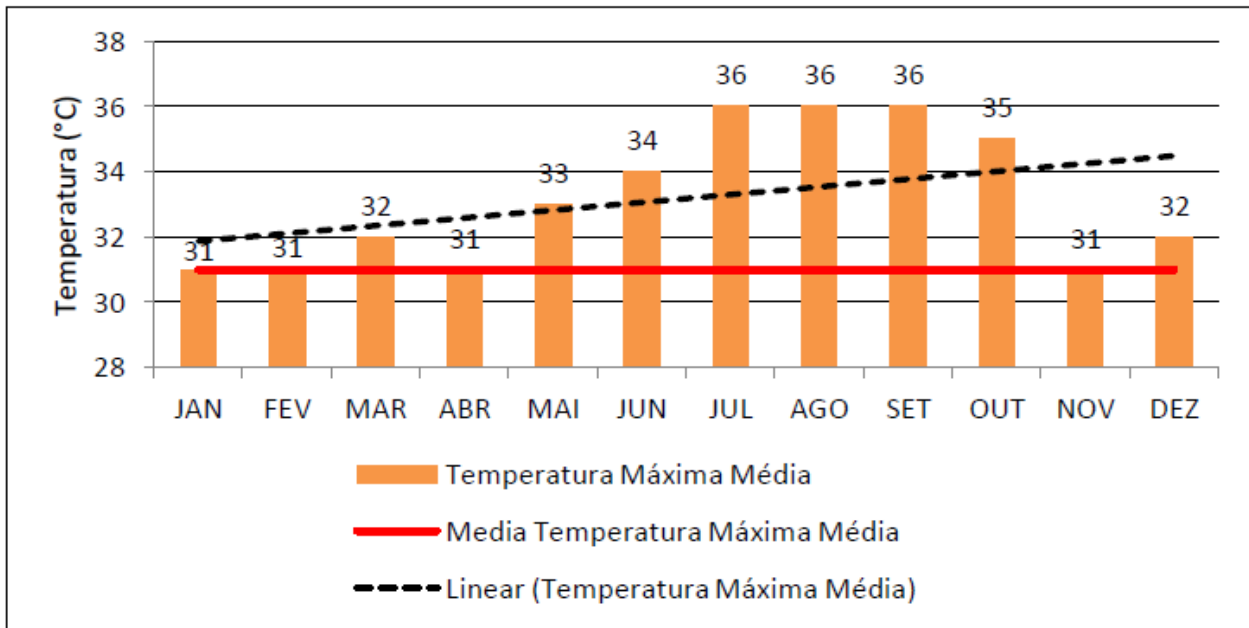
Gráfico 1: Precipitação Total no município de Carolina 2018



Fonte 1: Autor, 2018

Averigua-se no Gráfico 2, as médias de temperatura máxima média entre os meses de janeiro a dezembro de 2018 onde, sua média anual de temperatura ficou registrada em 31°C. Seu verão seco ocorre entre os meses de maio a outubro, sendo os meses de julho agosto e setembro seus índices de temperatura mais críticos, com uma média de 36°C.

Gráfico 2: Temperatura Máxima Média no município de Carolina 2018



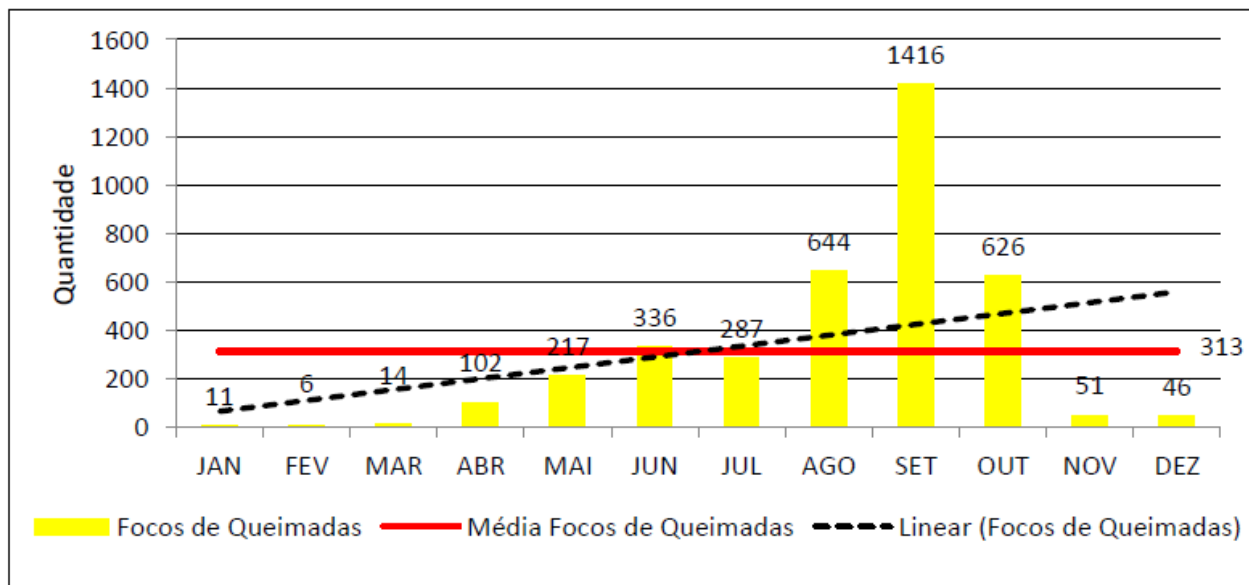
Fonte 2: Autor, 2018

Logo, contata-se a partir dos dois últimos gráficos avaliados que o período seco, com elevadas temperaturas encontra-se de forma oposta ao período de chuva, o que correlacionado com as características naturais de seu bioma, torna-o suscetível a eventos extremos de impactos talvez irreparáveis como queimadas, caudados por causas antrópicas ou naturais.

Um fator muito importante que influencia a ação do fogo é a umidade relativa, esta pode ocorrer de diversas formas, sendo responsável juntamente com a temperatura, pela proporção de umidade de um material a ser combustível, uma vez que não haja precipitação. Isto ocorre no material que se encontra sobre o piso do solo. Assim, essa umidade relativa favorece os picos de queimadas, com origem em sua maioria, por caudas antrópicas para, por exemplo, atividades agrofloretais.

No Gráfico 3, têm-se a quantidade de focos de queimadas ocorrentes no ano de 2018 no município de Carolina. Ao todo, foram registrados 3756 focos. No geral, os maiores valores de queimadas ocorreram no fim da estação seca (agosto, setembro e outubro), enquanto os maiores valores de temperatura ocorreram na transição entre a estação seca e chuvosa (julho, agosto, setembro e outubro), com maior variabilidade na estação seca.

Gráfico 3: Registro de focos de queimadas no município de Carolina 2018



Fonte 3: Autor, 2018

Assim, segundo Torres (2006), considera-se que o aumento de queimadas durante a estação seca ocorreu devido à baixa umidade relativa do ar, que causada pela ausência de pluviosidade provocou aumento no déficit de pressão de vapor da atmosfera e evapotranspiração da vegetação, tornando-os mais secos. Essa biomassa seca é de fácil combustão por apresentar alto índice de inflamabilidade, sobretudo quando associada com elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar (Nobre et al., 2007). As condições climáticas e incêndios mantêm uma estreita relação, desde a probabilidade de ocorrências de incêndios decorrente das condições atmosféricas em um dado período de tempo, até a manutenção e propagação do fogo (Torres, 2006).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de queimadas em 2018 se mostraram mais suscetíveis no período de baixa precipitação em que a temperatura máxima média tendência-se a serem mais elevadas, propiciando assim, juntamente com a baixa umidade relativa e as características de seu bioma à ocorrência de focos de queimadas no município de Carolina, com o favorecimento da combustão a partir da vegetação seca presente em seu território.

Uma parte do município compõe o Parque Nacional da Chapada das Mesas, uma Unidade de Conservação protegida e monitorada pelo ICMBio (Instituto de Chico Mendes e Biodiversidade) em conjunto com a SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), que realizam o

combate aos incêndios e atividades de conscientização local quanto as medidas de proteção e conservação nessa UC (Unidade de Conservação).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. M. Introdução a Metodologia de Trabalho Científico. 7a ed. São Paulo Atlas, 2006.

Banco de Dados de Queimadas – INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais). Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 22 de Março de 2019.

Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 19 de março de 2019. Centro de Produções Técnicas. Como a umidade relativa do ar influencia o fogo em queimadas? Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/dicas-cursos-cpt/como-a-umidade-relativa-do-ar-influencia-o-fogo-em-queimadas>>. Acesso em: 01 de Abril de 2019.

COOK, K., VIZY, E.K. Effects of Twenty-First-Century climate change on the Amazon rain forest. *Journal of Climate*, v. 21, n 3, p. 542-560, 2008.

COSTA, M.H., FOLEY, J.A. Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO2 concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate*. v. 13, p. 18-34, 2000.

CRUTZEN, P.J., ANDREAE, M.O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, v. 250, p. 1669-1678, 1990.

CUREAU, S. ; LEUZINGER, M. D. . Queimadas e mudanças climáticas. In: SILVA, Solange Teles da; CUREAU, Sandra; LEUZINGER, Márcia. (Org.). Mudança do clima: desafios jurídicos, econômicos e socioambientais. São Paulo: Fiuza, 2011, v. 1, p. -.

Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá-MT, Brasil. Disponível

em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/11892/pdf>>. Acesso em: 19 de Março de 2019.

KIRCHOFF, V. SCAR-B Proceedings. Transec Editorial, INPE. São José dos Campos,(SP), p. 208, 1997.

NOBRE, A.C.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. (2007). Mudanças climáticas e Amazônia. *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, p. 22-27.

Núcleo Geoambiental UEMA. Biomas no Estado do Maranhão – (2013). Disponível em: <<https://www.nugeo.uema.br/?p=11089>>. Acesso em: 27 de Março de 2019.

Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas. Disponível

em:<[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos\\_operativos/plano\\_operativo\\_parna\\_da\\_chapada\\_das\\_mesas.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos_operativos/plano_operativo_parna_da_chapada_das_mesas.pdf)>. Acesso em: 19 de Março de 2019.

Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado. Disponível

em:<[http://www.mma.gov.br/estruturas/182/\\_arquivos/ppcerrado\\_consultapublica\\_182.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/ppcerrado_consultapublica_182.pdf)>.  
Acesso em: 01 de Abril de 2019.

Parna da Chapada das Mesas – ICMBio (Instituto de Chico Mendes e Biodiversidade). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2079-parna-da-chapada-das-mesas>>. Acesso em: 19 de março de 2019.

RIBEIRO, G.A., BONFIM, M,V.R. Incêndio florestal versus queima controlada. Revista Ação Ambiental, ano II, n 12, p. 8-11, 2000.

RIBEIRO, G.A.; SOARES, R.V. Caracterização do material combustível florestal e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. Cerne, Lavras, v. 4, n 1, p. 57-72, 1998.

Suscetibilidade do ambiente a ocorrências de queimadas sob condições climáticas atuais e de futuro aquecimento global. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n3/a07v26n3.pdf>>. Acesso em: 01 de Abril de 2019.

TORRES, F.T.P. (2006). Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). Caminhos de Geografia, v. 7, n. 18, p. 162-171.



## TRANSPORTE DE COLIFORMES EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

*Halana Tereza Marques de Jesus Ambrosio (Discente, Universidade Federal do Maranhão)*

*halanaambrosio@gmail.com;*

*Alexandre Nava Fabri (Discente, Universidade Federal do Maranhão)*

*alexandrenavaf@gmail.com*

*Talita Dantas Pedrosa (Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido)*

*talita.pedrosa@ufersa.edu.br*

*Roselene Maria Schneider (Professor, Universidade Federal do Mato Grosso)*

*roselenems@yahoo.com.br.*

**RESUMO:** utilização de água de reuso na agricultura vem ganhando espaço, haja vista ser esta uma fonte natural de fertirrigação que garante uma boa produtividade das culturas irrigadas. No entanto, o maior agravante de seu emprego na agricultura é a potencial presença de agentes contaminantes, o que compromete sua utilização do ponto de vista sanitário. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o transporte de coliformes em lisímetros, visando compreender como se dá a condução deste contaminante em solo fertirrigado com água de reuso da suinocultura e lâminas de irrigação de água. Cultivou-se a espécie Brassica Oleracea, variedade Verona CMS em lisímetros que receberam quatro taxas de água residuária da suinocultura (0, 50, 100 e 150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) uma única vez antes do transplântio das mudas, associado à quatro lâminas de irrigação que forneceram diariamente (75%, 100%, 125% e 150%) da evapotranspiração potencial da cultura (ETc).

Os resultados indicaram que houve o transporte de coliformes em maior concentração nos lisímetros que receberam as maiores lâminas de irrigação de água, já no que se refere ao tempo de condução do experimento, observou-se maiores concentrações de coliformes lixiviados logo no início do experimento, sobretudo ao longo dos dez primeiros dias, apresentando redução significativa na concentração desses elementos aos quarenta dias, variando entre 0 e 100 ufc.mL-1.

**Palavras-chave:** Reuso; fertirrigação; lixiviação; coliformes.

## INTRODUÇÃO

A fertirrigação e utilização de água de reuso na agricultura, vem ganhando espaço nas lavouras, haja vista o seu potencial de nutrição e fertilização do solo, que garante uma boa produtividade das culturas irrigadas. Contudo, a grande variedade de organismos patogênicos, especialmente bactérias da classe dos coliformes termotolerantes, presentes nesse material têm sido o maior agravante de sua utilização, o que compromete a qualidade do efluente a partir do ponto de vista sanitário. Neste sentido, a água de reuso precisa de tratamento adequado e a sua qualidade sanitária depende do grau de tratamento adotado.

O uso de águas residuais para irrigação é um ato amplamente estudado e indicado por inúmeros pesquisadores no mundo como opção viável para prover as necessidades de água e, em grande parte, a nutrição das plantas. (HARUVY, 1997; CAPRA & SCICOLONE, 2004).

Contudo, faz-se necessário avaliar o potencial de poluição que a aplicação e disposição da água de reuso pode provocar no solo quando aplicado em sua superfície, bem como em corpos hídricos subterrâneos e superficiais quando da lixiviação de seus constituintes em profundidades de solo e arraste dos mesmos em superfície.

## OBJETIVOS

Neste estudo buscou-se avaliar o transporte de coliformes termotolerantes em colunas de solo, por meio do uso de lisímetros de percolação, visando compreender como se dá o transporte destes contaminantes em solo irrigado com água de reuso da suinocultura, associado a lâminas de irrigação de água.

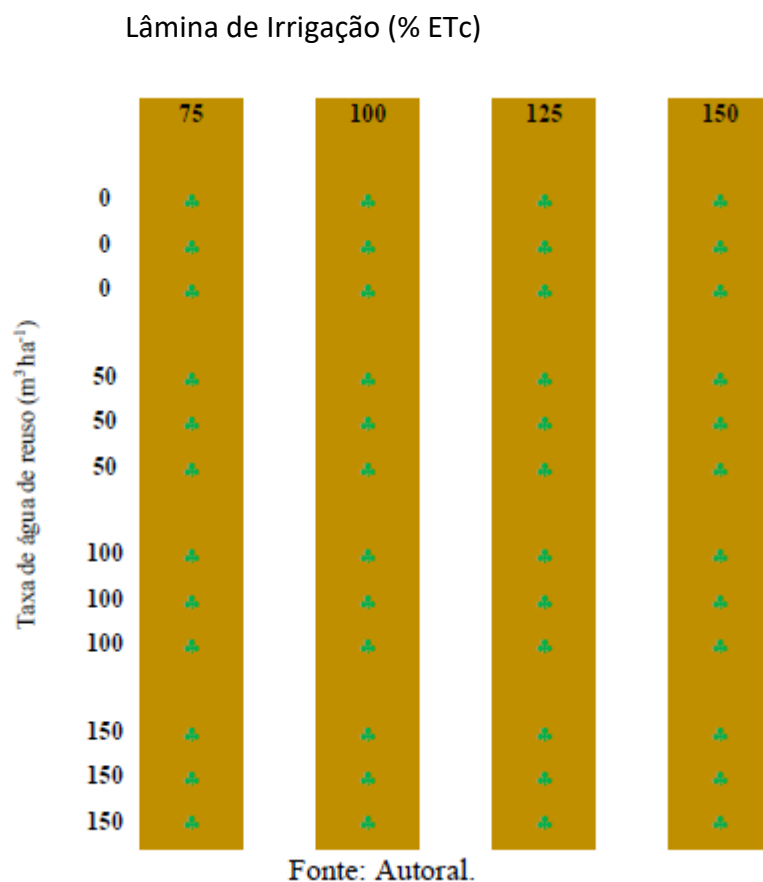
## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o período de 28/06 a 06/08 de 2015, nas dependências da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, localizado em 11° 51' S e 55° 29' W. Durante sua execução nenhuma precipitação ocorreu. O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo.

Para o estudo de lixiviação foram construídos trinta e seis lisímetros de tamanho reduzido, dispostos em telhas de fibrocimento modelo canetele (90cm x 3,0m x 25 cm). Os lisímetros foram confeccionados usando baldes de polipropileno (25x23cm), posteriormente preenchidos com solo, conforme esquema apresentado na Figura 1. Antes do preenchimento dos lisímetros realizou-se a caracterização química e física do solo em duas profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. A análise

quantitativa de coliformes, se deu por meio da utilização de placas petrifilm 3M para a quantificação de colônias, através da metodologia padronizada, descrita no Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Figura1: Croqui experimental com disposição dos lisímetros em canteiros, sob aplicação de quatro lâminas de irrigação e taxa de água de reuso aplicadas na cultura da couve-flor.



Na análise química realizada na camada de solo 0 – 20 cm foram quantificados os macronutrientes fósforo e potássio, concentrações de 2,46 e 32,00 mg.dm-3, respectivamente, e para cálcio e magnésio concentrações de 2,03 e 1,72 cmol.dm-3 (centimol por decímetro cúbico), respectivamente. Quanto aos micronutrientes quantificou-se concentração nula para o elemento alumínio, e concentrações de zinco e cobre de 3,90 e 0,59 mg.dm-3, respectivamente.

O solo apresentou valor de pH (H<sub>2</sub>O) de 5,4, capacidade de troca catiônica (CTC – pH 7,0) de 6,98 cmol.dm-3 e teor de matéria orgânica em 38,22 g dm-3. Na análise física foram identificados teores de argila, de silte e areia de 462, 250 e 288 g.dm-3, respectivamente.

Na camada mais profunda do solo, de 20 – 40 cm, os teores de macronutrientes apresentaram valores de 4,61 e 55,00 mg.dm-3 para fósforo e potássio, respectivamente; e de 3,75 e 1,30 cmol.dm-3 para

cálcio e magnésio, respectivamente. Para micronutrientes, o solo apresentou também concentração nula de alumínio, e concentrações de zinco de 4,85 e cobre de 0,84 mg.dm<sup>-3</sup>.

O valor de pH (H<sub>2</sub>O) medido foi de 5,9; a capacidade de troca catiônica (CTC – pH7,0) foi de 8,01 cmol.dm<sup>-3</sup> e teor de matéria orgânica em 43,00 g.dm<sup>-3</sup>. Na análise física, os teores de argila, silte e areia quantificados foram de 483, 167 e de 350 g.dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Após a caracterização química e física do solo a adubação química complementar foi calculada seguindo as recomendações técnicas de Zanuzo et al. (2013) para a cultura pré-estabelecida. A adubação correspondeu a adição de 10 g de ureia, 15 g de cloreto de potássio, 20 g de superfosfato simples e 12,5 g de calcário dolomítico na superfície de cada um dos lisímetros antes do transplântio das mudas. Para o preenchimento dos lisímetros utilizou-se solo coletado na área em que o experimento foi instalado.

O solo foi peneirado em malha 4 antes de ser introduzido nos lisímetros. O lisímetro era provido de um sistema de coleta (funil e garrafa) na sua parte inferior, onde o lixiviado era armazenado para posterior coleta.

A água de reuso da suinocultura foi coletada em uma propriedade rural no município de Vera-MT, após tratamento em biodigestor. A água de reuso foi caracterizada química e fisicamente. O resíduo apresentou valor de pH de 7,16, turbidez de 5480 UNT, condutividade elétrica de 10,91 S.m<sup>-1</sup>, concentração de sólidos totais dissolvidos de 5,80 g.L<sup>-1</sup>, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 2475, NTK de 1470, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de 319,05, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 222,89, P total de 54,99, zinco (Zn) de 22,33 e concentração de cobre (Cu) de 4,75 mg.L<sup>-1</sup>.

A aplicação da água de reuso foi realizada uma única vez na superfície dos lisímetros antes do transplântio das mudas, em quatro taxas de aplicação, 0, 50, 100 e 150 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Realizou-se o transplântio das mudas de couve-flor espécie Brassica Oleracea, variedade Verona CMS manualmente em cada um dos lisímetros. A distância entre lisímetros era de 0,50 m. Após o transplântio foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, sendo a irrigação realizada diariamente, totalizando um período de irrigação de 30 dias.

Utilizou-se mangueiras gotejadoras de polietileno com espaçamento entre gotejadores de 25 cm, vazão de 7,5 L.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup> na pressão de trabalho de 10 mca. A irrigação foi realizada em quatro lâminas, que forneceram 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>). As lâminas eram determinadas em função da evapotranspiração de referência diária (ET<sub>0</sub>), obtida pelo método do Tanque Classe A. As definições da evaporação do Tanque Classe A (ECA) e do coeficiente do tanque

(Kp) são fundamentais, levando em consideração que o Kp depende do tipo de tanque, das condições climáticas e do local em que se encontra instalado.

Empregou-se o método de Cuenca (1989) recomendado por Souza et al. (2015) com valor médio de Kp (0,7795) estimado para o município de Sinop – MT. Utilizou-se o valor do coeficiente da cultura Kc (0,65) recomendado por Allen et al. (1998) no cálculo da ETc. Foram realizadas três coletas (10, 20 e 30 dias) ao longo da condução do experimento. As análises foram realizadas no Laboratório de Tratamentos de Resíduos e nos Laboratórios Integrados de Pesquisas em Ciências Químicas, seguindo a metodologia descrita no Standard Methods of Water and Wastewater (APHA, 2012)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### VOLUME DE ÁGUA APLICADO NA IRRIGAÇÃO

A Tabela 1 apresenta o volume de água aplicado por meio da irrigação na superfície dos lisímetros para cada um dos tratamentos. Os resultados indicaram maior volume de água aplicado para o maior percentual de ETc, podendo este comportamento ser observado para todos os períodos de tempo avaliados. Também se verificou tendência de redução do volume aplicado ao longo do tempo em todas as lâminas trabalhadas.

Tabela 1. Volume aplicado de irrigação (L) em diferentes lâminas e épocas de coleta em lisímetros cultivados com couve-flor. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tempo (dias)	Lâminas de irrigação (% ETc)			
	75	100	125	150
10	31,63 bD	42,17 bC	52,71 bB	63,26 bA
20	34,55 aD	46,07 aC	57,57 aB	69,10 aA
30	21,58 dD	28,78 dC	35,97 dB	43,17 dA
Total (L)	110,07	146,76	183,43	220,14

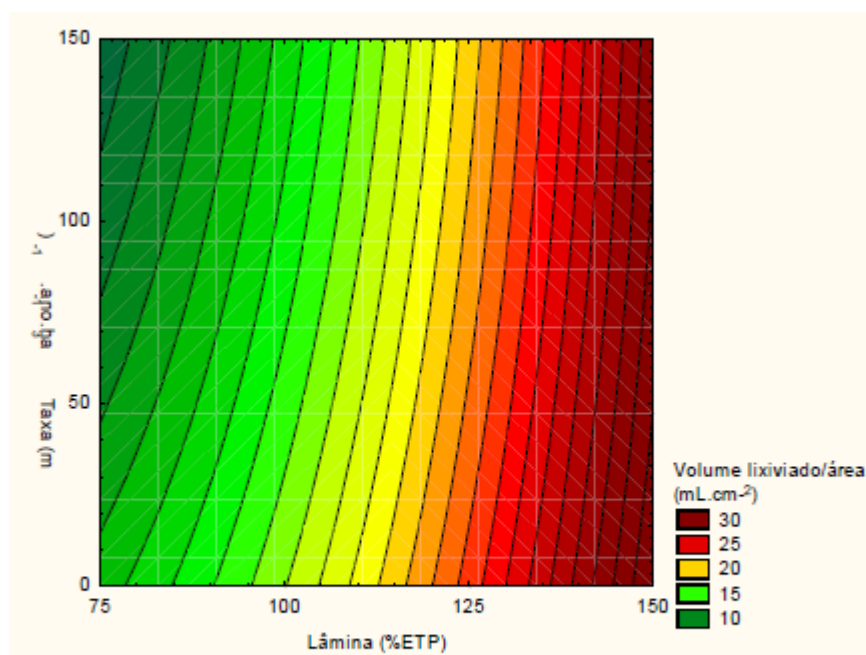
Fonte: Autoral.

Ressalta-se que apesar das lâminas de irrigação e taxas de aplicação de água residuária terem sido definidas com o intuito de se buscar um aumento na produtividade da couve-flor, as plantas não se desenvolveram de forma adequada. Mantiveram-se vivas durante todo o experimento, porém, com tamanho estagnado de mudas. O fornecimento de 100% ETc é considerado suficiente para suprir as

demandas por água pelas culturas, todavia, Lima et al. (2008) avaliando diferentes lâminas de irrigação observaram que o aumento da lâmina contribuiu significativamente para o aumento da produtividade. Dessa forma, o fornecimento de água em lâminas maiores (125 ou 150% ETC) em relação à demanda de água pelo cultivar couve-flor tornou-se objeto de estudo, ao considerarmos que na área em que esta pesquisa foi conduzida ocorrem precipitações em torno de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> (Souza et al., 2013). Portanto, a avaliação conjunta entre volume aplicado e volume coletado pode ajudar a compreender como se dá a transporte de coliformes e sua concentração na solução do solo.

A Figura 2 apresenta o volume de água lixiviado no interior dos lisímetros em função da aplicação de diferentes lâminas de irrigação e taxa de água de reuso da suinocultura.

Figura 2: Volume de água lixiviado (L) em diferentes lâminas de irrigação e taxas de aplicação de água de reuso em lisímetros cultivados com couve-flor.



Fonte: Autoral.

O volume coletado foi crescente quanto maior foi o fornecimento de água pela irrigação. Este comportamento era esperado em um sistema em que se avalia o efeito das lâminas sobre o volume coletado. Observou-se geração de lixiviado nas lâminas de 75 e 100% ETC, comportamento este que não era esperado, pois o fornecimento de água a cultura foi baseado na evapotranspiração da mesma, implicando no fornecimento de todo o conteúdo de água que a planta havia evapotranspirado. Acredita-se que a geração de lixiviado para estas lâminas pode ser explicada partindo da premissa de



que a determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) pelo tanque classe A é superestimada, uma vez que o coeficiente do tanque (K<sub>p</sub>) é utilizado na determinação da ET<sub>0</sub> e depende das condições climáticas da área em que o tanque encontra-se instalado (velocidade do vento, umidade relativa do ar e o tipo e tamanho da bordadura que circunda o tanque) (Mendonça et al., 2006). Houve redução no volume coletado conforme aumentaram-se as taxas de água de reuso em relação à testemunha.

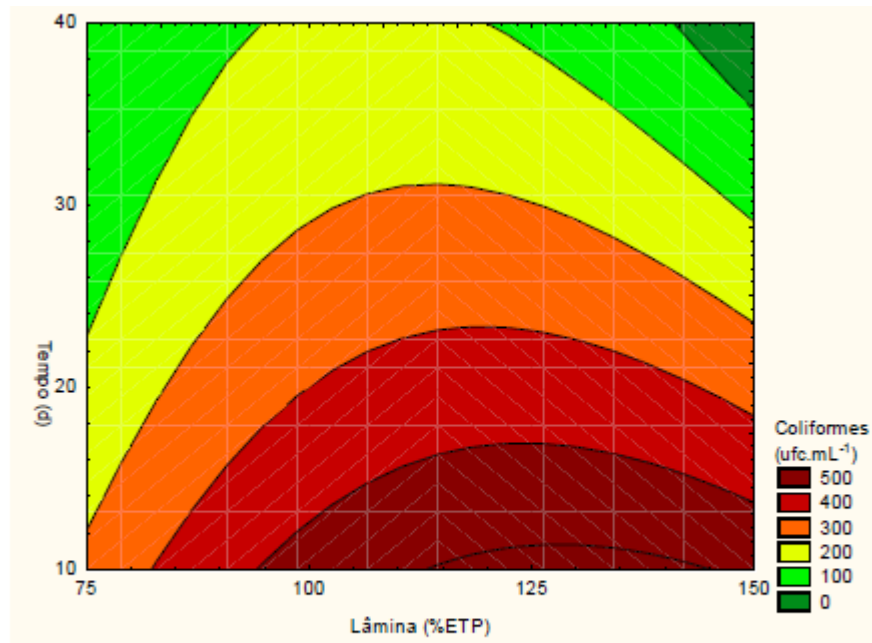
### Avaliação do transporte de coliformes

A Figura 3 apresenta dados relativos ao transporte de coliformes nas amostras de água lixiviada estudadas. Como se pode observar, conforme o sistema era irrigado ao longo do tempo, a lixiviação de coliformes na coluna de solo reduzia. Acredita-se que o volume de água irrigado exerceu forte influência no transporte e diluição de coliformes no solo ao longo do tempo, uma vez que a presença de unidades formadoras de colônia foi observada em maior quantidade nos lisímetros irrigados com maiores lâminas de irrigação (100, 125 e 150 % Etc).

Vasconcellos et al. (2006), observaram em estudo que podem ocorrer diferenças de concentração de coliformes durante os períodos de chuva e estiagem, já que uma maior presença de vegetação diminui o escoamento, principalmente devido à presença de caules e maior absorção de nutrientes e água pelas raízes, possibilitando a permanência desses organismos no solo, o que pode favorecer sua lixiviação para profundidades caso excesso de água ocorra no sistema, seja pela aplicação excessiva via irrigação ou por eventuais precipitações.

O tempo em que as coletas foram realizadas também apresentou interação com o transporte de coliformes no interior dos lisímetros, haja visto que a presença de unidades formadoras de colônias diminuiu significativamente ao longo do tempo.

Figura 3: Concentração da coliformes (ufc.mL<sup>-1</sup>) em lisímetros cultivados com couve-flor.



Fonte: autoral.

Segundo Jacobsen & Bech (2012), a sobrevivência e transporte de coliformes termotolerantes para o meio ambiente dependem de um conjunto de fatores e fenômenos complexos que ocorrem devido às interações dos processos que regulam sua movimentação no solo, como por exemplo a taxa de infiltração de água.

Ademais, Cavalcante (2014), em estudo semelhante, observou que taxas de coliformes totais e termotolerantes presentes em água podem sofrer variações em poucos dias, a depender de fatores ambientais, a exemplo do clima, formas de uso do solo e temperatura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo, observou-se que o volume de lixiviado foi crescente conforme o aumento do volume de água pela irrigação. Ao mesmo tempo, observou-se que o mesmo se tornava decrescente conforme o aumento das taxas de água residuária de suinocultura.

Os resultados demonstram que o transporte de coliformes foi maior no início do experimento entre 1 e 15 dias, bem como que o aumento das lâminas de irrigação também favoreceu as maiores concentrações de coliformes sendo transportadas para fora dos lisímetros. Desta forma, conclui-se através do experimento que a água residuária proveniente da suinocultura, adequadamente tratada em biodigestor, apresenta-se como uma alternativa para a fertirrigação de culturas como Brassica Oleracea, variedade Verona CMS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO (Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998. 300p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2012). Standard methods for examination of water and wastewater. (1496p). 22. ed. Washington, DC: APHA/AWWA/WEF.
- CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 68, p. 135 – 149, 2004.
- CAVALCANTE, R.B.L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. *Rev. Ambiente & Água*, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 550-558, jul./set., 2014.
- CUENCA, R. H. Irrigation system design: an engineering approach. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989. 133p.
- HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation – wide cost benefit analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 66, p. 133-119. 1997.
- JACOBSEN, C.S., BECH T.B. Soil survival of *Salmonella* and transfer to freshwater and fresh produce. *Food Research International*, n. 45, p. 557–566, 2012.
- LIMA, L. A., CUSTÓDIO, A. A. P de, GOMES, N. M. (2008). Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(6), 1832-1842.
- MENDONÇA, J. C., SOUSA, E. F., ANDRE, R. G. B., BERNARDO, S. (2006). Coeficientes do tanque classe A para estimativa de evapotranspiração de referência em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 14(1), 123-128.
- SOUZA, A. P., ALMEIDA, F. T., ARANTES, K. R., MARTIM, C. C., SILVA, J. O. Coeficientes de Tanque Classe A para estimativa da evapotranspiração de referência diária na região de transição Cerrado-Amazônia. *Scientia Plena*, v.11, p.0204. 2013.
- VASCONCELLOS, F.C. da S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Rev. Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177-181, abr./jun., 2006.
- ZANUZO, M. R., RIBEIRO, L. M., LANGE, A., MACHADO, R. A. F., MASSAROTO, J. A. (2013). Desempenho agrônomo de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. *Horticultura Brasileira*, 31(2), 332-337.

# Capítulo 30

## VI-247- ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENCALHADOS NA COSTA LESTE DA ILHA DA RESTINGA – CABEDELLO/PB E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE TERRESTRE E AQ

*Cristine Helena Limeira Pimentel (Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - campus Cabedelo)*

*Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel (Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Bahia. Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba)*

*Maiara Gabrielle de Souza Melo (Gestora Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - campus Cabedelo)*

*Thiago Leite de Melo Ruffo (Biólogo pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Educação pela Universidade Federal da Paraíba. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - campus Cabedelo)*

**RESUMO:** Decorrente do processo de urbanização e do acelerado crescimento populacional, o aumento na geração de resíduos sólidos e os seus descartes inadequados são constantes. A Ilha da Restinga, por estar situada na foz do Rio Paraíba, acaba por tornar-se alvo destes resíduos, que são trazidos pela correnteza e estão presentes em toda a costa leste da ilha, onde o rio apresenta uma curvatura em seu curso. A ilha caracteriza-se pela heterogeneidade do ambiente, que detém áreas de Mata Atlântica, dunas, restinga, manguezal, assim como locais de diferentes estágios de sucessão ecológica.

Atualmente, dentre todos os vetores de poluição, os resíduos causam grandes ameaças a integridade dos ecossistemas pela sua diversidade e quantidade. A atual situação de degradação da Ilha da Restinga é alarmante, por tratar-se de um ponto turístico, vem causando forte impacto em seu público visitante devido à vasta quantidade e variedade de resíduos sólidos. Além das atividades de ecoturismo que são realizadas na ilha, outras práticas econômicas, como a pesca, também estão sendo afetadas pela elevada incidência dos resíduos. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar os resíduos sólidos encalhados na ilha e os impactos causados por eles, através da coleta, caracterização e análise de resíduos e das coletas de amostras de água para análise de parâmetros de qualidade. Assim, observou-se que os parâmetros de qualidade da água analisados foram insuficientes para determinar a interferência dos resíduos no ambiente aquático, porém, a partir da grande quantidade e variedade de resíduos sólidos presentes na ilha, torna-se impossível negar que o ecossistema está sofrendo drasticamente com a poluição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ilha da Restinga, Resíduos Sólidos, Rio Paraíba, Poluição, Urbanização, Ecossistemas.

## INTRODUÇÃO

A Ilha da Restinga é o nome de uma ilha fluviomarina, dividida em Restinga de Baixo e de Cima, situada na desembocadura do Rio Paraíba do Norte, a qual teve papel importante na defesa do território paraibano no Período Colonial e consta de mapas oficiais do estado desde 1587.

Em pesquisa realizada, Córdula e Nascimento (2012) constataram uma grande variedade de resíduos encalhados na costa leste da ilha, mais precisamente no local onde o curso do rio faz uma curvatura. Todo esse resíduo causa poluição visual e incômodo aos praticantes de trilhas ecológicas e eventos da Ilha da Restinga que objetivam a aproximação das pessoas com a natureza, com a diversidade da biota e despertam o interesse e a valorização do meio ambiente, que são princípios do ecoturismo e a Educação Ambiental (EA). Além da poluição visual, a maior consequência desses resíduos provenientes do rio é a poluição da água e a redução da diversidade de animais, plantas e microorganismos em geral.

Nesse sentido, são fundamentais ações mitigadoras que auxiliem na conservação desses ecossistemas, tendo em vista que o quadro de perda de biodiversidade que se observa no país e na Paraíba. O estuário da ilha é utilizado para a extração de diversos organismos, e comunidades de pescadores vivem e exploram os seus recursos. A produção de organismos aquáticos em ambientes controlados, por meio de técnicas específicas, é uma atividade econômica de grande importância que caminha em expansão e engloba dimensões sociais, econômicas, ambientais e políticas.

Sabe-se que certos materiais presentes no lixo urbano que atingem os rios podem levar dias, meses e até milhares de anos para se decompor naturalmente, contaminando assim o ambiente e prejudicando de diversas formas e intensidades a todos que dependem deste para sobreviver. Um tratamento adequado a esse material mostra-se então de extrema importância, porém antes desse tratamento faz-se necessário conhecer os impactos que os resíduos carregados pelo Rio Paraíba estão causando. Diante desse quadro essa pesquisa visou investigar que efeitos os resíduos que estão sendo encalhados na Ilha da Restinga causam àquele meio?

O grande volume de resíduos transportados pelo rio Paraíba vem a se tornar mais evidente nas proximidades da sua foz, próximo a fronteira dos municípios João Pessoa e Cabedelo. O acúmulo e deposição de resíduos nas margens dos rios ocasionam efeitos prejudiciais à flora e à fauna existente nas áreas de preservação permanente, como é caso da Ilha de Restinga. A contaminação deste

ambiente por resíduos pode implicar na perda de hábitat reprodutivo das espécies animais e vegetais, dessa forma conhecer os resíduos desta Área de Preservação Permanente é fundamental para o aprimoramento de planos de gestão, conservação, capacitação, treinamento e desenvolvimento de processos e metodologias, dentro de uma compreensão global do conceito de meio ambiente, visando proporcionar soluções e o tratamento de problemas oriundos das comunidades urbanas. A população que mora no leito maior desse rio habita as áreas de manguezal e depende dele para sua sobrevivência, pois os peixes e crustáceos desse ecossistema são a fonte principal de renda para suas famílias.

A pesquisa em tela foi importante para o estudo da relação entre o acúmulo de resíduos e seus impactos na água e no solo das margens do rio Paraíba, buscando posteriormente soluções para este problema que atinge tanto as comunidades ribeirinhas de Cabedelo e adjacências quanto os moradores da ilha, alunos e turistas que visitam o lugar para fins de educação ambiental e ecoturismo, além dos danos causados aos animais que vivem no entorno. Considerando ainda a proximidade com o porto de Cabedelo, em torno de 5 km, os dados coletados fundamentarão com maior consistência os argumentos e as ações de melhorias para todas as comunidades que convivem com o rio nesta localidade.

## OBJETIVOS

Analisar os resíduos sólidos encalhados na costa leste da Ilha da Restinga - Cabedelo/PB e seus efeitos no ambiente terrestre e aquático.

Objetivos específicos:

- recolher os resíduos encalhados na costa leste da Ilha da Restinga.
- quantificar e caracterizar os resíduos sólidos recolhidos quanto as normas da ABNT.
- constatar interferência do acúmulo de resíduos no solo e na água da costa leste da Ilha da Restinga.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de observar as contribuições dos resíduos como fontes de poluição da água e do solo da Ilha da Restinga, foram realizadas vistorias in loco bimestralmente e nas marés baixas, entre agosto e

dezembro de 2018, visando assegurar uma melhor segurança à pesquisa como também a facilidade de deslocamento e coleta de material. Como forma de sistematizar os pontos de coleta dos índices de massas residuais, de água e de solo fez-se necessário delimitar o espaço a ser pesquisado. A partir do ponto inicial, o píer da Ilha da Restinga, tem-se o divisor das áreas denominadas Restinga de Cima e Restinga de Baixo, as quais cobrem uma faixa litorânea de 500 metros. Nessa faixa, foi escolhido o ponto de maior acúmulo de resíduos, que após georeferenciado ficou definido como ponto de coleta, o qual é delimitado por uma circunferência de 30 metros de diâmetro, onde foram coletados todos os resíduos encontrados, além das amostra de água.

A metodologia utilizada neste trabalho para a identificação e coleta de resíduos sólidos presentes na costa leste da Ilha da Restinga baseou-se no método de Mariano et al. (2000). Este método usa a exploração a pé com o equipamentos de coleta, em linha paralela à linha do rio cobrindo uma determinada zona costeira. Os resíduos coletados foram acondicionados em sacos previamente identificados, fotografados e registrados em planilhas de campo que facilitaram a identificação da área percorrida, do pesquisador, da data, da hora inicial e final do levantamento e do saco acondicionante. Os sacos foram pesados uma balança digital portátil com gancho com capacidade de até 50 kg da marca SQ, por três vezes devidamente registradas em planilha a fim de que se tenha um resultado mais preciso através da média aritmética.

Em laboratório com a mesma balança, os sacos foram novamente pesados, pelo mesmo método de pesagem de campo, para que sejam avaliadas as possíveis perdas de umidade. Fez-se a catalogação do material, classificação e quantificação dos resíduos conforme as normas da ABNT, mais precisamente a 10004/2004, para em seguida encaminhá-los para tratamento ou disposição final ambientalmente adequada estabelecida no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus de Cabedelo.

Também foram realizadas coletas bimestrais de amostras de água para análises físico-químicas. As análises foram realizadas em triplicata e seguiram a metodologia indicada pelo Manual técnico de análise de água para consumo humano (FUNASA, 1999).

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Seguindo a metodologia proposta, procedeu-se primeiramente, na visita de reconhecimento a escolha do ponto de maior acúmulo de resíduos (Figura 01) dentro da faixa litorânea de 500 metros entre a Restinga de Cima e a de Baixo. Dentro dessa faixa selecionou-se o ponto de maior acúmulo de resíduos sólidos e dele marcou-se a área cujo raio é 30 metros.





**Figura 1: Imagem aérea com a localização da Ilha da Restinga e do ponto de coleta de resíduos.**

A figura 1 ilustra o ponto de onde foi feita a coleta. Com o GPS, marcou-se o ponto de o maior acúmulo de resíduos e de acordo com as coordenadas foram realizadas as coletas durante os três meses. Ao observar a figura, pode-se perceber que o ponto da coleta apresenta a primeira curvatura da Ilha, assim, tendo a maior facilidade de os resíduos ficarem encalhados na sua costa.

Por se tratar de uma ilha desabitada com funcionamento apenas para receptivo de turismo ecológico nos fins de semana e Educação Ambiental, a mesma não possui interferência antrópica na geração de resíduos. Devido a sua localização no estuário de um grande rio da Paraíba, ela recebe uma grande massa de resíduos carregados pela força na correnteza na curvatura do rio e eis o cerne da pesquisa. Os resíduos encalhados na ilha são de tipos bem diversificados, porém, quanto a origem, a classificação predominante é a de resíduos domiciliares.

Como são carregados pelo fluxo do rio, não há resíduos orgânicos, o material orgânico existente é oriundo vegetação nativa da área (Figura 2).



Figura 2: Resíduos encontrados na área de coleta da Ilha.

Os resíduos encalhados na Ilha da Restinga são sobremaneira variáveis em função do despejo por parte de comunidades encontradas a montante do rio. Para haver uma melhor gestão dos resíduos sólidos urbanos transportados pelo rio é preciso conhecê-los de forma a identificar os possíveis geradores e enfim criar estratégias que mitiguem a prática. Para isto, a caracterização gravimétrica dos mesmos é essencial, visto que a gravimetria é a determinação dos constituintes dos resíduos sólidos e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra representativa (ABNT, 2004). A composição gravimétrica constitui uma informação importante na compreensão do comportamento dos resíduos e expressa percentualmente a presença de cada componente em relação ao peso total da amostra dos resíduos.

Após a segregação e quantificação, os resíduos foram classificados de acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) e agrupados em treze categorias: sacolas plásticas, garrafas plásticas, papel/papelão, metal, madeira, construção civil (inertes), nylon, couro, vidro, espuma, isopor, tecido, borracha, outros (perigosos). A gravimetria dessas frações ocorreu através de separação e pesagem realizadas em laboratório com o uso de luvas e uma balança digital portátil com gancho com capacidade de até 50 kg.

## QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECOLHIDOS NA ILHA DA RESTINGA

Para uma melhor gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é preciso conhecer o que tem sido gerado, ou seja, qual tipo e quantidade de material descartado. Para conhecer essa produção, a melhor maneira é fazer um estudo da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos através de sua caracterização física.

A caracterização de resíduos sólidos é um processo que identifica a quantidade de objetos e materiais resultantes da transformação e utilização de bens de consumo. Composição é o termo utilizado para descrever os componentes individuais que constituem um fluxo de resíduos e a sua distribuição relativa nesse grupo, recorrendo geralmente a valores percentuais em peso.

Dentre os resíduos recolhidos na Ilha da Restinga estão:

- Saco plástico
- PET

- Papel
- Metal
- Madeira
- Nylon
- Couro
- Vidro
- Espuma
- Isopor
- Borracha
- Tecido
- Outros

Houve diferenciação entre os tipos de plásticos, como PET e sacolas plásticas devido à grande incidência das últimas. Na fração papel foram incluídas as embalagens do tipo longa vida e o componente de inertes, resíduos da construção foram separados para materiais provenientes de restos construções como de pedras e tijolos.

Tabela 1: Massa de resíduos (kg) coletados no ponto de coleta.

	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
Peso Total Inicial Massa (Kg)	45,975	22,522	15,76
Saco Plástico	26,61	9,02	3,617
PET	1,89	2,105	0,075
Papel	-	-	0,24
Metal	1,525	0,225	-
Madeira	-	0,28	1,21
Inertes	-	-	-
Nylon	0,775	0,47	1,38
Couro	2,545	-	2,32
Vidro	1,06	1,39	2,865
Espuma	5,985	2	-
Isopor	-	-	-
Borracha	-	2,475	0,645

Tecido	2,49	2,09	0,94
Outros	3	1,675	0,195
<b>Peso Total Final</b>	<b>45,88</b>	<b>21,073</b>	<b>13,82</b>

Fonte: Autores, 2019.

Os dados obtidos a partir das três coletas apresentaram uma grande variação, principalmente os meses de agosto e o de dezembro. Ao analisar a Tabela 01, pode-se perceber que o peso total inicial difere do peso total final. Isso acontece, pois, a primeira pesagem dos resíduos é feita in loco, em seguida, todo o resíduo é levado para laboratório, onde ocorre a caracterização deste. Com isso, o lixo tem perda de umidade e de partículas finas (areia), pois estava em um local cercado de água e ao ser retirado ele começa a perder a sua umidade, assim, ao ser caracterizado, separado e pesado, obtém-se um novo valor na pesagem.

No primeiro mês de coleta, em agosto, foram retirados da Ilha muitos sacos plásticos, a maioria eram embalagens de sabão e alimentos e outras embalagens que foram encontradas já não estão sendo mais fabricadas nos dias atuais. Ao observar a Tabela 1, percebe-se que não foi tabelado o Isopor, mas, esse material foi retirado da ilha durante as coletas e por ser um resíduo muito leve, a balança não apresentou o seu valor específico. Ainda sobre o mês de agosto, pode-se destacar a espuma, que, era possivelmente em sua maioria de colchões e outros materiais semelhantes e pareciam ter sido utilizadas para a lavagem de automóveis. No mês de outubro, houve a presença de borracha e madeira que não foram recolhidas no primeiro mês de coleta, ainda assim, no total foi retirado da Ilha um valor total bem inferior ao primeiro. Por último, no mês de dezembro, não se obteve um valor total muito alto de resíduos, assim, de agosto para dezembro observou-se uma queda do valor total de resíduos coletados. A Figura 3 mostra o percentual total de resíduos que foi coletado em cada mês da pesquisa.

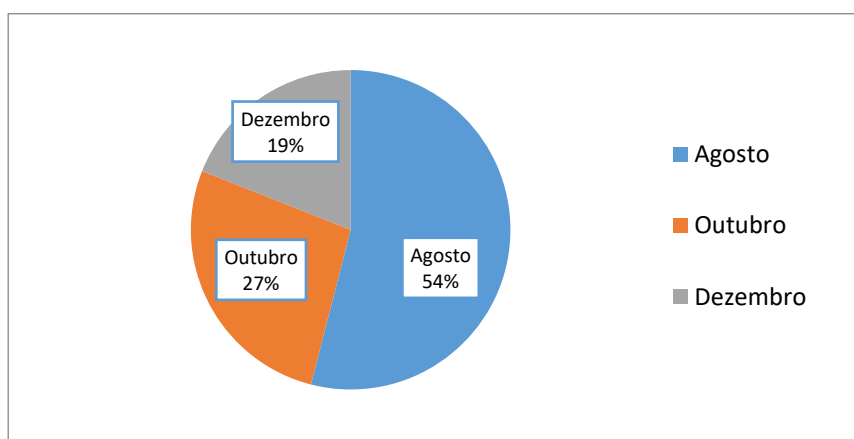


Figura 3: Visão geral do percentual de resíduos coletados durante os três meses pesquisa.

Fonte: Autores, 2019.

Ao observar a figura 3, percebe-se que em agosto teve-se grande quantidade de resíduos coletados. Possivelmente isso se deu por ser um mês posterior ao mês de férias (julho), onde o fluxo de pessoas aumenta nas redondezas e por ter um maior índice pluviométrico, assim, causando enchentes nas cidades e todo o resíduo sem destinação final correta tende a ser carregado para os rios.

Nos meses de outubro e dezembro foi retirada do local uma quantidade menor de resíduos, e provavelmente essa diminuição se deu devido a ocorrência das coletas do projeto, não deixando que permanecessem por muito tempo os resíduos encalhados, diminuindo a poluição no local na pesquisa.

## CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECOLHIDOS NA ILHA DA RESTINGA

“O culto ao descartável”, pilar da praticidade nas sociedades modernas, tem cobrado um custo ambiental alto [...]. “Retirar o lixo dos ambientes onde ele se acumula exige tempo, energia e espaço, logo, muito dinheiro”. Esse custo tem levado a reflexões: nunca se falou tanto em lixo, coleta seletiva, reciclagem, lixões e aterros como nos últimos anos” (ARAÚJO e COSTA, 2003, p. 64). Nessa perspectiva, a figura 4 ilustra a relevância do plástico com relação aos demais resíduos coletados na ilha. O plástico por ser descartável e barato é algo que as pessoas utilizam de forma frequente e inconsequente.

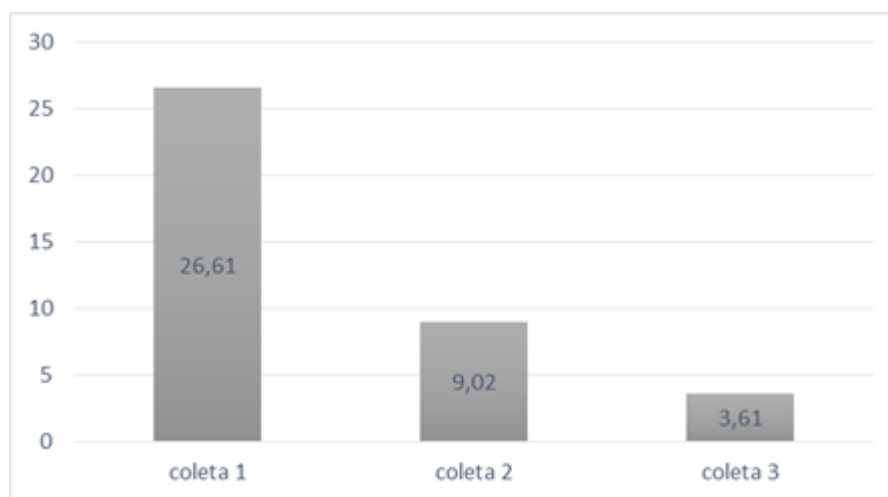


Figura 4: Massa (kg) de sacos plásticos coletados durante as três coletas

O saco plástico é um resíduo muito presente na maioria dos ambientes, devido a sua geração e utilização exacerbada. A Ilha da Restinga acaba sofrendo grande impacto, pois, a maioria desses plásticos são carregados pelas correntezas dos rios e ficam encalhados na sua costa. Na primeira

coleta, a quantidade de plástico retirada do local foi muito alta, pois, nenhuma atividade de coleta estava acontecendo na ilha, ao observar a figura 4 percebe-se a redução desse material entre as coletas de agosto e dezembro.

Plástico é o tipo de material mais comum encontrado como lixo marinho, ao caminhar nas praias facilmente encontra-se lixo plástico que certamente não foi produzido naquele local, ou seja, seu lugar de origem está bem distante, e os rios fazem esse transporte, uma vez que permeiam os centros urbanos, eles são, muitas vezes, responsáveis por levar os resíduos até o oceano. Dessa forma, vários animais são mortos por ingerirem resíduos sem ter a ideia de que não se trata de alimento. Mais de 100 milhões de peças plásticas são produzidas a cada ano e 10% destas acabam nos mares (CALDAS, 2007). A degradação do plástico é muito lenta no mar e na terra, isso significa que pode ficar por décadas na terra e no oceano causando enormes problemáticas ao meio ambiente.

Araújo e Costa (2003) observam que um grande número de pessoas não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público como algo que não lhe pertence, sem ter a mínima importância e causando poluição no espaço, assim, gerando grandes impactos para a natureza. A Figura 5 mostra como o vidro encontrado na Ilha da Restinga se apresentou no decorrer das coletas.

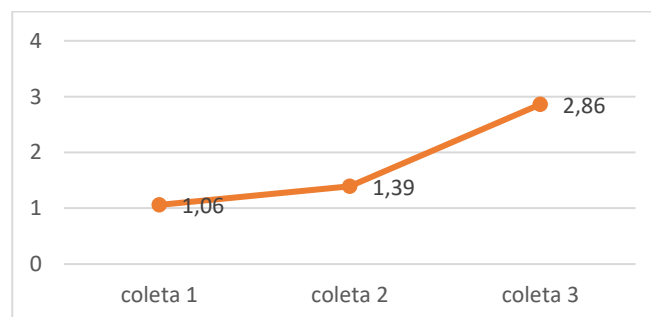


Figura 5: Massa (kg) de vidro coletado durante três meses alternados no ano de 2018, sendo eles, agosto, outubro e dezembro.

Fonte: Autores, 2019.

A figura 5, diferente das demais, apresenta um aumento entre as três coletas, demonstrando que a presença do vidro na ilha cresceu, embora não tenha obtido um valor muito alto em massa, porém, é um resíduo muito comum em vários ambientes e a tendência é aumentar. A maioria das garrafas de vidro encontradas são de bebidas alcólicas, algo que muitas pessoas consomem, principalmente em

áreas turísticas. Esse dado se agrava ao considerar o vidro como produto de baixa degradação, isso retrata o potencial de poluição da sociedade que vive às margens do rio Paraíba.

Entre outros fatores que influenciam na produção e destinação do lixo estão, número de habitantes no território, área de produção, variação sazonal e os hábitos que a população tem. Deve observar toda a estrutura do local, se tem a coleta seletiva, se os habitantes consomem com muita frequência e ressaltando a importância das políticas públicas voltadas para o meio ambiente e o cumprimento das mesmas. (Ryan, 1987; Corbin e Singh, 1993). Ao observar a figura 6, pode-se perceber que muitas pessoas ainda possuem o hábito de descartar de forma inadequada roupas que não lhe cabem mais, assim, por muitas vezes jogando nos rios ou depositando em lugares inadequados causando problemas ao meio ambiente.

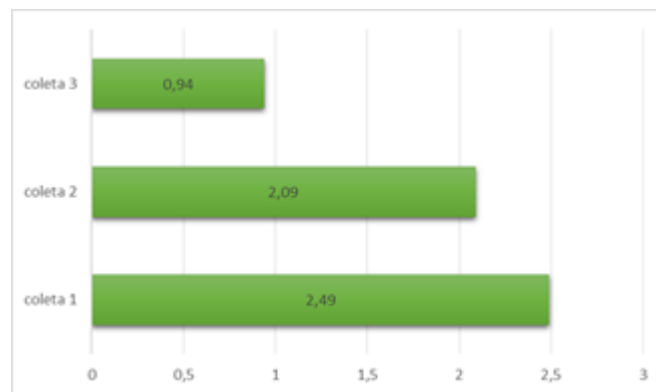


Figura 6: Massa (kg) de tecidos coletados na Ilha da Restinga

Fonte: Autores, 2019.

A figura 6 mostra que a ocorrência de tecidos teve uma mínima diminuição entre a primeira e segunda coleta, mas na terceira teve uma considerável queda, desses tecidos, muitos são blusas e bermudas. Várias pessoas ao não utilizarem mais suas roupas por considerarem velhas, geralmente descartam nos lixos ou até mesmo jogam nos rios, o que faz chegar até a ilha e ficarem encalhadas em sua costa leste.

A poluição nos rios urbanos é um problema que vem se intensificando a cada dia, o descarte inadequado e a ineficiência dos órgãos públicos com a questão dos resíduos sólidos faz com que esse quadro se agrave. A figura 7 ilustra um panorama com a quantidade de cada material coletado e sua evolução ou redução durante os meses de coleta.

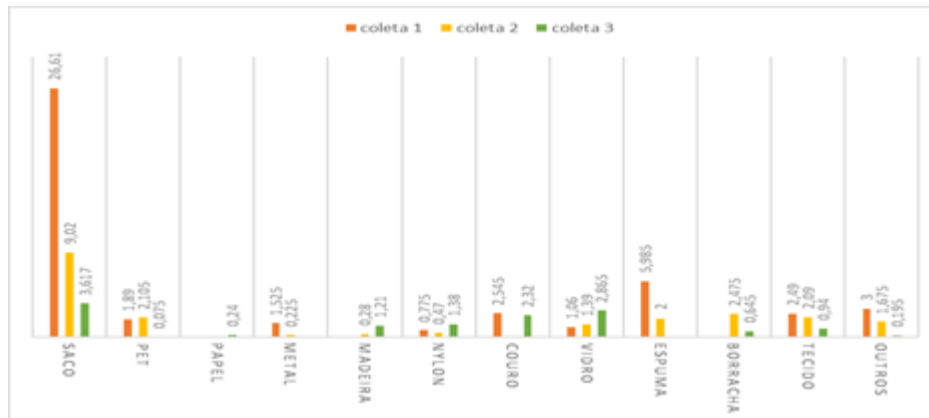


Figura 7: Massa (kg) de todos os resíduos coletados durante as três coletas nos meses agosto, outubro e dezembro de 2018.

Fonte: Autores, 2019.

Ao observar a figura 7 pode-se perceber que o saco plástico, o PET, metal, couro, espuma, borracha, tecido e outros, foram diminuindo durante os três meses de coleta. O material que mais se destaca é o saco plástico, que é um resíduo muito presente em todos os lugares, principalmente por ser um descartável que as pessoas usam principalmente para acondicionar os seus resíduos domiciliares. Os materiais que tiveram um aumento, foram, o nylon, madeira e o vidro. Dentre esses resíduos, o vidro é o que mais se intensifica, pois o seu uso é muito presente na sociedade, na maioria das vezes sendo o armazenamento de bebidas alcoólicas, que são consumidas de forma expressiva em áreas turísticas e de esportes náuticos. O nylon teve um pequeno aumento, sendo ele, proveniente da pesca, visto que as proximidades da Ilha da Restinga são frequentadas por muitos pescadores, e, infelizmente, alguns materiais utilizados durante a pesca são lançados no rio.

A globalização contribui em grande escala para o aumento da quantidade de resíduos sólidos, sobretudo pela influência de consumo por meio das redes de comunicação. Na perspectiva da globalização, o estilo de vida orientado para o consumo e o uso excessivo de embalagens exagerados são transferidos como modelo de comportamento dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento, dessa forma sendo uma das causas principais para a geração dos resíduos e o crescente aumento dos desafios para solucionar os problemas dos resíduos sólidos urbanos (VALLINI, 2009). A figura 8 mostra como essa situação é agravante na Ilha da Restinga.



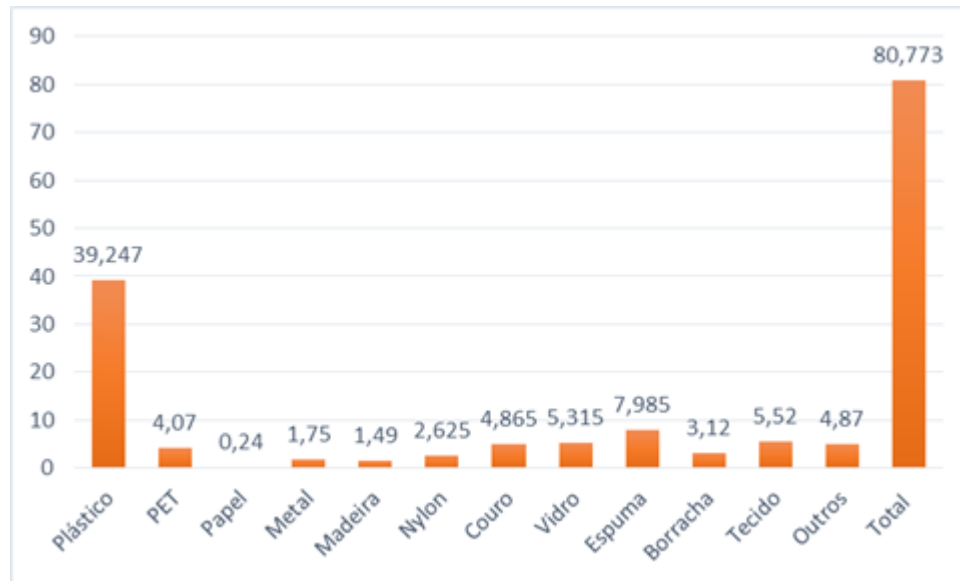


Figura 8: Somatório da massa (kg) de cada resíduo coletado durante os três meses e o total de lixo coletado durante a pesquisa.

Fonte: Autores, 2019.

Através da figura 8 pode-se ter uma análise total de resíduos coletados, ao todo, foi retirado da Ilha da Restinga, mais de 80kg de resíduos, durante todas as coletas, sendo o plástico o material mais representado com mais de 39kg no total. O plástico tem sua degradabilidade muito baixa, podendo permanecer durante décadas no meio ambiente e por ser um produto barato tem um índice de produção e consumo muito alto. Pode-se destacar também, a espuma com um peso de quase 8kg coletados que na maioria das vezes eram espumas de colchões que se espalhavam os fragmentos no território da Ilha.

Muitos sapatos foram coletados e classificados como borracha, couro e alguns como tecidos por não terem a presença do solado. Foi retirado muito vidro do local, vários fragmentos dispersos, mas ainda havia a presença de muitas garrafas intactas sem nenhuma rachadura. Os materiais metal, papel e a madeira não apresentaram grandes valores específicos. Nos classificados como “Outros” foram encontrados tubo de televisão, pedaços de barcos, capacete, motor de barco, pincel e lixo hospitalar.

Ao analisar a figura 8 percebe-se o quanto a sociedade ainda é despreocupada quando joga um papel na rua ou simplesmente quando lança um plástico no rio e não tem a consciência que tal atitude pode gerar grandes problemáticas ambientais. Contudo, o problema não se restringe apenas a

desinformação, visto que existe a questão social e a falta de saneamento básico, muitas vezes, acarretam no descarte de resíduos sólidos de forma bruta nas ruas e nos rios mais próximos.

#### ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA ÁGUA NOS PONTOS DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA INTERFERÊNCIA NO SOLO

As práticas relacionadas ao monitoramento de qualidade de água incluíram a coleta de dados e de amostras de água em locais específicos (georreferenciados), realizada em intervalos regulares de tempo, de modo a gerar informações que possam ser utilizadas para a definição das condições presentes de qualidade da água conforme estabelecido pela Agência Nacional de Águas. A Tabela 2 abaixo mostra os dados obtidos durante as três coletas realizadas na Ilha da Restinga.

Tabela 2: Parâmetros da água do ponto de coleta.

<b>Parâmetro</b>	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
Temperatura (°C)	25,90	30	32,4
pH	6,60	5,76	7,9
Turbidez (NTU)	2,60	106	2,8
Condutividade Elétrica (ms/com)	41,64	40,03	44,68
Salinidade	33,00	37,00	37,00
Nitrito	0,5	0,5	0,5
Amônia	0,005	0,001	0,011

Fonte: Autores, 2019.

- Temperatura (°C)

Pela Tabela 02 percebe-se que não houve grande variabilidade de temperatura durante as três coletas. A mudança de temperatura é um fenômeno de ocorrência natural, mas que está sendo influenciado

e intensificado através das ações antrópicas, tornando-se violentamente prejudicial para os corpos aquáticos, visto que atinge toda a macro e microbiota existentes ali, interferindo no metabolismo das comunidades, na respiração dos organismos, e na decomposição da matéria orgânica.

- Turbidez

A Ilha da Restinga apresentou o nível mínimo de turbidez no mês de agosto com 21,0 (NTU), passando para o nível máximo no mês de outubro com 106 (NTU), um aumento de 103,4 (NTU) (Tabela 02). Esta elevação de valor ocorreu possivelmente devido amostra de água ter sido coletada em um ponto mais próximo a margem do que nas demais coletas.

Além de prejudicar a fotossíntese da flora aquática ao dificultar a penetração dos raios de sol, as partículas da camada superficial aumentam a temperatura da água pela absorção de calor. As partículas podem também conter pesticidas e nutrientes, o que irá impactar negativamente a fauna local.

- Condutividade Elétrica

Na Tabela 02 também estão apresentados os dados da condutividade elétrica, a qual mostrou oscilações de 41,64 em agosto, 40,03 em outubro e 44,68 em dezembro. Apesar de não existir um valor máximo permitido para este parâmetro na legislação brasileira, ele é considerado um indicativo importante de poluição por efluentes residenciais e industriais e depende dos valores da temperatura.

O maior resultado da condutividade elétrica foi obtido no mês de dezembro, assim como o nível da temperatura alcançou seu valor máximo também no mês de dezembro. Tais alterações podem indicar uma possível fonte de poluição. Há possibilidade desta oscilação ter ocorrido devido o mês de dezembro tratar-se de um mês inicial de férias, em que, tanto a rotina da população, quanto atividades turísticas, industriais e comerciais se intensificam, conseqüentemente, gerando um expressivo aumento da poluição que acomete o rio.

- Amônia

Observou-se a variação da amônia entre 0,001 (ppm) enquanto valor mínimo para 0,011 (ppm) enquanto valor máximo (Tabela 02). Os valores obtidos foram relativamente baixos para a salinidade

do corpo aquático, uma vez que a resolução CONAMA n° 357/2005 determina para algumas classes de enquadramento do corpo aquático valores entre 0,07 e 0,20 mg/L e em outras não determina valor máximo.

- Nitrito

A Ilha da Restinga apresentou um padrão nos valores de nitrito com 0,50 (ppm) nas três coletas (Tabela 02). O nitrito é responsável pela oxidação da amônia através da ação das bactérias nitrificantes e é uma substância considerada ainda mais tóxica que a amônia. Partindo da resolução do CONAMA n° 410/2009 não é possível concluir com exatidão o valor máximo permitido para este parâmetro neste caso, pois depende da classe à qual o corpo aquático pertence, porém, a resolução define valores entre 0,4 e 0,7 mg/L para algumas classes e não especifica valores para outras.

- Salinidade

Os resultados da salinidade apresentaram o menor valor na primeira coleta, no mês de agosto, com 33% e tiveram um aumento de 4% nos resultados das coletas posteriores, outubro e dezembro com 37%. Durante as três coletas a salinidade apresentou-se igual ou acima de 30% classificando as águas do corpo aquático da área de estudo como águas salinas, segundo a resolução do CONAMA n° 357/2005.

Apesar da área analisada localizar-se em um rio, as amostras apresentaram valores acima do considerado normal para águas salobras (segundo a resolução 357/2005 CONAMA), isso deve-se ao fato de estar localizada próxima a foz do rio, o qual desagua no oceano Atlântico, apresentando assim áreas estuarinas, abrigando amplas espécies de fauna e da flora.

- pH

As análises do pH realizadas no pHmêtro são os resultados levados em consideração nesta análise e exibiram números que mostram que ao longo das coletas a água transita de ácida para alcalina entre a primeira e a última coleta.

A água do rio no ponto de coleta dos resíduos, teve como menor valor 5,7 na segunda coleta e obteve como valor máximo o pH 7,9 em dezembro. A ocorrência de tal elevação pode ter se dado devido excesso de matéria orgânica em decomposição.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Rio Paraíba exerce influência sobre os resíduos que encalham na Ilha da Restinga. Isso porque a correnteza do rio possui mais força na curvatura próxima da ilha da restinga, e essa característica propicia uma impulsão dos resíduos para as encostas. Outra consideração importante é a influência das altas e baixas estações da maré, uma vez que foi identificado que, os mesmos resíduos que são trazidos pela maré, também são levados pela mesma. Isso ocorre sempre que a maré está em alta. Com isso ocorrem também, as lixiviações das barreiras da Ilha da Restinga causando encobrimento por terra dos resíduos já expostos na ilha, o que dificulta ainda mais um número exato de massas residuais desta área. Como forma de atestar estas particularidades foi realizada uma rota em volta de toda a ilha por meio de navegação para constar e observar se as condições eram as mesmas, comparando com a área de pesquisa delimitada. E concluiu-se que a área pesquisada é de fato a mais poluída com a presença de resíduos diversos.

Assim pode-se concluir que há uma grande quantidade de resíduos encalhados na ilha, chegando a 80,77 kg no total, havendo a ocorrência de resíduos classificados pela NBR 10.004 como Classe I ou Perigosos e Classe II-B ou Não Perigosos Inertes.

A partir da realização da caracterização e da análise dos resíduos sólidos, observou-se que os materiais com maior incidência foram o plástico, o vidro e o tecido, que de acordo com as normas de classificação da ABNT, configuram-se como resíduos não inertes e inertes, de possível origem doméstica e comercial.

A análise dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Paraíba, que banha a Ilha da Restinga em todas as suas mediações, indicou variações de resultados nos parâmetros de salinidade, pH, turbidez

e condutividade elétrica durante as coletas que, caso não tenham ocorrido naturalmente mas sim em consequência de ações antrópicas, podem influenciar negativamente os ecossistemas aquáticos e conseqüentemente o solo.

Para conclusões mais precisas sobre a interferência dos resíduos sólidos no ambiente aquático, é necessário um maior período de monitoramento dos parâmetros, assim como a análise de mais parâmetros como a demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, demanda química de oxigênio e oxigênio dissolvido, além das análises de zooplâncton e fitoplâncton para parâmetros biológicos.

Desta maneira, embora as análises dos parâmetros da água não tenham sido conclusivas para determinar a interferência dos resíduos sólidos no ambiente aquático, perante o volume, a caracterização e análise dos resíduos sólidos encalhados na costa leste da ilha, torna-se impossível negar a poluição e os impactos causados ao ecossistema do local.

Além dos impactos causados em seu ecossistema e biodiversidade, o ecoturismo na Ilha, que também já sofre as conseqüências deste problema, pode tornar-se inviável devido a presença de tamanha quantidade de resíduos e o incômodo gerado por estes aos visitantes. Tendo em vista toda esta problemática e estando consciente da importância da conservação ambiental para todos os seres que habitam e dependem deste ecossistema, faz-se necessário que o Órgão Público responsável desenvolva um planejamento ambiental adequado, que contemple e mitigue os impactos identificados na Ilha da Restinga.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 71p. 2004<sup>a</sup>

ARAÚJO, Maria Christina B.; COSTA, Mônica Ferreira. Lixo no ambiente marinho. *Ciência Hoje* - vol. 32, nº 191, março de 2003.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: . Acesso em: 8 out. 2010.

CALDAS, A. H. M. Análise da disposição de resíduos sólidos e da percepção dos usuários em áreas costeiras-um potencial de degradação ambiental. v. 40, p. 630, 2007.

CANANÉA, Fernando Abath. *Educação Dialoga*. João Pessoa: IMPRELL, p. 63-80, 2012.

CÓRDULA, Eduardo Beltrão de Lucena; NASCIMENTO, Glória Cristina Córnelio. A Era do Ser Ambiental. *Revista de Educação Pública*, Rio de Janeiro-RJ, nº 21, jun/2012a. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/0034.html>. Acesso em 06 jun. 2012.

FUNASA-FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual prático de análise de água. 2009.

MARIANO, C.V.; SANTOS, I.R; ABSALONSEN, L.; SCHILLER, R.V. Elaboração e Avaliação de um Método para Classificação e Quantificação de Resíduos Sólidos Presentes em Ambientes Praiais-Varredura. XIII SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA. Itajaí-SC, Anais. 2000. 54-56

# Capítulo 31

## ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MORINGA OLEÍFERA E SEUS EFEITOS NAS PROPRIEDADES COAGULANTES

*Miriam Cleide Cavalcante de Amorim (Professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco)*

*miriam.cleide@univasf.edu.br.*

*Amanda Caroline Santos Nascimento (Aluna de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco)*

*amandacaroline.sn@hotmail.com .*

*Elionaide Carmo Pereira (Aluna de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco)*

*elionaide.pereira@hotmail.com*

*Eduardo Souza Costa Barros (Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco,*

*barros-eduardo2005@hotmail.com*

*José Itamar Ferreira de Sá (Aluno de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Vale do São Francisco)*

*itamarjosesa@gmail.com*



**RESUMO:** Originária do norte da Índia a *Moringa oleífera* se caracteriza por sua alta capacidade de adaptação em regiões tropicais e semiáridas, e a diversos tipos de solos. Dispõe de uma diversificada funcionalidade e aplicabilidade, entre eles alimentícia e medicinal, todavia, destaca-se por sua ação coagulante em processos de tratamento de água e por ser biodegradável. A viabilidade das sementes ao longo do armazenamento decorre do teor de água e temperatura, em geral, podendo ser armazenada por longos períodos. Objetivou-se avaliar a influência de diferentes períodos de armazenamento de sementes de *Moringa oleífera* no processo de clarificação da água. Todas as sementes foram colhidas diretamente da árvore *Acácia Branca*, e as destinadas ao armazenamento foram conservadas em sacola plástica a temperatura ambiente por um período de 12 meses. O delineamento experimental estudou então dois tempos de conservação das sementes (sementes armazenadas há um ano e sementes “frescas”); dois tempos de sedimentação no processo de clarificação (60 e 120 minutos) e duas dosagens de semente (50 mg.L<sup>-1</sup> e 100 mg.L<sup>-1</sup>) obtendo-se o fatorial 2x2x2. Os melhores resultados foram observados para as sementes armazenadas 40% de remoção de turbidez e 5% de remoção de cor.

**Palavras-chave:** Armazenamento; tratamento de água; clarificação.

## INTRODUÇÃO

Originária do norte da Índia a *Moringa oleífera* se caracteriza por sua alta capacidade de adaptação em regiões tropicais e semiáridas, e a diversos tipos de solos. Dispõe de uma diversificada funcionalidade e aplicabilidade, entre eles alimentícia e medicinal, todavia, destaca-se por sua ação coagulante em processos de tratamento de água e por ser biodegradável.

As estações de tratamento de água (ETA's) buscam adequar a água de mananciais (imprópria para consumo humano) em água potável seguindo o padrão de potabilidade definido pela Portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde (PRC) (BRASIL, 2017), sendo a clarificação uma das etapas do tratamento.

Compondo o processo de clarificação da água estão a coagulação a floculação e a sedimentação, sendo responsáveis pela remoção dos parâmetros que influenciam na qualidade da água como a turbidez e a cor.

Para coagulação os sais férricos e de alumínio são coagulantes comumente utilizados, porém o coagulante extraído das sementes da árvore da *Moringa oleífera* se destaca desses coagulantes químicos por ser natural e biodegradável, além de não alterar significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento, e não causam problemas de corrosão (PEREIRA et al., 2011). Na coagulação, as sementes de *Moringa oleífera* passam por um processo de desestabilização química das partículas coloidais para que essas possam estar em suspensão disponibilizando as proteínas e favorecendo a formação dos coágulos. A floculação sucede a coagulação e consiste em permitir o crescimento e aglomeração dos coágulos em flocos para adquirir tamanho e densidade necessários para sedimentação no processo de clarificação (CÁRDONES, 2000).

No decorrer da coagulação e floculação faz-se necessário a mistura de produtos em duas etapas: no primeiro momento a mistura é enérgica e tende a dispersar todo o coagulante dentro do volume de água a ser tratado, chamada de mistura rápida. Em seguida, na floculação, a mistura lenta visa desenvolver os micros flocos (CÁRDONES, 2000). O tempo e intensidade de agitação podem variar conforme a busca pela melhor condição operacional, há aqueles que acreditam que a mistura lenta deve ser prolongada por um tempo maior como, Franco et al. (2017) e Pereira et al. (2015), e há quem defenda o adverso.

Na sedimentação ocorre o fenômeno físico, em que partículas em suspensão, apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade (DI BERNARDO e DANTAS, 2005), e assim promover a retirada de partículas como sólidos suspensos totais e os flocos formados na coagulação (METCALF e EDDY, 2003).

Pode-se assumir que as proteínas constituem os principais componentes ativos do extrato de sementes de Moringa oleífera, capazes de promover uma maior desestabilização eletrostática das partículas dispersas em água, que também foi observado nos estudos de Ghebremichael et al. (2005). Segundo Carvalho et al. (2016), a longevidade das sementes é uma característica geneticamente determinada. Além disso, os autores acrescentam que pode ocorrer associação entre o comportamento das sementes durante o armazenamento e os grupos ecológicos aos quais as espécies pertencem. Em geral, sementes de Moringa oleífera se enquadram na definição de sementes de espécies pioneiras, essas apresentam elevada longevidade, podendo ser armazenadas por longos períodos, comportando-se como sementes ortodoxas, que sobrevivem à secagem e congelamento durante a conservação.

Desse modo, o presente trabalho objetivou analisar a influência do tempo de armazenamento das sementes de Moringa oleífera Lam nas suas propriedades coagulantes por meio do processo de clarificação da água do Rio São Francisco, tendo como indicadores de remoção, cor e turbidez, e como indicador microbiológico, a remoção de bactérias heterotróficas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### COLETA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no Campus Juazeiro. A água foi coletada em um único lote diretamente do Rio São Francisco, no ponto de captação da estação de bombeamento do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), em Juazeiro-BA.

A água bruta após coletada foi caracterizada analisando-se os parâmetros de pH, cor, turbidez e bactérias heterotróficas conforme Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade avaliados na caracterização da água bruta.

<b>pH</b>	<b>Cor (uC)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)</b>
8,16 ± 0,62	38 ± 91	6,76 ± 10,14	>500

Fonte 1: Autores

O método potenciométrico foi utilizado para a avaliação do pH utilizando pHmetro (mPA210); a colorimetria foi utilizada para a medição de cor em colorímetro; para a turbidez foi utilizado o turbidímetro (TB-1000) por meio do método nefelométrico; a análise de bactérias heterotróficas foi realizada pelo método APHA (2012) Plate Count Agar.

#### PREPARO DA SOLUÇÃO COAGULANTE DE MORINGA OLEÍFERA

As sementes de Moringa oleífera foram coletadas diretamente da Acácia Branca, no campo experimental da UNIVASF. As sementes frescas (SF) referem-se às coletadas no dia do experimento, e sementes armazenadas (SA), aquelas colhidas um ano antes, na mesma árvore. O processo de preparo da semente de Moringa oleífera consistiu no descasque manual da semente, maceração, secagem na estufa à 60°C por 15 minutos, peneiramento e preparo da solução (FRANCO et al., 2017), sendo analisada nesta as proteínas segundo métodos de Lowry (1951) e Biureto (1949).

#### PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO

O processo de clarificação foi realizado em aparelho Jar Test (Test JT303M da Milan) tendo como parâmetros operacionais de mistura rápida 280 rpm por 2 minutos e de mistura lenta 40 rpm por 30 minutos, disposto por Franco et al. (2017). O delineamento experimental procedeu em esquema fatorial 2x2x2 sendo avaliados dois tempos de conservação da semente, dois tempos de sedimentação (t1= 60 e t2=120 minutos) e duas dosagens (D1= 50 mg.L-1, baseado em Santos; Vieira; Bergamasco, 2013 e D2= 100 mg.L-1 baseado em Franco et al., 2017).

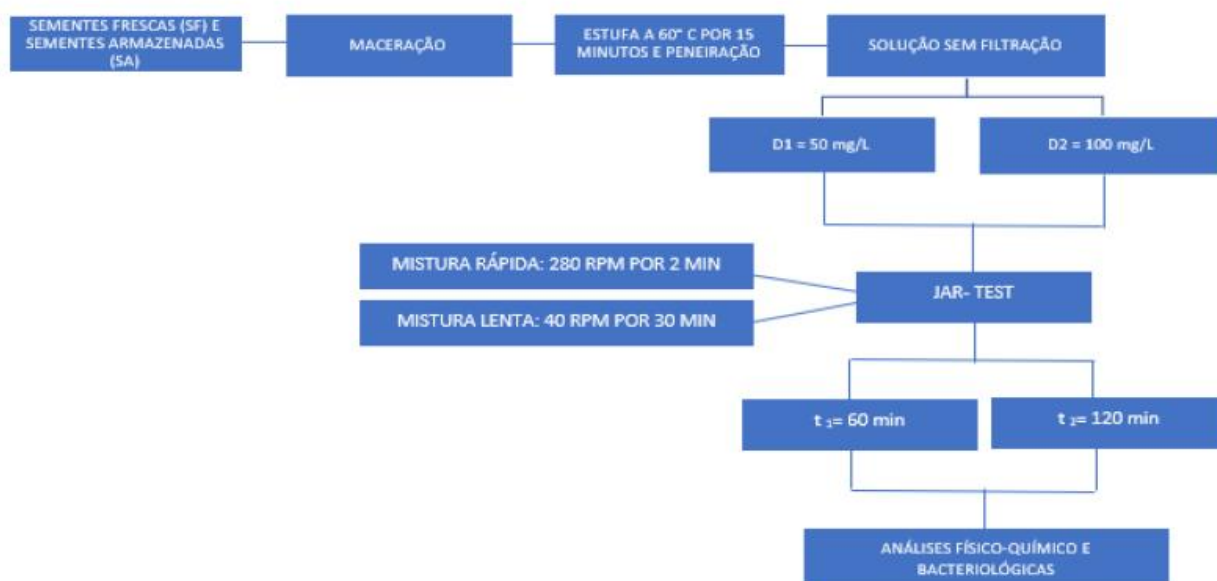
#### AValiação DO PROCESSO

Por meio da determinação das remoções de cor e turbidez foi possível avaliar o processo de clarificação, sendo também avaliada a remoção de bactérias heterotróficas.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram sujeitos a análises no programa estatístico SISVAR, por meio do teste de Tukey a 95%. Além disso, foram escolhidos os melhores resultados, de acordo, com as variáveis estudadas (idade, sedimentação e dosagem) para ser realizado o teste de bactérias heterotróficas, na qual foram utilizadas as especificações da Water and Waste Water, publicação da American Public Health Association (APHA, 2012). Figura 1: Fluxograma com o processo de clarificação.

Figura 1: Fluxograma com o processo de clarificação.



Fonte: Autores

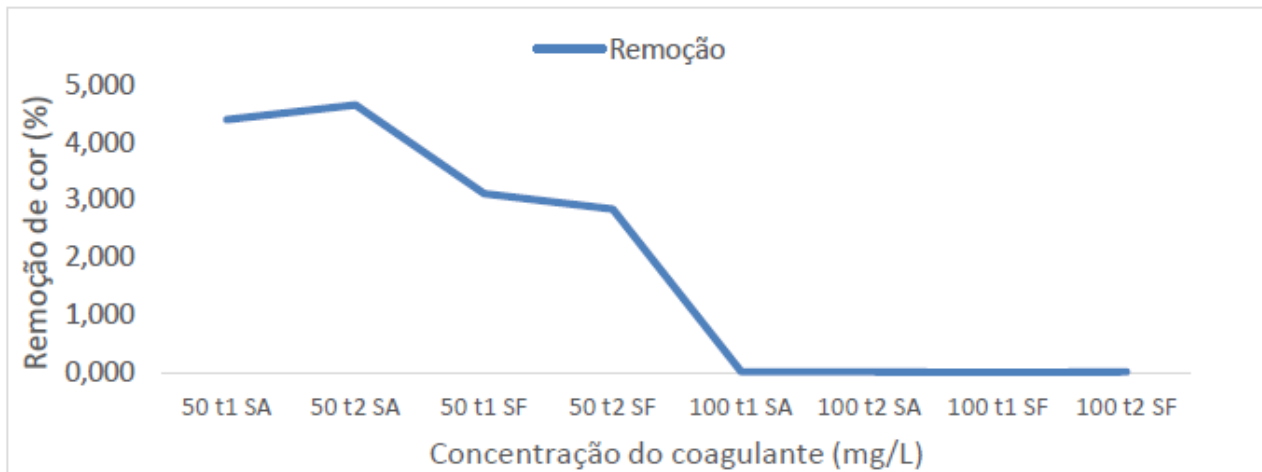
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turbidez da água bruta permaneceu abaixo de 20 NTU, sendo assim considerada de baixa turbidez, segundo Franco et al. (2017). As Figuras 2 e 3 apresentam as remoções de cor e turbidez, respectivamente, de acordo com as diferentes variáveis caracterizadas.

Segundo Díaz et al. (2016), quanto menor a dosagem aplicada no tratamento maiores serão as remoções de cor, como é perceptível nas curvas da Figura 2. Já no gráfico da Figura 3, a maior remoção de turbidez foi para a concentração de 100 mg.L<sup>-1</sup>, especificamente com sementes frescas, pois como disposto em Franco et al. (2017), a eficiência média nessa concentração é de 54,5±6,7. Então, houve

diferenças significativas entre os tempos de conservação da semente tendo os melhores resultados apontados para as SA.

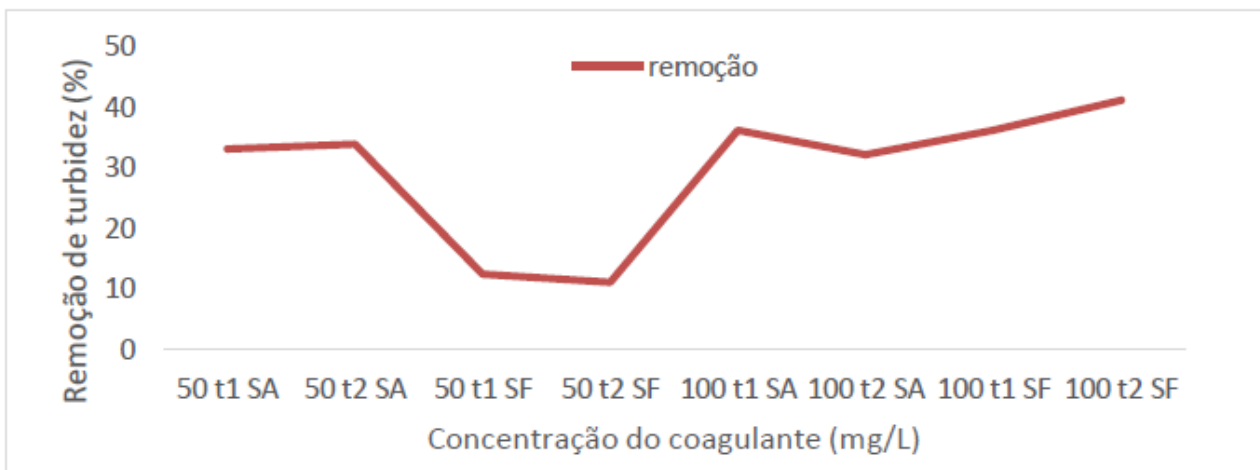
Figura 2: Eficiência da remoção de cor da água pelas variáveis caracterizadas.



SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Fonte: Autores

Figura 3: Eficiência da remoção de turbidez da água pelas variáveis estudadas.



SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Fonte: Autores

Ao comparar os tempos de sedimentação para a dosagem de 50 mg.L-1 (D1) da solução da semente de Moringa oleífera observa-se uma diferença significativa apenas para as SF, sendo o t2 considerado o melhor. E quando avaliado os tempos de conservação das sementes percebe-se uma diferença significativa sendo os resultados das SA o de maior remoção tanto para cor quanto para turbidez.

Os tempos de sedimentação apresentam diferenças significativas para a dosagem de 100 mg.L-1 (D2) confirmando ser o melhor resultado para submeter o tratamento o t2. Em relação aos tempos de conservação das sementes, houve diferença significativa, sendo as SA as que tiveram o melhor resultado. Ao comparar as dosagens não foram observadas diferenças significativas entre elas, obtendo resultados semelhantes para cor e turbidez.

Nas Tabelas 2 e 3 os resultados obtidos através do Teste de Tukey, mostram que as SA apresentaram melhores resultados absolutos na remoção de turbidez, o que contrapõe Franco et al. (2017), os quais afirmam que para águas a 20 NTU a utilização de coagulantes aumenta a turbidez de água após a coagulação/floculação, e cor quando comparado as demais. E mostram que não houve diferenças significativas quanto as dosagens, sendo a mais indicada para o presente estudo o de 50 mg.L-1 por uma questão de economia do material.

Tabela 2: Análise estatística para resultados de cor e turbidez, na concentração de 50 mg.L-1, comparando os dados entre tempos de sedimentação e tempo de conservação das sementes.

	Médias	Cor	Turbidez		Médias	Cor	Turbidez
	Comparando os tempos de sedimentação				Comparando as idades das sementes		
A	1	4.392800 a1	33.136000 a1	1	F	3.100800 a1	33.925000 a1
	2	4.651200 a1	33.925000 a1		A	4.392800 a2	34.714333 a1
F	1	2.842400 a1	26.824333 a1	2	F	2.842400 a1	26.824333 a1
	2	3.100800 a1	34.714333 a2		A	4.651200 a2	33.136000 a2

SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Tabela 3: Análise estatística para resultados de cor e turbidez, na concentração de 100 mg.L-1 comparando os dados entre tempos de sedimentação e de armazenamento das sementes.

Médias	Cor	Turbidez	Médias	Cor	Turbidez
Comparando os tempos de sedimentação			Comparando as idades das sementes		
SA	t1	0.003400 a2	t1	SF	0.003400 a2
	t2	0.000850 a1		SA	0.000367 a1
SF	t1	0.000367 a1	t2	SF	0.000850 a1
	t2	0.000667 a1		SA	0.000667 a1

SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

#### Proteínas e Bactérias heterotróficas

A solução que apresentou menor quantidade de proteínas foi a de concentração 50 mg.L-1 com sementes frescas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Proteínas (mg.L-1) nas soluções coagulantes.

	Solução Mãe*	D1 = 50 mg.L <sup>-1</sup>	D2 = 100 mg.L <sup>-1</sup>
<b>Sementes frescas</b>	4.902,31	1,179	34,618
<b>Sementes armazenadas</b>	4.142,63	1,072	35,696

\*Preparada no laboratório, com concentração de 10g.L<sup>-1</sup>.

Na caracterização da água bruta os resultados obtidos para bactérias heterotróficas foram superiores a 500 UFC/mL. Todavia, após o tratamento com a semente de Moringa oleífera observou-se uma remoção de 98,4% quando aplicada solução na dosagem de 50 mg.L-1, apresentando o valor de 8 UFC/mL, o que é positivo visto que não ultrapassou o limite imposto pela portaria e demonstrou um elevado potencial da moringa para remoção de bactérias desse grupo.



Segundo a PRC (BRASIL, 2017), o recomendável quanto a determinação de bactérias heterotróficas é que seus valores na água potável não ultrapasse o limite de 500

UFC/mL. Segundo Domingues et al. (2007), o teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Os autores afirmam, portanto, que servem como indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição. Nesse contexto, ainda ressaltam que a importância da determinação da densidade de bactérias tem em vista que um aumento na população bacteriana pode comprometer a detecção de bactérias do grupo coliformes. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, pode representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente que o armazenamento das sementes influencia nas suas propriedades coagulantes. Sendo a semente armazenada por um ano a melhor opção para o tratamento com quase 40% de remoção na turbidez e 5% de remoção na cor. Conclui-se também que o melhor tempo de sedimentação foi o de t2 (120 minutos) quando comparado ao t1 (60 minutos) em ambas as dosagens, e que a dosagem não influenciou no tratamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pela bolsa concedida por meio do Programa de Educação Tutorial PET Conexões de Saberes Saneamento Ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação, de 28 de setembro de 2017. Anexo XX. Controle e Vigilância da Qualidade da água. PRT, MS/GM, 2914/2011.

CÁRDONES, Y.A. Tratamiento de agua: coagulación y floculación. Lima, SEDAPAL, PERU, 2000.

CARVALHO, L.R, SILVA, E.A, DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. Rev. bras. sementes [online], vol.28, n.2, pp.15-25, 2006.

DÍAZ, J.J, ARGUELLO, J.P, RIBON, G.E. Behavior of turbidity, pH, alkalinity and color in Sinú River raw water treated by natural coagulants. Revista Facultad de Ingeniería, No. 78, pp. 119-128, 2016.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Vol. 1, 2a ed., Editora Rima, 2005, São Carlos.

DOMINGUES, V.O, TAVARES, G.D, STIIKER, F, MICHELOT, T.M, REETZ, L.G, BERTONCHELI, C.M, HORNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 15-19, 2007.

EMBRAPA CERRADOS. Armazenamento e Conservação de Sementes de Espécies do Cerrado. Planaltina, DF. Edição online, 2009.

FRANCO, C.S, BATISTA, M.D, OLIVEIRA, L.F, KOHN, G.P, FIA, R. Coagulação com semente de moringa oleífera preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s.l.], v. 22, n. 4, p.781-788, ago. 2017.

GHEBREMICHAEL, K. A., GUNARATN, K.R., HENRIKSSON, H., BRUMER, H., DALHAMMAN, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleifera seed. Water Research, v.39, p.2338-2344, 2005.

METCALF & EDDY, INC, Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th. ed., McGraw-Hill, 2003, New York.

PEREIRA, D.F, ARAÚJO, N.A, SANTOS, T.M, SANTANA, C.R, SILVA, G.F. Aproveitamento da torta da Moringa oleífera Lam para tratamento de água produzida. Exacta, [s.l.], v. 9, n. 3, p.323-331, 28 dez. 2011.

SANTOS, T.R.T.; VIEIRA, M.F.; BERGAMASCO, R. Uso do coagulante natural moringa oleífera Lam no processo combinado de coagulação/floculação/adsorção para minimização da formação de trihalometanos. Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, v. 9, n. 11, p. 131-141, 2013.

## IV- 192 – AVALIAÇÃO ATRAVÉS DE UM TESTE PILOTO DAS VARIÁVEIS DA SUBSOLAGEM EM PASTAGENS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO DOCE

*Sebastiao Tomas Carvalho (Geógrafo, Especialista em Educação Ambiental, Mestre em Engenharia Industrial pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (UNILESTE-MG). Especialista Pleno da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.).*

*Roncally Gonzaga Figueiredo (Técnico Agrícola pelo Instituto Federal de Minas Gerais- Campus São João Evangelista- MG. Secretário de Agricultura do Município de Sabinópolis.*

*Iduardo Pires dos Santos (Técnico Agrícola pelo Instituto Federal de Minas Gerais- Campus São João Evangelista- MG, Graduando em Ciências Biológicas pela UNIFRAN. Extensionista Rural da EMATER MG.*

**RESUMO:** A qualidade do solo está ligada diretamente com seu grau de infiltração e retenção de água. Em áreas de pastagem é comum a presença de camadas compactadas causadas por pisoteio de animais e uso intenso, que em alguns casos, chegam a expor o solo, maximizando os riscos de escoamento superficial e consequente erosão.

A subsolagem é uma técnica executada em curva de nível, em que um subsolador acoplado a um trator agrícola realiza sulcos rompendo a estrutura superficial compactada, permitindo que os escoamentos superficiais infiltrem no solo ao invés de escoar pela superfície.

A principal motivação para esse trabalho foi em função da escassez hídrica experimentada nos últimos anos, as dificuldades no abastecimento urbano do município, a redução de oferta de água nas áreas rurais, configurando um grande risco para toda sociedade.

Avaliaram-se através de um teste piloto inúmeras variáveis: caracterização do solo, inclinação do terreno, consumo de combustível, disponibilidade mecânica, necessidade de mão obra, rendimentos, logísticas operacionais, custos operacionais, principais desafios, dentre outras.

Para o teste foram utilizados equipamentos como, trator agrícola traçado de 95 cavalos, implemento agrícola subsolador, mangueira de nível acoplada em régua graduada, cal para demarcação das linhas. Para avaliar a inclinação do terreno foi usada a ferramenta SLOPE do ArcGIS usando como base o modelo digital do terreno denominado Alos PALSAR da NASA.

Os resultados indicaram uma disponibilidade mecânica de 6 horas por dia e disponibilidade de 4 horas trabalhadas efetivamente na subsolagem já descontada os deslocamentos, média considerada razoável para tratores deste porte, com isso, houve um rendimento diário de 4 hectares por dia ou 1,0 hectares por hora efetiva de subsolagem, considerando uma distancia de 6 metros entre linhas. Em razão disso, é possível afirmar que o custo de subsolagem nessa região, com o uso de trator agrícola, em áreas de pastagens com até 17 ° de inclinação, gira em torno de R\$ 193,09 reais por hectare.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escassez hídrica, Bacia do Rio Doce, Conservação de água, Subsolagem em pastagens.

## INTRODUÇÃO

A região sudeste do Brasil tem sofrido com uma escassez hídrica nos últimos anos, o que reduziu significativamente a disponibilidade de água para abastecimento humano, processos industriais e para agropecuária, entre outros. Na bacia do Rio Doce, essa escassez vem sendo agravada ainda mais pelo estado atual de degradação da bacia.

O aspecto mais marcante deste problema está na alta compactação dos solos, que impede a infiltração de águas das chuvas, ampliando o escoamento superficial e provocando erosões e assoreamentos dos rios. Além disso, é uma das responsáveis pela redução da fertilidade dos solos. O excesso de escoamento superficial é o causador de desequilíbrios na bacia: enchentes na estação chuvosa e escassez pronunciada de água na estação seca.

A subsolagem é uma técnica utilizada para romper camadas de solo que tenham sofrido compactação, ou mesmo, perfis de solo mais densos. O rompimento das camadas compactadas traz benefícios imediatos, como a diminuição da resistência do solo à penetração das raízes e o aumento no volume dos macroporos. Esses benefícios melhoram a aeração e a drenagem interna do solo, pois permitem que o fluxo vertical da água seja mais rápido, provocando menores taxas de escoamento superficial e tempo de encharcamento do solo (Cassel, 1979; Taylor & Beltrame, 1980).

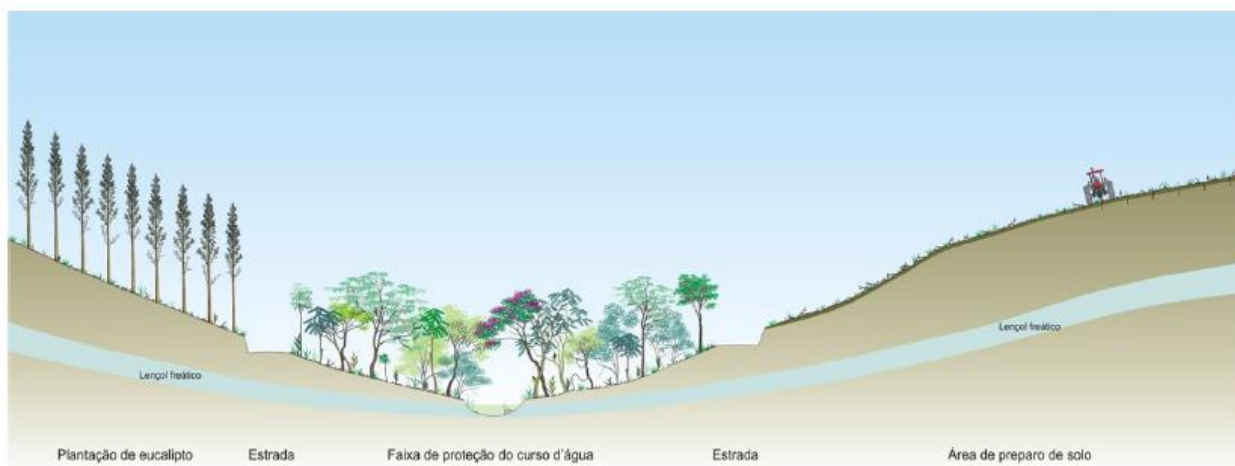
O processo de infiltração é de importância prática por que, muitas vezes, determina o balanço de água na zona das raízes e o deflúvio superficial, responsável pela erosão hídrica. Assim, o conhecimento do processo e sua relação com as características do solo são de fundamental significância para o eficiente manejo do solo e da água nos cultivos agrícolas (Reichardt, 1996).

De acordo com Carduro & Dorfman (1988) condições tais como: porosidade, umidade, atividade biológica, cobertura vegetal, rugosidade superficial e declividade do terreno, dentre outras, influem grandemente na infiltração da água no solo. Segundo Reichert et al. (1992) a textura do solo afeta o salpico de partículas provocado pelo impacto das gotas de chuva, contribuindo para uma redução da porosidade da camada superficial do solo. Além do impacto da gota, Morin & van Winkel (1996) citam a dispersão físico-química das argilas do solo como causa da formação do selamento superficial e, conseqüentemente, da redução da taxa de infiltração.

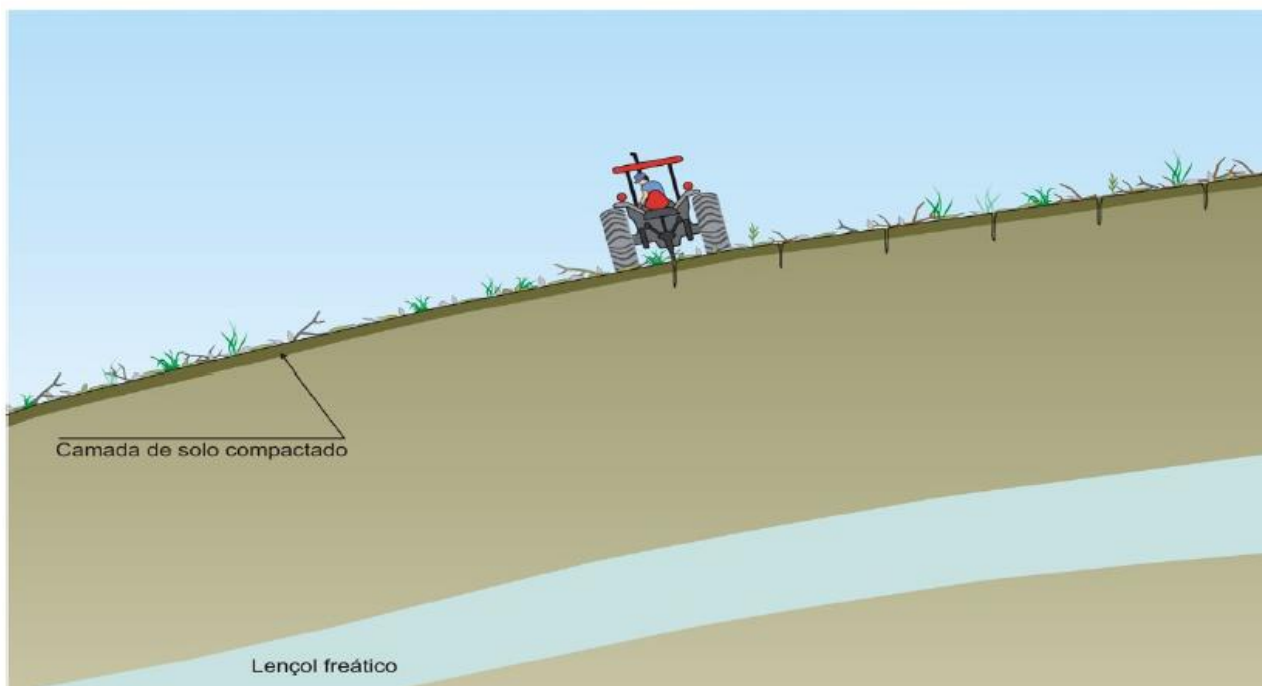
Este trabalho visa descrever as informações colhidas em teste piloto para subsolagem em curva de nível em uma propriedade rural contida na bacia do Ribeirão Corrente na cidade de Sabinópolis MG.

## MATERIAIS E MÉTODOS

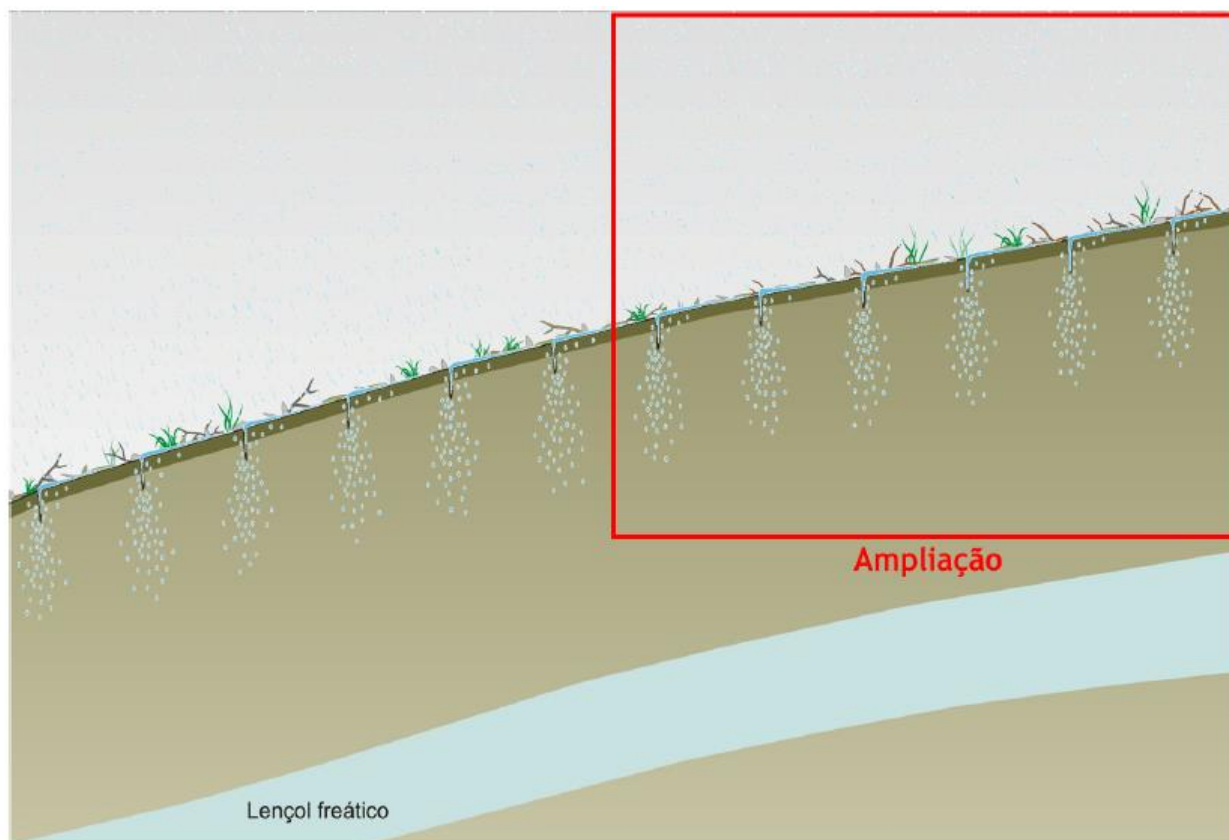
Para entendimento da técnica, as etapas da subsolagem serão esquematizadas nas figuras (1, 2, 3, 4), onde é possível observar o efeito da mesma no solo.



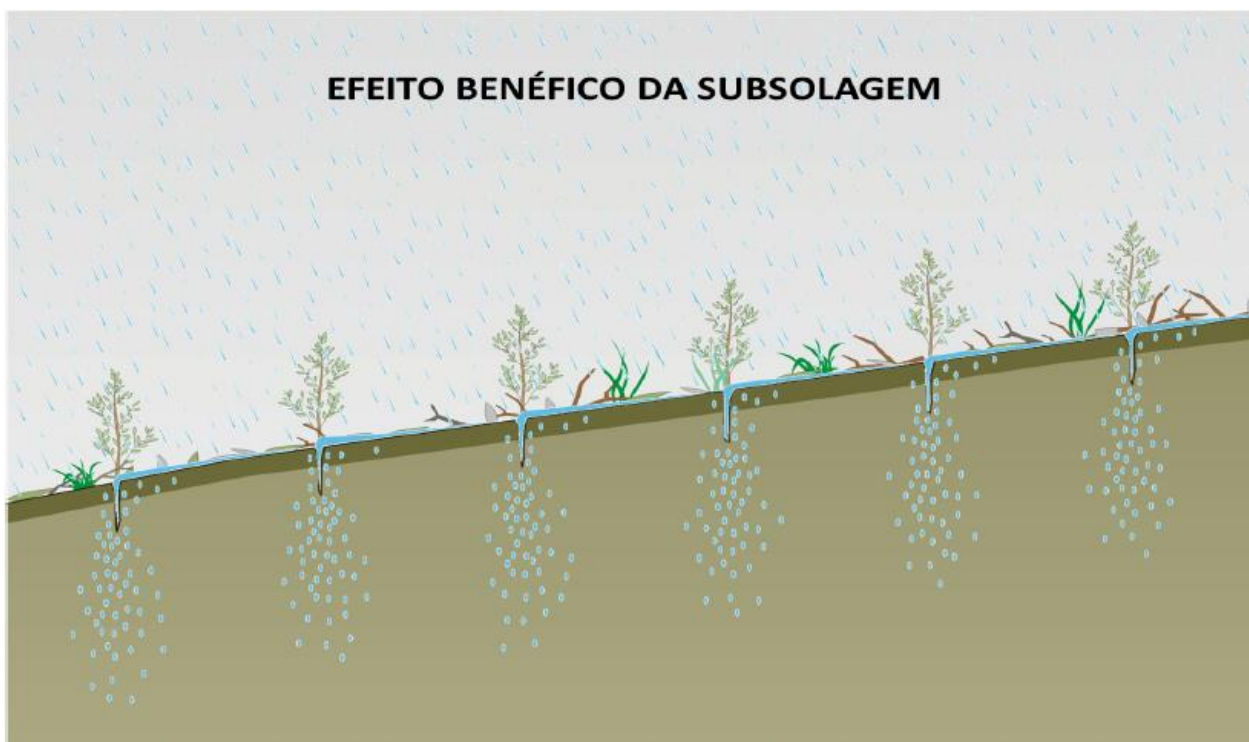
**Figura 1: Visão geral da Subsolagem em uma área de pastagem com inclinação até 17°.**



**Figura 2: Distribuição das linhas em curva de nível e corte no solo realizado pela subsolagem rompendo a estrutura compactada geralmente uma camada em torno de 20 cm.**



**Figura 3: Infiltração da água através do corte realizado pela subsolagem.**

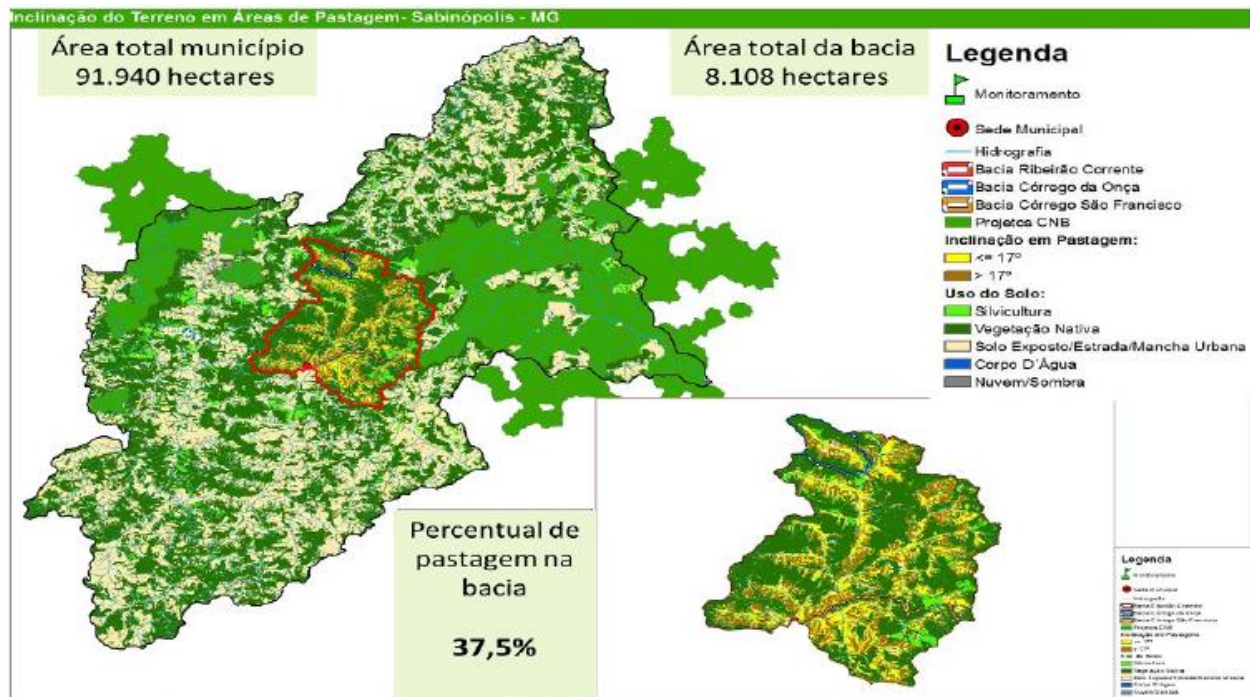


**Figura 4: Comportamento do escoamento em área subsolada durante evento de chuva.**

Figura 4: Comportamento do escoamento em área subsolada durante evento de chuva.



A bacia do Ribeirão Corrente está situada dentro do município de Sabinópolis. Essa bacia de pouco mais de oito mil hectares é responsável pelo abastecimento da sede do município. Do total da bacia, 37,5 % representa área de pastagem, em sua grande maioria, degradada e com alto grau de compactação, impedindo a infiltração da água de chuva no subsolo (Figura 5).



**Figura 5: Localização da bacia do ribeirão Corrente dentro Município de Sabinópolis MG.**

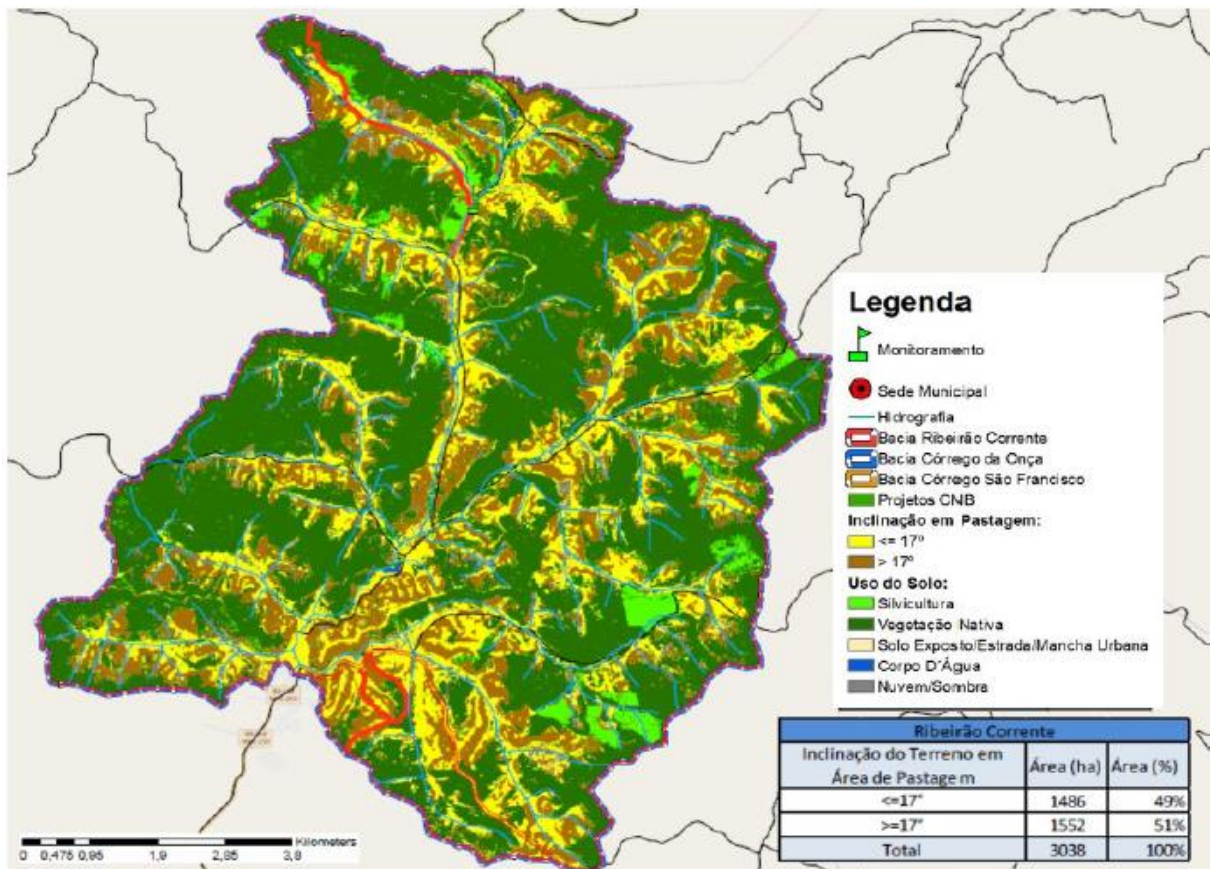
O projeto foi desenvolvido através de uma parceria entre a empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA) com a Prefeitura Municipal, SAAE e EMATER de Sabinópolis, cidade situada na região Leste do estado de Minas Gerais e que possui uma população de 15.700 habitantes. O estudo foi realizado na bacia do Ribeirão Corrente, tributário do Rio Santo Antônio, afluente do Rio Doce.

O teste piloto foi realizado em uma propriedade rural cedida pelo proprietário. O mesmo foi realizado no mês de maio de 2018 e os resultados obtidos serviram de base para dimensionamento do projeto de produção de água para atender a comunidade.

Para implementar um sistema de subsolagem em curva de nível mecanicamente, foi necessário conhecer primeiro as áreas cobertas por pastagem na bacia, e dentro das áreas de pastagem foi verificado o percentual do terreno com até 17º de inclinação, onde é possível realizar operações com trator agrícola em curva de nível, sem oferecer riscos para o operador e para o equipamento. Para isso, foi utilizada a ferramenta SLOPE do ArcGIS, usando como base o modelo digital do terreno



denominado Alos PALSAR da NASA. A avaliação permitiu levantar 1486 hectares de pastagem com grau de inclinação inferior a 17°, com possibilidade de subsolagem (Figura 6).



**Figura 6: Perfil da declividade da bacia do Ribeirão Corrente em Sabinópolis MG.**

Os principais dados avaliados durante os testes foram: caracterização do solo e relevo, medição da curva de nível, consumo de combustível, disponibilidade mecânica, necessidade de mão obra auxiliar, rendimentos, logísticas operacionais e principais desafios.

Para o teste foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Trator agrícola traçado;
- Implemento agrícola subsolador;
- Mangueira de nível acoplada em régua graduada;
- Cal para demarcação das linhas;
- Veículo de apoio pick-up Strada cabine dupla.

Pessoal:

- 1 operador de trator ;
- 2 ajudantes para medição da curva de nível.

Após a demarcação das linhas foi iniciada a subsolagem. Nessa etapa foi possível avaliar os desafios da atividade com o trator percorrendo a área demarcada, realizando os sulcos em curva de nível, tendo uma penetração no solo em torno de 60 cm e velocidade constante.

A marcação foi realizada na primeira curva e em seguida o trator foi seguindo acompanhando em paralelo as demais curvas, assim que houve viração do terreno foi feita nova marcação para seguir fielmente a subsolagem em nível, durante as atividades foram registrados os tempos médios de subsolagem.

Para o dimensionamento do projeto, foi necessário conhecer o perfil de precipitação na região. Esses volumes serviram para avaliar a real necessidade do distanciamento das linhas de subsolagens, levando em conta a declividade e tipo de solo. Os dados de uma estação meteorológica monitorada pela empresa Cenibra, situada no projeto florestal denominado Lagoa Grande, foram vitais para entender o comportamento das chuvas na região do experimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento do comportamento das chuvas na região foi importante para prever a necessidade de linhas de subsolagem para garantir infiltração da água no solo. As tabelas 1 e 2 mostram o comportamento das chuvas no período de outubro de 2017 à março de 2018 registradas na estação meteorológica de Lagoa Grande. Foi observado um total de 93 eventos de chuvas no período, dos quais 30 eventos com precipitações superiores a 10 mm, ou seja, com elevado potencial de escoamento.

Tabela 1: Distribuição em classes do volume e dias com precipitações registradas no período de outubro de 2017 à março de 2018 na estação meteorológica do projeto florestal Lagoa Grande.

<b>Precipitação no Projeto Lagoa Grande</b>		
<b>Classes</b>	<b>Ocorrências</b>	<b>%</b>
<b>0,1 a 1 mm</b>	<b>15</b>	<b>16%</b>
<b>1 a 5 mm</b>	<b>35</b>	<b>38%</b>
<b>5 a 10 mm</b>	<b>13</b>	<b>14%</b>
<b>10 a 20 mm</b>	<b>13</b>	<b>14%</b>
<b>20 a 30 mm</b>	<b>9</b>	<b>10%</b>
<b>Acima de 30 mm</b>	<b>8</b>	<b>9%</b>
<b>Total</b>	<b>93</b>	

Os volumes de precipitações acima de 10 mm registrados na bacia (tabela 2) representam 82,0 % do total de precipitação no ano hidrológico.

Tabela 2: Distribuição em classes do volume de precipitações registradas no período de outubro de 2017 à março de 2018 na estação meteorológica do projeto florestal Lagoa Grande.

<b>Precipitação no Projeto Lagoa Grande</b>		
<b>Classes</b>	<b>Volume</b>	<b>%</b>
<b>0,1 a 1 mm</b>	5,84	1%
<b>1 a 5 mm</b>	83,82	9%
<b>5 a 10 mm</b>	87,89	9%
<b>10 a 20 mm</b>	183,63	20%
<b>20 a 30 mm</b>	220,46	24%
<b>Acima de 30 mm</b>	354,32	38%
<b>Total</b>	<b>935,96</b>	

Considerando a capacidade de infiltração de água nas linhas, propôs-se subsolar uma linha mestre seguindo uma marcação em curva de nível e em paralelo a essa, duas linhas secundárias distante 3 metros de cada lado, a distância de cada conjunto desses foi de 14 metros, perfazendo um total de 15 linhas de subsolagem por hectare, ou seja, 1.500 metros lineares conforme a Figura 7.



**Figura 7: Desenho esquemático das linhas de subsolagem a serem implantadas.**

Os testes indicaram uma velocidade de trabalho em torno de 1,0 segundos por metro linear, cada hectare necessitará, aproximadamente, de 25 minutos para subsolagem das linhas. Considerando 40 segundos para manobras, supondo 30 manobras por hectare, seriam gastos 20 minutos por hectare para esse fim, ainda por precaução, para compensar áreas com micro relevos e desvio de árvores, foi considerado em torno de 30 % a mais de tempo gasto. Diante disso, será considerado um total de 60 minutos por hectare. Para uma disponibilidade mecânica de 6 horas/dia, e disponibilidade de hora trabalhada em torno de 4 horas/dia, média considerada razoável para tratores deste porte, um equipamento teria condições de subsolar 4 hectares por dia ou 1,0 hectares por hora efetivamente trabalhada na atividade subsolagem.

O consumo de diesel do equipamento gira em torno de 7 litros por hora, ao pensar nos deslocamentos, pode-se considerar 6 horas de consumo ao dia, o que representa 42 litros de diesel /dia.

Um consumo de 42 litros de combustível por dia para subsolar 4 hectares representa um consumo específico de combustível da ordem de 10,5 litros / hectares. Para subsolar 80% dos 1486 hectares, o

que equivale a 1189 hectares, seria necessário 12.485 litros de diesel, que a um valor de R\$ 3,50 reais por litro teremos um custo de R\$ 43.687,00 com combustível.

Foi considerado salário mensal com mão de obra em torno de R\$ 7.348,00 considerando encargos sociais. O prazo previsto para execução do projeto em 1189 hectares, incluindo deslocamentos, é de 297 diárias ou 13,5 meses, o que necessita de um valor de R\$ 99.198,00 para executar o projeto.

Para manutenção foi considerado um custo de R\$ 25,00 por hora trabalhada que multiplicado por 1782 horas equivale a R\$ 44.550,00 para o projeto.

Em relação ao custo de depreciação foram considerados aquisição de um trator traçado a um custo unitário de R\$ 160.000,00, uma caminhoneta pickup Strada cabine dupla para transporte de equipamentos e pessoal no valor de R\$ 60.000,00 e 1 subsolador a um custo de R\$ 16.5000,00. A aquisição dos bens representa um custo total de R\$ 236.500,00 com um tempo de depreciação em torno de 10.000 horas, temos um custo equivalente à depreciação de R\$ 23,65 por hora que multiplicado por 1782 horas dará um valor de R\$ 42.144,00 (tabela 3).

Tabela 3: Estimativas de custos do projeto.

Custo combustível	Custo de Manutenção	Custo Mão de obra	Depreciação Equipamentos	Total
R\$ 43.687,00	R\$ 44.550,00	R\$ 99.198,00	R\$ 42.144,00	R\$ 229.579,00

Com objetivo de avaliar a eficiência da subsolagem para infiltração de água no solo, foi realizado um monitoramento em uma das propriedades subsolada. Durante os testes foi constatado um aumento de 33 cm na coluna de água, 22 dias depois de realizada a atividade. No dia 15/12/2019 o nível da coluna de água da cisterna subiu para 56 cm (tabela 4). Nesse período houve um volume de precipitação de 211,8 mm distribuídos em 31 dias.

Tabela 4: Monitoramento do nível de uma cisterna situada à jusante de uma subsolada.

Monitoramento nível de cisterna em área a jus ante da subsolagem		
Data	Profundidade do NA do poço (m)	Altura do nível de água (cm)
06/11/2018	2,95	10
28/11/2018	2,62	43
15/12/2019	2,49	56

## CONCLUSÕES

Diante da demonstração contábil das operações, é possível afirmar que o custo de subsolagem nessa região, com o uso de trator agrícola em áreas de pastagens com até 17º de inclinação é de R\$ 193,09 reais por hectare; A subsolagem representa uma alternativa viável de conservação de água na bacia do Rio Doce do ponto de vista Técnico, Ambiental, Econômico e Social; A subsolagem na pastagem é uma alternativa viável para o produtor rural, uma vez que, além do aumento do volume de água infiltrado na propriedade, a atividade não interfere no manejo do rebanho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDURO, F.A.; DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e campo para irrigação e drenagem. Brasília: PRONI/MA, 1988. 216p.
- CASSEL, D.K. Subsoiling. *Crops and Soils Magazine*, v.32, p.7-10, 1979.
- MORIN, J.; VAN WINKEL, J. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. *Soil Science Society of America Journal*, v.60, p.1223-1227, 1996.
- REICHARDT, K. Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas. 2.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996. 513p.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solo do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, n.3, p.289-298, 1992.
- TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L.F.S. Por que, quando e como utilizar a subsolagem. *Lavoura Arrozeira*, v.3, p.34-44, 1980.

# Capítulo 33

## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL: A EVOLUÇÃO EM MINAS GERAIS E NO RIO GRANDE DO SUL

*Rafael Volquind*

*rvolquind@gmail.com*

*Thiago Ribeiro da Silva Nascimento*

*tthiagorsn@gmail.com*





## INTRODUÇÃO

A proteção ao meio ambiente é constitucionalmente prevista como uma competência comum aos três entes federativos brasileiros. Na prática, essa competência é operacionalizada por meio de diversos instrumentos da política ambiental do país, entre eles o licenciamento ambiental, um dos mais consolidados em todo o território brasileiro. No Brasil, o licenciamento ambiental é fortemente vinculado a outro instrumento: a avaliação de impacto ambiental (AIA) (FONSECA e RODRIGUES, 2017). A AIA está presente em praticamente todos os países do mundo (MORGAN, 2012) e busca avaliar as implicações ambientais de atividades e empreendimentos de modo a subsidiar a tomada de decisão sobre sua viabilidade. Juntos, o licenciamento e a AIA contribuem rotineiramente para a redução dos impactos dos empreendimentos sobre as regiões afetadas.

Embora os três entes federados tenham competência para licenciar empreendimentos em seus territórios, historicamente o licenciamento ambiental esteve concentrado nos estados e na União. Estima-se que mais de 90% dos processos de licenciamento ocorram nos órgãos ambientais estaduais (MOURA, 2017). Todavia, os últimos anos testemunharam um papel mais expressivo dos municípios na aplicação de instrumentos de controle ambiental, especialmente o licenciamento. Em 2015, aproximadamente 30% dos municípios brasileiros emitiram diferentes licenças ambientais em seus territórios (IBGE, 2016). Uma intensificação desse fenômeno foi observada após a publicação da Lei Complementar nº 140 de 2011, que regulamentou o Art. 23 da Constituição Federal e repartiu de forma mais clara as competências ambientais dos três entes federativos (BRASIL, 2011).

Um levantamento recente feito por Nascimento (2018) mostrou que o processo de municipalização do licenciamento já se encontra regulamentado em quase todos os estados brasileiros e vem sendo cada vez mais estudado pela academia. Todavia, diversas lacunas ainda persistem. Uma delas é a pouca quantidade de estudos que empreenderam análises comparativas sobre o tema em diferentes jurisdições municipais ou estaduais (NASCIMENTO, 2018). A maior parte dos trabalhos refere-se a estudos de casos únicos, havendo, portanto, oportunidades na literatura para comparar municípios, estados e regiões geográficas distintas e explorar seus diferentes níveis de amadurecimento.

## OBJETIVO

Dois estados que merecem especial atenção neste contexto são Minas Gerais e Rio Grande do Sul, os quais ocupam a primeira e a terceira colocação no país em número de municípios (853 e 497, respectivamente). Estes números indicam a importância dos governos locais nesses estados para a



implementação de instrumentos de política ambiental. Além disso, são estados que pertencem a regiões geográficas distintas e possuem características econômicas particulares, o que influencia diretamente nos controles ambientais exercidos por meio do licenciamento. Apesar de já existirem na literatura estudos sobre o tema da municipalização do licenciamento nesses estados (ver, por exemplo, Abreu e Fonseca (2017), Blazina e Lipp-Nissinen (2010), Fredo (2015), Lima (2012) e Machado e Krieger (2014)), uma análise comparativa entre os dois resta inexplorada. Assim, este trabalho teve por objetivo descrever e discutir as experiências de municipalização do licenciamento ambiental dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

## METODOLOGIA

Este trabalho pautou-se em consultas aos websites das secretarias estaduais de meio ambiente de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul de modo a coletar informações sobre o histórico do processo de municipalização do licenciamento ambiental nos dois estados. Inicialmente, foram analisados os dispositivos normativos que disciplinaram esse processo ao longo dos anos. O trabalho não se propôs a analisar extensivamente o conteúdo das normas, mas tão somente levantar elementos que permitissem compreender o histórico de regulamentos nos estados. Em seguida, foi analisada a evolução do número de municípios que assumiram o licenciamento ambiental no decorrer do tempo. As análises se deram de forma a comparar os dois estados e discutir possíveis fatores que explicam as diferenças entre eles.

## RESULTADOS

### MINAS GERAIS

O histórico de regulamentação do processo de municipalização do licenciamento ambiental em Minas Gerais teve início em 1998, com a publicação da Deliberação Normativa nº 29, de 09/10/1998, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) (DN29). Antes disso, já existiam normas autorizando os municípios a licenciarem atividades específicas, mas não se tratava de um processo mais amplo de descentralização do licenciamento. A DN29 estabelecia diretrizes para a cooperação técnica e administrativa com os órgãos municipais de meio ambiente, visando ao licenciamento e à fiscalização de atividades de impacto ambiental local. A DN29 seguiu o disposto na Resolução nº 237, de 19/12/1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que atribuiu aos municípios a competência para licenciar atividades e empreendimentos com impacto ambiental local ou aquelas

que fossem delegadas pelo Estado. Para que um município celebrasse convênio de cooperação técnica com o Estado e assumisse o licenciamento, a DN29 estabelecia a necessidade de um sistema de gestão ambiental municipal caracterizado por: (i) política municipal de meio ambiente; (ii) órgão normativo, colegiado, consultivo e deliberativo de gestão ambiental; (iii) órgão técnico-administrativo na estrutura do Poder Executivo Municipal, dotado de corpo técnico multidisciplinar; e (iv) sistema de licenciamento ambiental que previsse as análises técnicas, concessões de licenças, custos e multas relativas ao licenciamento. O município poderia celebrar convênio para licenciar e fiscalizar atividades enquadradas em quaisquer das três classes de porte e potencial poluidor definidas pelo órgão ambiental estadual. Contudo, os impactos ambientais dessas atividades não poderiam ultrapassar os limites territoriais municipais, o que seria avaliado quando o proponente apresentasse o pedido de licenciamento.

O segundo marco normativo ocorreu em 2006, quando entrou em vigor a Deliberação Normativa nº 102, do COPAM (DN102), revogando totalmente a deliberação anterior. A DN102 manteve um texto similar ao da DN29, também definindo os requisitos mínimos para que o município celebrasse convênio com o Estado para assumir o licenciamento. No entanto, as classes de porte e potencial poluidor dos empreendimentos saltaram de três para seis, alinhando-se ao previsto na deliberação que normatizava o licenciamento ambiental estadual (Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09/09/2004). Os requisitos técnicos e legais para que o município assumisse o licenciamento passaram a ser diferenciados em função das classes, sendo mais brandos para as classes 1 e 2 e mais exigentes para as classes 3 a 6. Por fim, foram mantidas como passíveis de licenciamento municipal somente as atividades cujos impactos não ultrapassassem os limites territoriais do município.

O terceiro momento na evolução das normas mineiras ocorreu em 22 de fevereiro de 2017, quando foi publicada a Deliberação Normativa COPAM nº 213 (DN213). Diferentemente das deliberações anteriores, que seguiam as diretrizes da Resolução CONAMA 237/97, a DN213 foi um desdobramento de uma das leis mais importantes na política ambiental do país – a Lei Complementar nº 140 de 2011 (LC140). Essa lei reconheceu de forma definitiva a competência municipal para o licenciamento de atividades com impacto de âmbito local, que seriam aquelas definidas pelos conselhos estaduais de meio ambiente. Conforme demonstrado por Nascimento (2018), a LC140 gerou uma profusão e atualização de normas nos estados brasileiros definindo os requisitos necessários para que os municípios assumissem sua competência. No Estado de Minas Gerais não foi diferente. A DN213 regulamentou o disposto na LC140 definindo uma série de atividades passíveis de licenciamento

municipal, e estabeleceu requisitos técnicos e legais similares aos já adotados pelas normas anteriores. O enquadramento dessas atividades é o mesmo adotado no licenciamento de âmbito estadual, porém com recortes de porte e potencial poluidor de modo a atender o critério de impacto local. A principal novidade trazida pela DN213 reside na forma com que a competência municipal passou a ser tratada. Até então, o processo de municipalização era tratado como uma delegação de competências do estado para o município. Em contraste, a DN213 reconheceu a competência originária dos municípios, recepcionando o disposto na LC140. No entanto, ainda permaneceu a necessidade de que os municípios que pretendem assumir o licenciamento atendam a requisitos definidos pelo conselho estadual.

Em relação à quantidade de municípios habilitados para o licenciamento em Minas Gerais, as informações disponíveis na página da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) foram compiladas na Figura 1. Cumpre destacar que, até 2013, pelo menos seis municípios mineiros já haviam firmado convênios de cooperação técnica com o Estado para realizar o licenciamento. Até a elaboração deste artigo, Minas Gerais contava com 39 municípios formalmente reconhecidos pelo COPAM para realizar licenciamento ambiental.

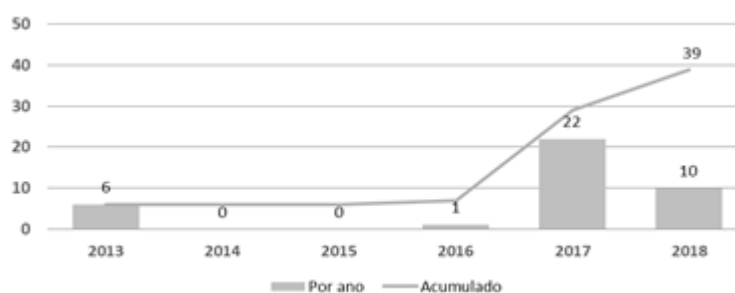


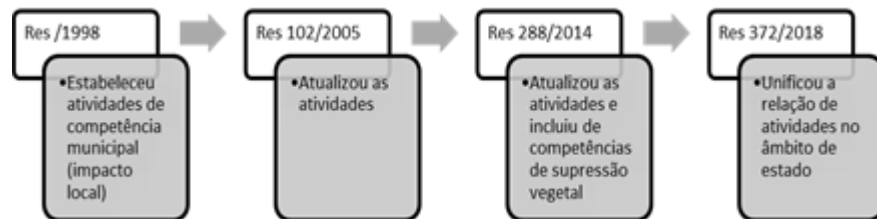
Figura 1 – Evolução da quantidade de municípios que realizam licenciamento ambiental em Minas Gerais

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados disponíveis em SEMAD (2018).

## RIO GRANDE DO SUL

O Rio Grande do Sul, logo após a publicação da Resolução CONAMA 237/1997, determinou quais atividades teriam os municípios como competentes para efetuar o licenciamento ambiental, por meio de uma resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). A primeira normativa,

Resolução CONSEMA 005, foi publicada já em 1998. Nos anos de 2005 e 2014 houve revisões desta resolução inicial (Resoluções CONSEMA 102 e 288, respectivamente), com revisões das atividades, mas sem alterações significativas de conteúdo. Em 2018 houve a publicação da Resolução CONSEMA 372, com mudanças



de impacto na legislação existente até então. Neste documento foram estabelecidas todas as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental no estado (até então eram listadas apenas aquelas de competência municipal), segregando a competência por atividade e por porte. Desta forma, todos os órgãos ambientais, tanto o estadual como os municipais, passaram a trabalhar sobre base única, proporcionando uniformidade de conceitos e procedimentos, permitindo o estabelecimento de banco de dados único de licenças emitidas e empreendimentos licenciados, além de facilitar ações supletivas, quando necessárias. Esta evolução está esquematicamente representada na Figura 2.

Figura 2 – Evolução da determinação das atividades de competência municipal para o licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul

Complementarmente à definição das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental por parte dos municípios, o estado regulamentou o artigo 6º da Resolução CONAMA 237/1997, estabelecendo critérios para que os entes municipais obtivessem habilitação para exercer o licenciamento. Os critérios elencados consistiam em: (i) implantação de Fundo Municipal de Meio Ambiente; (ii) implantação e funcionamento de Conselho Municipal de Meio Ambiente, com caráter deliberativo e consultivo, tendo em sua composição, no mínimo, 50% de entidades não governamentais; (iii) organização de órgão municipal do meio ambiente, com quadro de profissionais legalmente habilitados para a realização do licenciamento ambiental, próprio ou à disposição, emitindo a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART); (iv) possuir servidores municipais com competência para o exercício da fiscalização ambiental; (v) existência de legislação própria disciplinando o licenciamento ambiental e as sanções administrativas pelo seu descumprimento; e (iv) Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, para Municípios com população superior a 20.000 habitantes e demais

situações previstas no art. 177 da Constituição Estadual, ou Lei de Diretrizes Urbanas para os demais; e (vii) Plano Ambiental, aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente, de acordo com as características locais e regionais. Tal regulamentação objetivou que os municípios buscassem capacitação e estruturação de seus quadros visando prestar o serviço dentro da boa técnica. O primeiro regulamento foi estabelecido em 2000 (Resolução 167), com alteração em 2007 (Resolução 167). A Lei Complementar 140, promulgada no ano de 2011, concedeu aos municípios atribuição constitucional para o exercício do licenciamento ambiental, cabendo aos estados tão somente a determinação das atividades de competência municipal. Assim, o trabalho de habilitação, que chegou a certificar mais de 55% dos municípios gaúchos, foi interrompido e superado, fato registrado na Resolução 363/2017, que tornou as habilitações sem efeito. A evolução da quantidade de municípios habilitados até a promulgação da Lei Complementar 140/2011 é demonstrada na Figura 3.



Figura 3 – Evolução da quantidade de municípios que realizavam licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul até a publicação da Lei Complementar 140/2011.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados disponíveis em FEPAM (2018).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dois contrastes importantes podem ser notados entre os dois estados. Em primeiro lugar, Minas Gerais e Rio Grande do Sul possuem um sistema similar de enquadramento das atividades conforme o porte e o potencial poluidor, e tal sistema é utilizado tanto no âmbito estadual quanto no municipal. No entanto, enquanto Minas Gerais possui uma norma separada para tratar do licenciamento municipal, no Rio Grande do Sul uma mesma norma serve de base para os dois níveis.

Em segundo lugar, os dois estados se assemelham em relação ao início da normatização sobre o tema, que se deu em 1998 como desdobramento da Resolução CONAMA 237/97. Porém, a diferença no número de municípios que licenciam é bastante notória. Até 2013, apenas seis municípios mineiros

realizavam licenciamento ambiental, todos por meio de convênios de cooperação administrativa e técnica com o estado. Foi somente a partir de fevereiro de 2017, mais de cinco anos após a publicação da LC140, que começaram as habilitações de municípios com base nas diretrizes da DN213, embora em quantidade pouco expressiva quando comparada ao total de municípios de Minas Gerais. Em contrapartida, no Rio Grande do Sul 47 municípios já realizavam licenciamento em 2002. No decorrer dos anos seguintes, o estado viu uma adesão crescente de municípios ao licenciamento, atingindo o patamar de 274 antes mesmo da publicação da LC140.

Todavia, cumpre destacar que esses números referem-se a municípios formalmente reconhecidos pelo órgão estadual para realizar o licenciamento. No último levantamento do IBGE, com dados referentes ao ano de 2015, 147 municípios mineiros declararam emitir licenças ambientais, conforme planilha disponibilizada junto ao relatório (IBGE, 2016). Apesar da possibilidade de imprecisão do levantamento, uma vez que se baseia em autodeclarações, o número é bastante discrepante dos dados disponíveis no website da SEMAD, o que significa que existem muitos municípios que exercem sua competência sem necessariamente serem habilitados pelo estado.

Esse cenário também está presente no Rio Grande do Sul. Com o advento da Lei Complementar 140, em 2011, o estado sofreu um revés do seu processo de habilitação dos municípios. Até aquele momento, os municípios deviam passar por um processo de reconhecimento de capacitação técnica, estrutural e administrativa, resultando em pouco mais da metade dos municípios aptos para exercer a competência municipal do licenciamento. Após a referida lei, todos os municípios passaram a ter o dever constitucional do exercício do licenciamento, sem necessidade de qualquer processo de habilitação prévia. Atualmente apenas 9 municípios não efetuam o licenciamento ambiental (FEPAM, 2018), ficando o Estado com a ação supletiva nestes casos. Ao contrário de Minas Gerais, esse número não difere daquele informado pelo levantamento do IBGE, que era de 487 municípios realizando licenciamento em 2015 (IBGE, 2016).

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo demonstra um forte contraste entre os dois estados analisados. Em relação ao número total de municípios, Minas Gerais ainda possui poucos que realizam licenciamento ambiental, principalmente se considerados somente aqueles que são de conhecimento formal do órgão estadual de meio ambiente (5%). No Rio Grande do Sul, por outro lado, quase a totalidade dos municípios (98%) realiza licenciamento ambiental e são efetivamente reconhecidos pelo estado, embora não

necessariamente habilitados por este. Essa discrepância pode estar associada a tradições municipalistas mais fortes do estado gaúcho, que incentivam uma participação mais expressiva dos governos locais e favorecem a gestão ambiental descentralizada.

Porém, a Lei Complementar 140/2011 trouxe prejuízos ao método utilizado pelo Rio Grande do Sul para verificar a capacidade de trabalho dos seus municípios. Desde sua promulgação os municípios passaram a realizar o licenciamento ambiental sem necessidade de habilitação prévia e sem haver qualquer supervisão por parte de um órgão ambiental 'superior'. Tão somente o Conselho Estadual de Meio Ambiente, responsável pela definição de quais atividades e portes são de competência municipal, tem alguma ingerência, além da ação fiscalizatória de órgãos públicos de controle, como Ministério Público.

Embora sob a égide do federalismo cooperativo não exista uma hierarquia entre os entes federados, a atuação do estado é importante para que sejam buscadas capacidades institucionais minimamente satisfatórias para o exercício do licenciamento pelos municípios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. L.; FONSECA, A. Análise comparada da descentralização do licenciamento ambiental em municípios dos estados de Minas Gerais e Piauí. *Sustentabilidade em Debate Brasília*, v. 8, n. 3, p. 167–180, 2017.

BLAZINA, E. G.; LIPP-NISSINEN, K. H. Contribuição ao conhecimento da evolução do licenciamento ambiental municipal no Rio Grande do Sul (RS). *Fepam em Revista*, v. 3, n. 2, p. 12–25, 2010.

BRASIL. Lei Complementar Federal n. 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp140.htm)>.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. Site Institucional. 2018. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/>>. Acesso em 14 out. 2018.

FONSECA, A.; RODRIGUES, S. E. The attractive concept of simplicity in environmental impact assessment: Perceptions of outcomes in southeastern Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 67, p. 101–108, 2017.

FREDO, G. C. A municipalização do licenciamento ambiental nos municípios de Arroio Grande, Jaguarão, Rio Grande e São José do Norte/RS. Rio Grande, 2015. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro – Universidade Federal do Rio Grande, 2015.

IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais - Perfil dos Municípios Brasileiros 2015. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.

LIMA, A. O. Caracterização da gestão ambiental no município de Betim - MG. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 13–27, 2012.

MACHADO, K. A.; KRIEGER, E. I. F. As implicações da Lei Complementar Nº 140 no licenciamento ambiental local em municípios do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, IX, Porto Alegre, 2014. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Seção Rio Grande do Sul, 2014.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 30, n. 1, p. 5–14, 2012.

MOURA, A. M. M. A questão federativa no licenciamento ambiental. In: COSTA, M. A.; KLUG, L. B.; PAULSEN, S. S. (Org.). *Licenciamento ambiental e governança territorial: registros e contribuições do seminário internacional*. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.

NASCIMENTO, T. R. S. Impacto local, desafios nacionais: a descentralização do licenciamento ambiental na federação brasileira. Ouro Preto, 2018. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.

SEMAD – SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Manifestação dos municípios com competência originária. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/sem-categoria/358-manifestacao-dos-municipios-com-competencia-originaria>>. Acesso em 14 out. 2018



## RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO E PRODUÇÃO DE CASTANHA-DAAMAZÔNIA EM COMUNIDADE AGROEXTRATIVISTA

*Thais Carla Vieira Alves (Engenheira Ambiental, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA UFAM. Manaus - AM)*

*Katia Emídio da Silva (Engenheira Florestal, Dra. em Ciência Florestal. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus - AM)*

**RESUMO:** Este estudo objetivou avaliar a associação entre a precipitação pluvial com a produção de sementes in natura da castanheira-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) para o período de 2013 a 2018, Tefé – AM. A medida de associação utilizada foi a correlação de Spearman, usando o Software R. Foram utilizadas quatro fases, para de modo a abranger diferentes períodos de precipitação, com importância para o período reprodutivo das castanheira, resultando em três, quatro, sete e quinze meses de precipitação acumulada nos respectivos períodos. Todos os coeficientes de correlação obtidos não foram estatisticamente significativos, não se verificando a associação entre as variáveis estudadas. Mesmo que uma queda na curva de precipitação tenha sido observada referente ao ano de 2017 coincidindo com a baixa produção, não houve uma correlação significativa para o conjunto de dados em nenhuma das fases analisadas. Outros fatores climáticos devem ser incluídos em estudos futuros, bem como uma série de dados de produção mais longa, a fim de se melhor avaliar tais associações.

**Palavras Chave:** castanha-da-Amazônia, precipitação, produção, correlação.

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo, abrangendo uma área total de aproximadamente 5,5 milhões de km<sup>2</sup>, com extraordinária diversidade vegetal, com notável importância no âmbito do desenvolvimento sustentável (IBGE, 2018; MMA, 2018). A exploração dos produtos florestais não madeireiros (PFNM) é considerada uma das estratégias que melhor conservam essa biodiversidade, somada à melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais e/ou agroextrativista que residem nesta região (PERES et al., 2003; WADT et al., 2005; CLAY, 1997). Neste contexto, destaca-se a castanha-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), também conhecida como castanha-do-Brasil e castanha-do-Pará como um dos principais PFNM da região, considerado altamente promissor, possuindo grande expressão no comércio internacional por apresentar alto valor alimentar e coleta de baixo impacto ambiental (WADT et al., 2005; ZUIDEMA & BOOT, 2002).

A castanheira da amazônia tem ocorrência em toda a região amazônica, abrangendo o Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas. No entanto, as formações mais densas estão no Brasil (LORENZI, 2000), incluindo-se os estados de Roraima, Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e a parte norte dos Estados de Goiás e Mato Grosso. Tem por habitat as terras não inundáveis (terra firme) e desenvolve-se bem em regiões de clima quente e úmido, sendo que as maiores concentrações da espécie ocorrem em regiões onde há o predomínio de clima tropical chuvoso, com a ocorrência de períodos de estiagem definidos, embora essa espécie ocorra também em locais de chuvas relativamente abundantes durante todo ano (MÜLLER et al., 1995; MORI & PRANCE, 1990).

A espécie possui crescimento moroso, chega a fase reprodutiva aos 8 anos, em condições naturais (SCUSSEL & PACHECO, 2007; MORI & PRANCE, 1990). Os frutos levam em média 15 meses para amadurecer, enquanto que a floração é anual, longa e sincrônica (TONINI, 2011), podendo durar vários meses. O início da floração varia de acordo com a região, florescendo antes a oeste (Acre) e depois a leste (Pará). A fase inicia-se com a emissão dos botões florais, com máxima atividade entre outubro a dezembro no estado do Amazonas (CAVALCANTE, 2008), enquanto que a frutificação inicia-se no mês de Janeiro e estende-se até Dezembro do mesmo ano, com queda dos frutos a partir de Janeiro do ano seguinte (CLAY et al, 2000). Durante a floração e o desenvolvimento dos frutos novos, a castanheira conserva os frutos velhos e quase maduros (Moritz, 1984), por isso é normal observar frutos de diferentes estágios de desenvolvimento na mesma árvore durante todo o ano (TONINI, 2011; MAUÉS, 2012).

O ano de 2017 foi marcado por queda da produção de castanha em nível global, uma diferença de 70% em relação ao ano anterior (FOLHA, 2017; EMBRAPA, 2017), afetando não só a produção Brasileira como a de outros países. É fato que, variações na safra são comuns, onde anos de alta produtividade são seguidos de baixa (ciclo bianual), variando de local para local. Muitos são os fatores que afetam a produção da castanha, entre eles estão os intrínsecos à espécie (genéticas, fisiológicas e reprodutivas) e extrínsecos (fatores climáticos, polinização, fatores edáficos). De acordo com Janzen (1975) os eventos fenológicos são regulados por características endógenas associadas às variações do clima que regulam a época, a intensidade, a duração e a periodicidade, porém, entender o que condiciona maior ou menor produção de frutos da castanheira é um desafio, uma vez que em áreas de florestas podem-se encontrar árvores que estão submetidas às mesmas condições ambientais, e ainda assim, existir castanheiras que produzem mais frutos que outras, ou mesmo, árvores que não produzem (TONINI et al., 2008).

Fenômenos climáticos como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico Equatorial, alteram significativamente a precipitação pluvial e temperatura de forma global (BERLATO & FONTANA, 2003). Portanto, uma vez que, as necessidades hídricas da espécie precisam ser satisfatórias nos diversos estágios fenológicos, variações extremas podem acarretar possíveis perdas na produção. Zuidema (2003) observou redução na produção de árvores de castanheira-da-Amazônia em anos de “El Niño” na Bolívia, enquanto que Kainer et al. (2007) observaram redução significativa na produção de árvores com a redução da precipitação em anos de seca prolongada.

Inserido neste cenário, o presente trabalho buscou estudar a relação da produção com a precipitação, considerando diferentes períodos de precipitação, buscando identificar o de maior influência na produção nos períodos de safra de castanha considerados.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em áreas de floresta nativa na comunidade de Jutica, município de Tefé na mesorregião central do estado do Amazonas, nas coordenadas 03° 34' 05" de latitude Sul e 64° 29' 17" de longitude Oeste (Figura 1).

O clima da região está classificado, segundo Köppen – Geiger, como grupo climático "A" (Clima Tropical chuvoso), abrangendo o tipo e variedade climática Af (chuvas equatoriais). A

precipitação média anual é de 2565 mm, com os menores valores mensais nos meses de julho, agosto e setembro (verão amazônico), e maior volume entre os meses de março a maio (inverno amazônico). A temperatura média é de 27 °C. (INMET, 2018; BASTOS, 1978).

De acordo com VELOSO (1992) a floresta da área de estudo classifica-se como Floresta Ombrófila Densa ligada aos fatores climáticos tropicais de altas temperaturas e alta precipitação bem distribuída durante o ano.

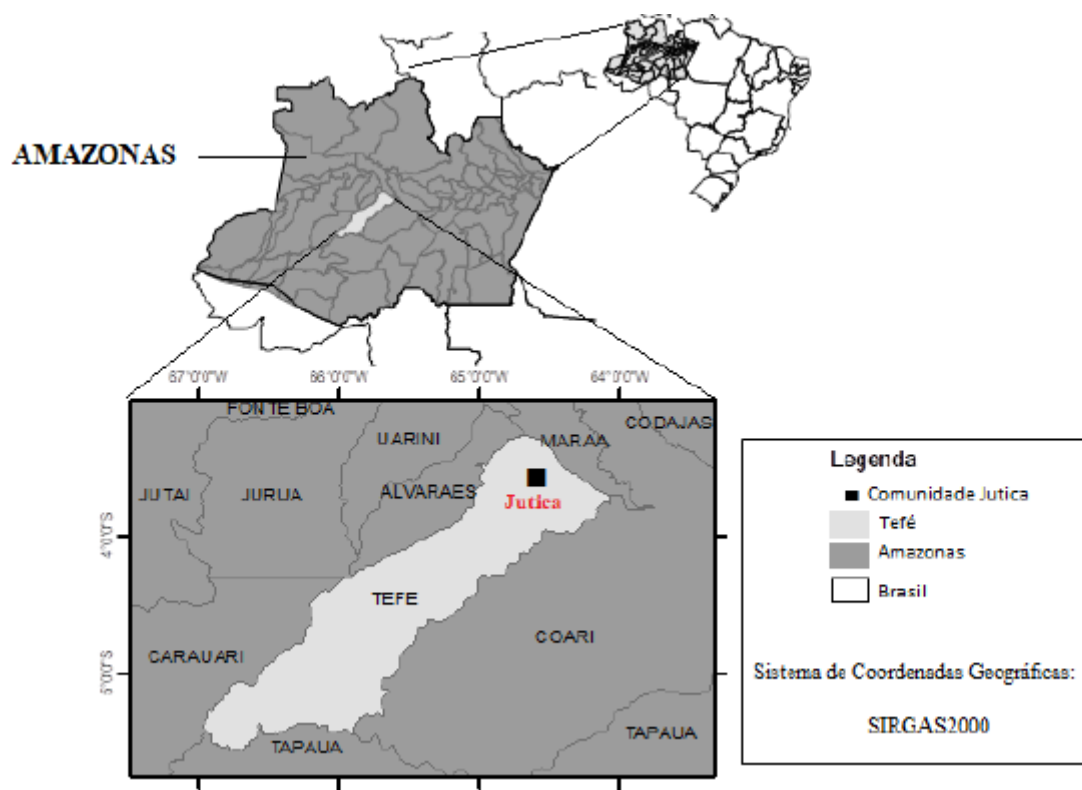


Figura 1: Localização da área de estudo no estado do Amazonas. Elaborado pelo Autor.

## 2.2 COLETA DE DADOS

Os dados utilizados são de fontes secundárias, informação pessoal de representante, comprador de castanha da referida comunidade referentes a produção de castanha-da-Amazônia para 6 colocações (local de moradia e atividade extrativista): Ariramba, Lambança, São Martins, Barreirinha, Limão e Irapuru na comunidade do Jutica - Tefé nas safras referentes aos anos de 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. Os dados de precipitação pluvial mensal, do mesmo período, para estação meteorológica de Tefé foram obtidos por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP do

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A tabela 1 mostra como estão organizados os dados quanto às fases analisadas.

Tabela 1: Fases analisadas neste estudo

<b>Fases</b>	<b>Qtd de meses</b>	<b>Período referente</b>
<b>Floração</b>	3	Outubro/Novembro/Dezembro
<b>Início da Frutificação</b>	4	Janeiro/Fevereiro/Março/Abril
<b>Floração + 4 meses antecedentes</b>	7	Junho à Dezembro
<b>Floração + Frutificação</b>	15	Outubro no ano anterior à Dezembro do ano seguinte

### 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram organizados levando-se em consideração o tempo de amadurecimento do fruto (15 meses) para cada safra. Assim, adotando-se como exemplo a safra de 2015 com queda dos frutos no início de Janeiro do respectivo ano, podemos identificar o período de floração em Outubro-Dezembro (3 meses) do ano de 2013, início de frutificação em Janeiro-Abril de 2014 (4 meses), Floração + 4meses antecedentes, em Junho – Dezembro (7 meses) e Floração + Frutificação igual a Outubro de 2013 à Dezembro de 2014 (15 meses). A lógica é seguida para as 6 (seis) safras analisadas em uma série de 2013 – 2018.

Para identificar se os dados seguem a distribuição normal, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk, para definição de qual método de correlação adotar (paramétrica ou não). Para o caso não paramétrico, a correlação de Spearman foi adotada, com 5% de probabilidade. As análises foram realizadas avaliando-se a correlação entre a precipitação e produção para cada fase estudada, método Spearman, usando o Software R (CORE TEAM, 2018).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se queda na curva de precipitação referente ao ano de 2017 que coincide com o ano de baixa produção nas colocações para as fases estudadas, com exceção da “floração + frutificação” em que a queda ocorreu no ano anterior. Porém, ao analisar o conjunto de dados como um todo não houve correlação significativa em nenhuma fase estudada.

As figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram a produção para as colocações: Ariramba, Lambança, São Martins, Barreirinha, Limão e Irapuru, respectivamente, referentes aos anos 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e

2018 e os dados de precipitação nas fases analisadas que antecedem a queda do fruto no ano de referência, com seu respectivo índice de correlação de Spearman e significância.

A colocação Ariramba foi a que apresentou maior associação entre a produção e precipitação, com os maiores valores de correlação entre todos os períodos considerados, apesar do valor não ser estatisticamente significativo.

Figura

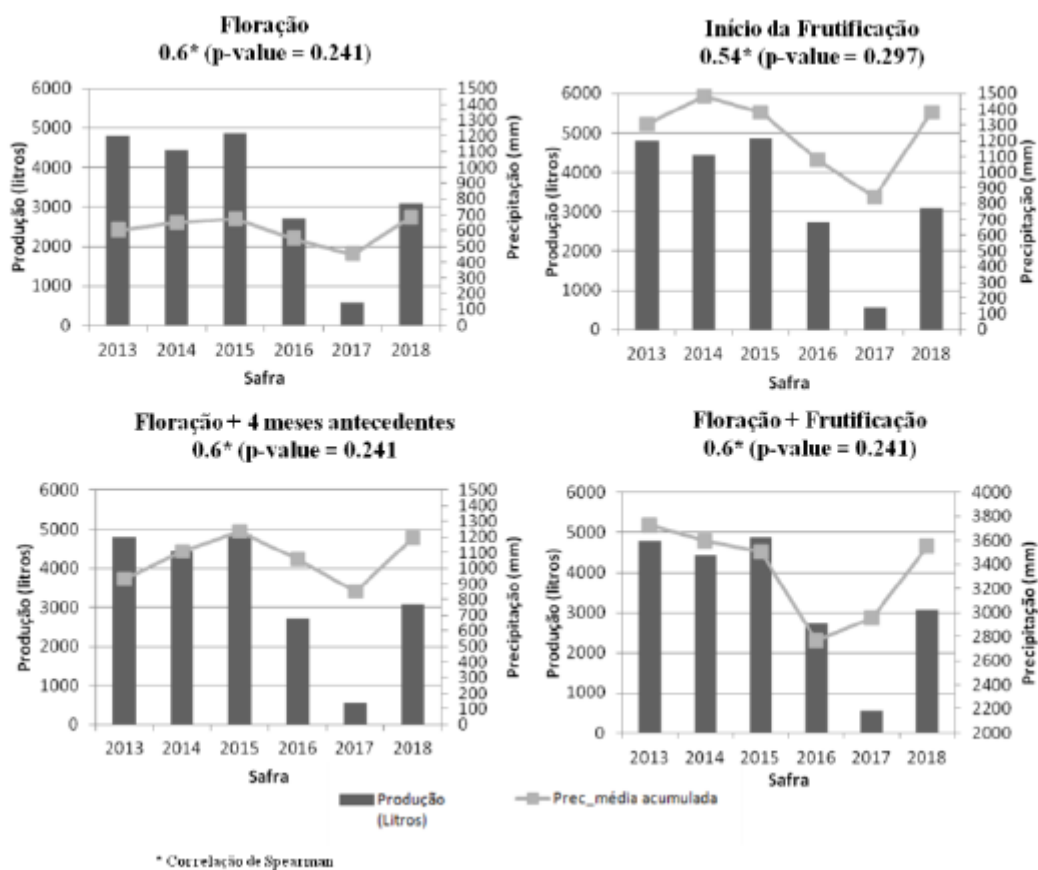


Figura 2: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colocação Ariramba, comunidade Jutica – Tefé/AM.

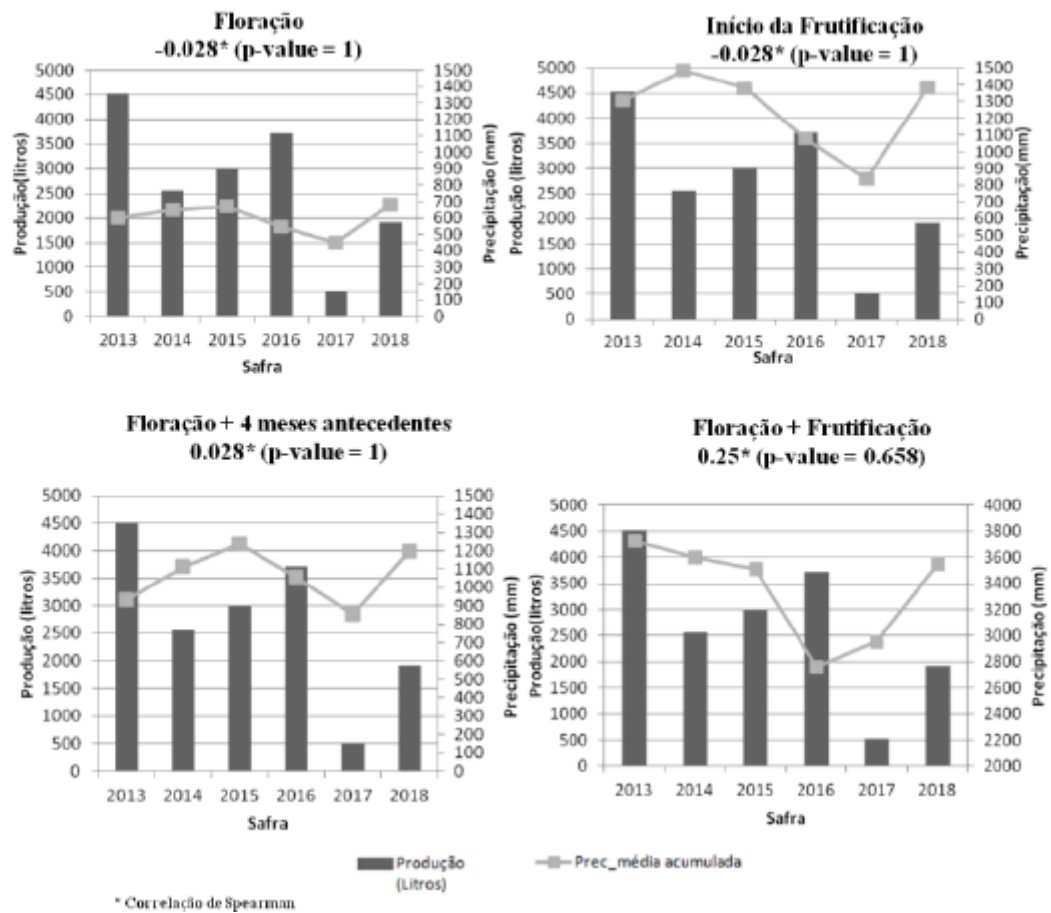


Figura 3: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colocação Lambança, comunidade Jutica – Tefé/AM.

A colocação São Martins foi a que apresentou menor associação entre a produção e precipitação, exibindo valores de correlação negativos em todos os períodos com exceção de Floração + Frutificação.



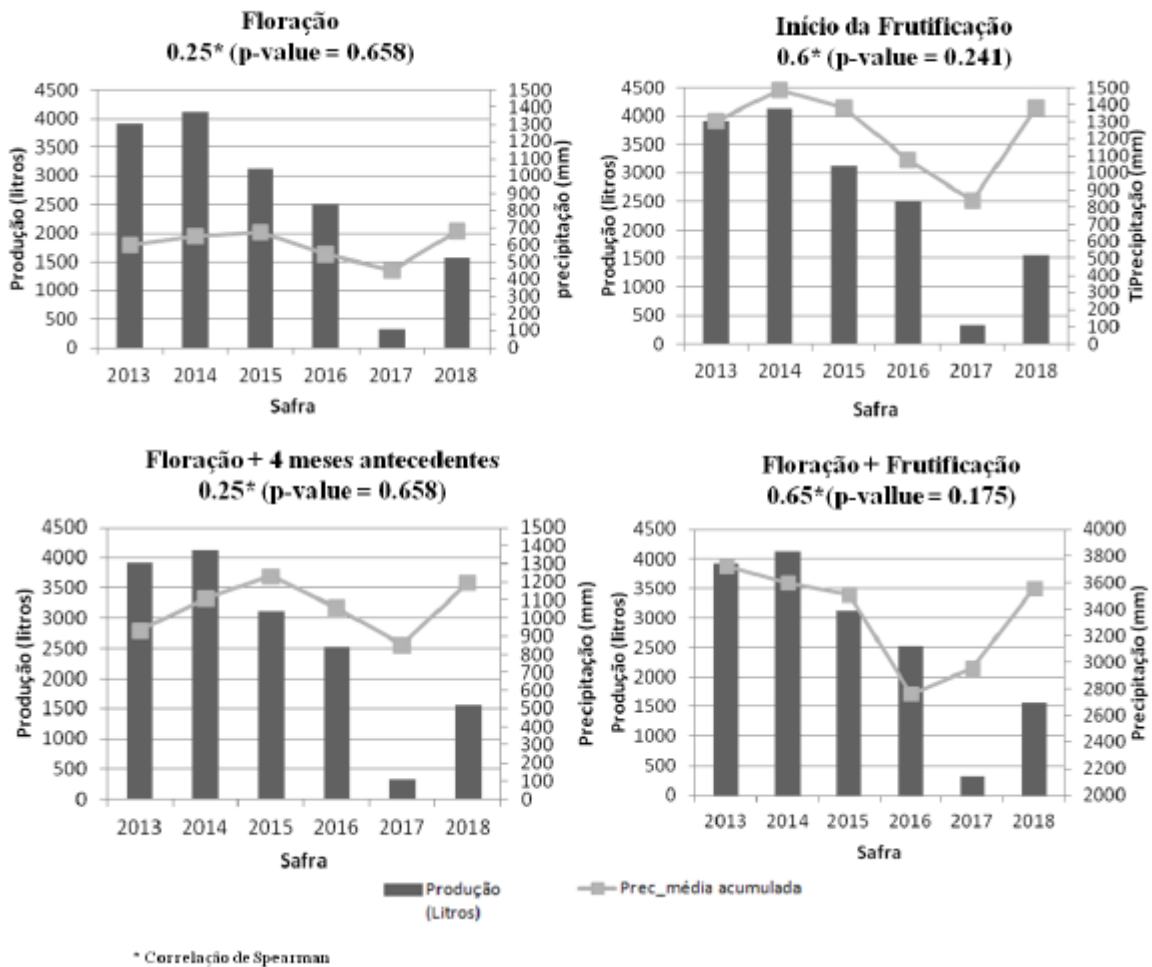


Figura 4: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colação São Martins, comunidade Jutica – Tefé/AM.

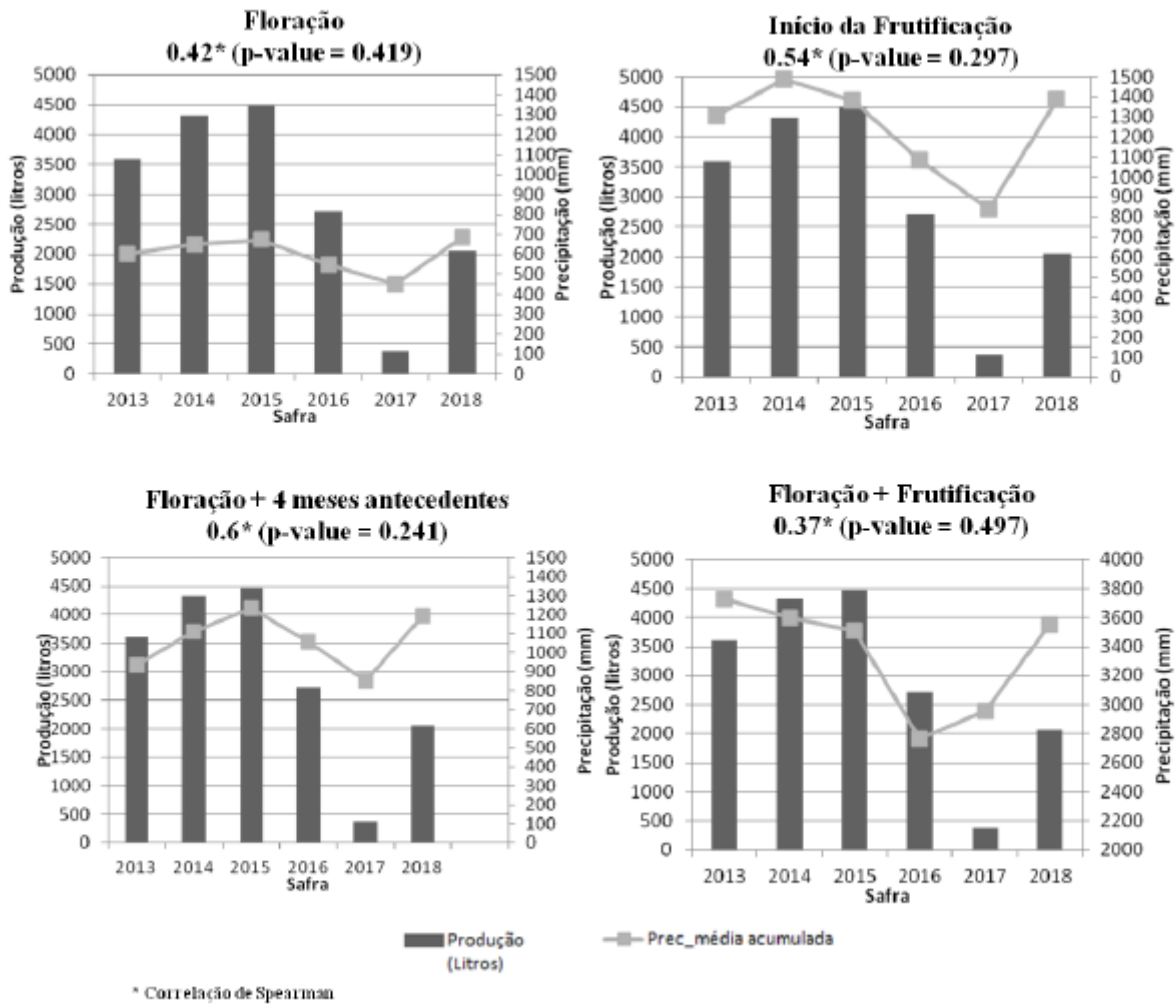


Figura 5: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colocação Barreirinha, comunidade Jutica – Tefé/AM.

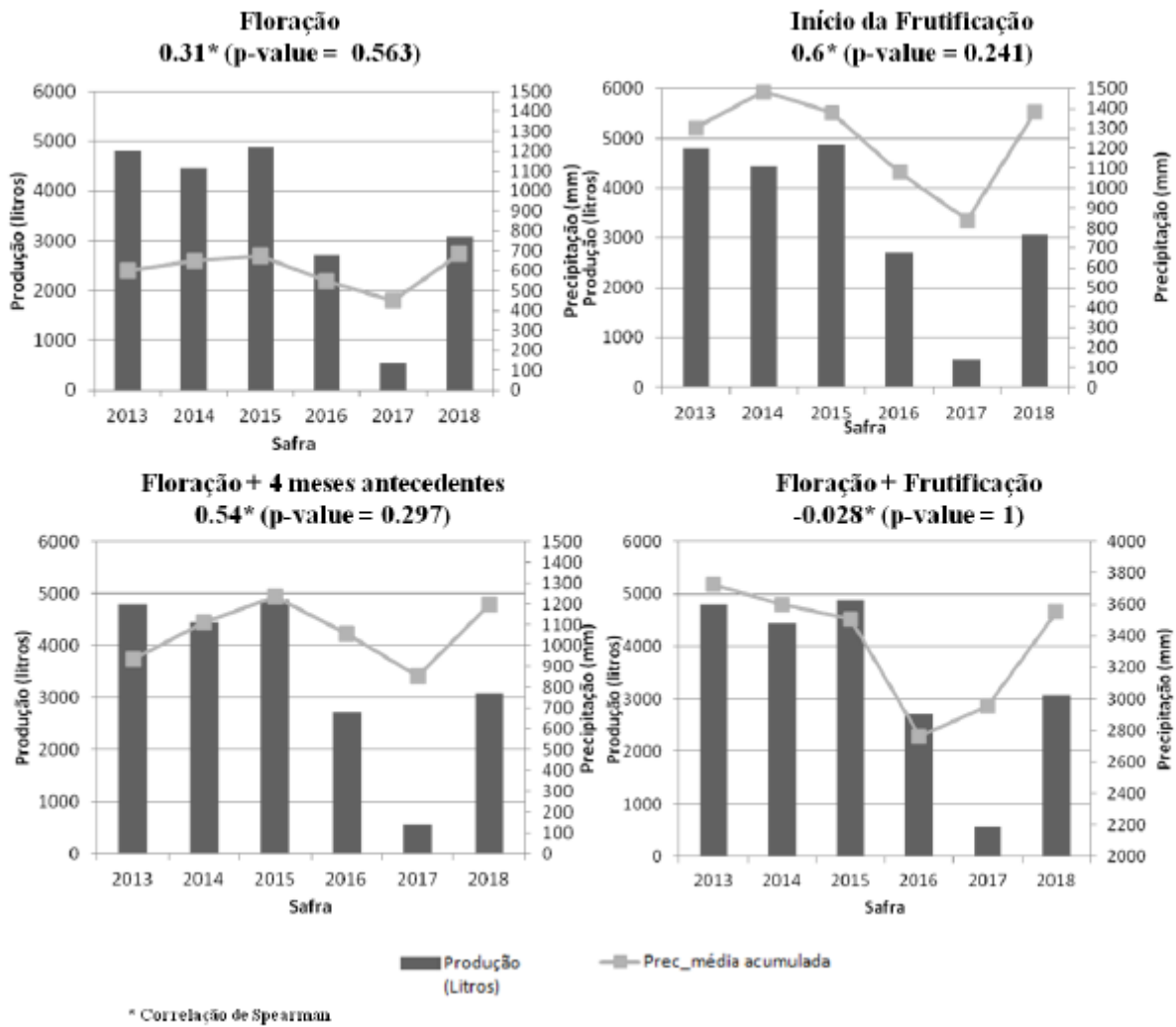


Figura 6: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colocação Limão, comunidade Jutica – Tefé/AM.

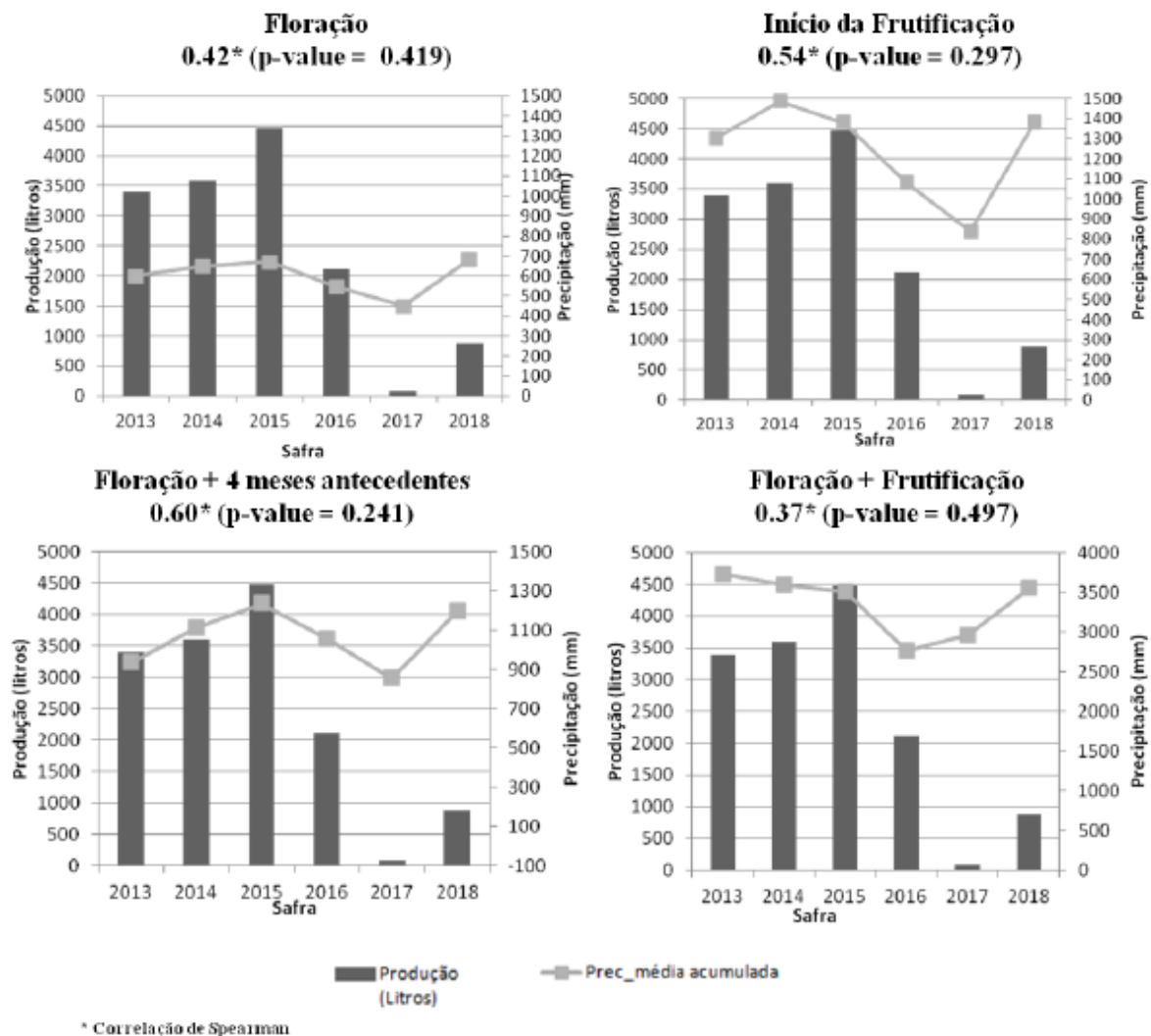


Figura 7: Medidas de correlação entre Produção x Precipitação, para as fases analisadas na colocação Irapuru, comunidade Jutica – Tefé/AM.

Os resultados podem ser explicados, pelo menos em parte, por diferenças metodológicas empregadas, em virtude dos dados serem secundários, estes podem não refletir de fato a realidade de produção. Estudos de Zuidema & Boot (2002) foram realizados com o auxílio direto dos castanheiros que, normalmente, evitam as árvores menos produtivas, já Kainer et al. (2007) analisaram árvores selecionadas aleatoriamente sem a interferência do castanheiro. É de conhecimento mais geral que o castanheiro não realiza a coleta em anos de safra reduzida uma vez que ele tem a percepção de que a venda da produção não cobria os custos gerais.

Outros fatores como: o uso de apenas um fator climático, neste caso a precipitação, quantidade de safras de referência (poucos anos de informação), dentre outros podem também influenciar no resultado. Ivanov (2011) estudou o efeito de diversas variáveis dendrométricas, anatômicas, climáticas

e edáficas na produção, concluiu que a precipitação no período de transição entre as épocas chuvosa e seca apresentou correlação positiva com a produção.

## 4. CONCLUSÕES

Não houve correlação estatisticamente significativa entre a produção e precipitação nesse estudo. Porém, a fase de “início de frutificação” apresentou correlações  $\geq 0.54$  em todas as colocações, com exceção de uma colocação.

Visto a escassez de literatura que aborde as fases fenológicas da castanhanheira no Amazonas, há a necessidade de estudos na área de Fenologia desta espécie para o estado e que hajam estudos de mais longo prazo sobre a produção, que possa ser medida diretamente nos castanhais. Sugere-se também que novos estudos sejam feitos envolvendo um conjunto maior de dados de produção e variáveis climáticas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERLATO, M. BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 14 p

BASTOS, T. X. O clima da Amazônia Brasileira segundo Koppen. In: Acervo digital Embrapa, n.º 87, 4p. Belém, PA (EMBRAPA-CPATU), Pesquisa em andamento, 87). 1982. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60116/1/CPATU-PA87.pdf>

CAVALCANTE, M. C. 2008. Visitantes florais e polinização da castanhado-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em cultivo na Amazônia central. Unpublished M.Sc Thesis, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 77p.

CLAY, J.W. 1997. Brazil nuts. The use of a keystone species for conservation and development. Pages 246-282 in C.H. Freese, editor. Harvesting wild species - Implications for Biodiversity and Conservation. John Hopkins University Press, Baltimore.

CLAY, J.W.; Sampaio, P.T.B. Clement, C.R. 2000. Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, Manaus. AM. 409p

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2017. Notícias: Pesquisa aponta queda de 70% na produção de castanha-da-amazônia. Disponível

em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26131296/pesquisa-aponta-queda-de-70-na-producao-de-castanha-da-amazonia>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

FOLHA DE SÃO PAULO. São Paulo: Grupo Folha. 2017. Mudanca-climatica-pode-ser-causa-de-queda-na-safra-de-castanha-do-para 2017. Disponível

em: <http://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2017/12/1939854-mudanca-climatica-pode-ser-cao-de-queda-na-safra-de-castanha-do-para.shtml>. Acesso em : 20 de Maio de 2018

HAND, D. J. Statistics: a very short introduction. Oxford: Oxford University Press, 2008.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 11 de Abril de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Amazônia Legal. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>. Acesso em: 22 de Maio de 2018.

IVANOV, G. B. Influência de variáveis dendrométricas, anatômicas e ambientais na produção de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* H.B.K. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

JANZEN, D. H., 1975, Ecologia vegetal nos trópicos. EPU e Edusp, São Paulo.

KAINER, K.A.; WADT, L.H.O.; STAUDHAMMER, C.L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management*, v.250, p.244-255, 2007.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2000. v.1. 384p.

MAUÉS M. M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb.& Bonpl.) in eastern Amazônia. p.245-254. In: Kevan P & V.L. Imperatriz Fonseca. *Pollinating Bees – The conservation link between agriculture and nature*. Brasília:Ministério do Meio Ambiente. 313p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biomas: Amazônia. Disponível

em: <http://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 22 de Maio de 2018.

MORI, S. A. & PRANCE, G. T. 1990b. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Adv. Econ. Bot.* 8: 130-150.

MULLER, C. H.; FIQUEIREDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B. *Castanha-do-Brasil*. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 65 p. (Coleção plantar)

PACHECO, Ariane; SCUSSEL, Vildes M. *Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor*. Florianópolis: Editograf, 2006.

PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L.; FRANCISIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; SHEPARD Jr, G. H.; KANASHIRO, M.; CONVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, Washington, v. 302, n. 5653, p. 2112-2114, 2003.

R CORE TEAM 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (Disponível em: <http://www.R-project.org/>)

TONINI, H. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. *Cerne*, v.17, n.1, p.123-131, 2011.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-brasil em Roraima. *Floresta*, v.38, n.3, p.445-457, 2008.

VELOSO, H. P. In: IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, 1992.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.211, p.371-384, 2005

ZUIDEMA, P. A.; BOOT, R. G. A. Demography of the Brazil nut tree in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology*, v.18, n.1, p.1-31, 2002.

ZUIDEMA, P.A. Ecology and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*). Riberalta: Promab, 2003. 111p. (Promab Scientific Series, 6).

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA EMISSÃO ATMOSFERICA DE VEÍCULOS MOVIDOS A DIESEL DA EMPRESA DPL CONSTRUÇÕES LTDA, MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MA

*Marcelo Vieira Sodré Barbosaa (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*Ana Carolina Lopes Ozoriob (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*Ellen Karine Mochel Gomezc (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*Kananda Paula Rodrigues Sousad (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*Thais Helena de Oliveira Valoise (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

*Wadson Silva Machado (Faculdade Pitágoras de São Luís)*

**RESUMO:** De acordo com o art. 1º da resolução nº 03/90 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora e prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. Os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana são inúmeros, provocando desde doenças agudas até a morte em indivíduos, como câncer de pulmão, bronquite, enfisema e asma relacionados ao aparelho respiratório; dano ao crescimento, entre outros. Dos possíveis poluentes atmosféricos, o material particulado abrange um conjunto de poluentes constituídos de fumaças, poeiras e todo tipo de material líquido e sólido que se mantem em suspensão na atmosfera.



Devido ao seu tamanho reduzido, suas partículas podem ser classificadas como partículas totais em suspensão, partículas inaláveis e fumaça. Este trabalho avaliou o grau de cor da fumaça emitida pelos veículos movidos a Diesel da empresa DPL Construções LTDA em São Luís – MA, no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2017, empregando a escala de Ringelmann, amplamente utilizada por órgãos ambientais, que pode ser adquirida através da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação Ambiental, Emissão Atmosférica, Poluentes, Saúde Humana, Escala de Ringelmann.

## INTRODUÇÃO

A discussão sobre a qualidade ambiental do planeta tem sido cada vez mais frequente pela sociedade, um dos pontos que se tem debatido muito é sobre a emissão de gases poluentes na atmosfera, que tem como principais geradores os países industrializados. O objetivo principal dessas discussões é combater o aumento do aquecimento global, fenômeno natural ocorrente no planeta Terra que é agravado com os processos industriais e antrópicos.

Segundo a Política Nacional de Meio Ambiente, lei número 6.938 de 31 de agosto de 1981, a poluição é definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde humana, interfira nas atividades econômicas e sociais, afetem a biodiversidade e sejam lançadas em desacordo com as normas ambientais (BRASIL, 1981).

No Brasil, as duas principais fontes da emissão desses gases provem da queima de combustíveis fósseis para geração de energia e alteração no uso e ocupação da terra na Amazônia (queimadas, desmatamento) (IPAM, 2011). Dentre as fontes artificiais mais agressivas à saúde humana está a fumaça preta, que é liberada em grande quantidade na atmosfera como resíduo da queima do combustível de um motor movido a Diesel (PALÁCIO, 2004).

Esses gases emitidos por veículos, conhecido também como material particulado, também são responsáveis pelo agravamento do efeito estufa, fenômeno natural ocorrente e que possibilita a vida no planeta Terra no qual vem sendo intensificado com decorrência de ações antrópicas. Para Assunção (2004), o material particulado presente na fumaça expelida pelos veículos, é classificado de acordo com a sua formação em: poeiras, fumos, névoas e fumaça, este último possui diâmetro menor que 10 micrômetros e recebendo atenção por ter penetração superior a 50% no sistema respiratório humano. Quanto à saúde humana, esse poluente é um dos responsáveis por diversos problemas respiratórios, onde as crianças e idosos são os principais atingidos com essas alterações na qualidade do ar.

A escala Ringelmann é um método amplamente utilizado no monitoramento de veículos em algumas cidades do Brasil. Neste contexto, buscou-se avaliar a qualidade da fumaça emitida pela frota de veículos movidos a Diesel da empresa DPL Construções LTDA, levando em consideração o seu grau colorimétrico de acordo com o método da Escala de Ringelmann, com iniciativa voltada à verificar se os veículos estão de acordo com a legislação vigente.

## METODOLOGIA

A empresa em estudo está localizada na zona industrial do município de São Luís. No ano de 2016 contava com uma frota de 12 veículos movidos a diesel entre caminhões e caminhonetes. Já no ano de 2017, contou-se com uma frota de 25 veículos movidos a diesel entre caminhões e caminhonetes, estes que passaram pelo processo de avaliação da qualidade da fumaça emitida nos anos de 2016 e 2017. É importante destacar que a frota sofreu modificação entre os anos de 2016 e 2017, alguns dos veículos saíram do quadro de frota da empresa, os mesmos foram substituídos por uma frota nova com data de fabricação no ano de 2017.

Para avaliar a intensidade de fumaça preta emitida pelos veículos movidos a Diesel foi utilizada a escala de Ringelmann (Figura 1) adquirida através do site da CETESB que é constituída de cinco níveis de classes: nível 1- densidade 20%; nível 2- densidade 40%; nível 3- densidade 60%; nível 4- densidade 40% e nível 5- densidade 100%.

Figura 1. Escala Ringelmann, padrão CETESB



**Fonte:** Acervo de pesquisa, 2018.

coloração da fumaça emitida pelo escapamento é comparada com a escala de cinza através do furo no meio da escala. Os níveis de tolerância para as emissões de fumaça proveniente de veículos automotores movidos a diesel, segundo a escala de Ringelmann, não podem ultrapassar o nível 2 (40%), quando o monitoramento/fiscalização estiver sendo realizada(o) em locais com altitude até 500

metros. Já em locais que estejam situados em altitudes acima de 500 metros, a tolerância é o nível 3 ou 60%, da Escala de Ringelmann.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados 12 veículos no ano de 2016, onde os resultados mostram que 67,3% dos veículos apresentaram dentro dos níveis estabelecidos pela escala Ringelman, ou seja, dentro dos padrões de qualidade, isso pode ser averiguado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Resultado da Avaliação da Emissão Atmosférica pelos veículos movidos a diesel no ano de 2016.

<b>Veículos avaliados</b>	<b>Conformes</b>	<b>Não conformes</b>	<b>% Conforme</b>	<b>% Não conforme</b>
12	8	4	67,3%	32,7%

**Fonte:** Acervo de pesquisa, 2018.

No ano de 2017 o procedimento foi realizado novamente com 25 veículos, e abaixo segue contagem que apresenta o quantitativo de veículos que foram analisados no ano de 2016 mais a frota nova que substituíram os veículos que saíram do quadro de posse da empresa, sendo 7 veículos reincidentes de 2016 e 18 veículos novos.

Tabela 2. Resultado da Avaliação da Emissão Atmosférica pelos veículos movidos a diesel no ano de 2017.

<b>Veículos avaliados</b>	<b>Conformes</b>	<b>Não conformes</b>	<b>% Conforme</b>	<b>% Não conforme</b>
25	22	3	88	12

**Fonte:** Acervo de pesquisa, 2018.

Os resultados mostram que 88% dos veículos avaliados no ano de 2017, apresentaram-se dentro dos padrões de qualidade segundo a escola Ringelmann. Quando comparados os resultados do ano de 2016 com o de 2017, observa-se que os resultados do ano de 2017 se mostraram melhores que o do ano anterior, isso é resultado de um plano de revisão de frota contínuo e eficaz, que tem por finalidade evitar ao máximo impactos no meio ambiente com o desenvolvimento das atividades da empresa

também pode ser correlacionado com a substituição de parte da frota da empresa no ano de 2017, pois a possibilidade de uma frota nova apresentar não conformidade se torna pequena.

Ressalta-se que de acordo com o Plano de Emissões Atmosféricas da empresa DPL Construções LTDA (2015), os veículos não conformes são encaminhados para revisão, afim de que a não conformidade seja sanada. Após a revisão o procedimento é novamente realizado como forma de se diagnosticar a conformidade do veículo dentro dos níveis estabelecidos para que então os mesmos possam voltar às atividades.

## CONCLUSÃO

A empresa possui uma política ambiental formalizada que preza o compromisso de desenvolver suas atividades com a adoção de práticas sustentáveis que minimizem os impactos no meio ambiente e o reflexo disso são os resultados das avaliações realizadas nos anos de 2016 e 2017, o que certifica a maioria dos seus veículos estarem dentro dos padrões aceitáveis pela legislação adotada em seu procedimento de emissões atmosféricas.

Constatou-se que a metodologia utilizada é eficaz para o controle e combate a poluição do ar, de baixo custo e de simples aplicação em campo, o que possibilita disseminação da metodologia para que seja utilizada de forma mais ampla.

A diminuição da emissão de material particulado associa-se com a melhoria da qualidade do ar, que como consequência beneficia a população com o aumento de sua qualidade de vida. Portanto é de grande relevância que as empresas realizem o controle da emissão de fumaça preta adotando medidas de redução e controle da poluição por seus veículos. A criação e adoção de políticas eficientes de redução da poluição do ar promovendo qualidade ambiental e também influenciando de forma positiva na saúde das populações.

## REFERÊNCIAS

CETESB. Fumaça preta. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/fumaca.asp> >. Acesso em: 22 de julho de 2018.

DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. São Paulo: Signus Editora, 2007.

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Perguntas e Respostas Sobre o Aquecimento Global. Belém: IPAM. 2010. Disponível

em:<[http://www.observatorioeco.com.br/wpcontent/uploads/up/2011/02/perguntas\\_e\\_respostas\\_sobre\\_aquecimento\\_global.pdf](http://www.observatorioeco.com.br/wpcontent/uploads/up/2011/02/perguntas_e_respostas_sobre_aquecimento_global.pdf)>. Acesso em: 22 de julho de 2018.

LIMA, R. M. S. R. Poluição, resíduos sólidos e meio ambiente. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em: 28 de julho de 2018.

PALÁCIO, J. Motores Diesel X Poluição. 2004. Disponível

em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/artigojosepalacio.htm>>. Acesso em: 25 de julho de 2018.

DPL CONSTRUÇÕES LTDA. Plano de Emissão Atmosférica DPL Construções LTDA. 2015.

# Capítulo 36

## ANÁLISE DO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA, BELÉM-PA

*LIMA, Layna Marcia de Jesus Amaral (Aluna de Graduação, Universidade Federal Rural da Amazônia, laynamarcia2512@gmail.com).*

*OLIVEIRA, Loene da Costa ( Aluna de Graduação, Universidade Federal Rural da Amazônia, loene31@gmail.com).*

*BARBOSA, Glenda Tainara Santos (Aluna de Graduação, Universidade Federal Rural da Amazônia, glendabarbosag@gmail.com).*

*FRANCO, Luiza Cardoso (Aluna de Graduação, Universidade Federal Rural da Amazônia, luizafranco47@gmail.com).*

**RESUMO:** De acordo com o Ministério de Meio Ambiente (MMA) através da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos na Amazônia, os países, em geral, mostram dados preocupantes em relação à geração de resíduos sólidos urbanos. No Brasil, são produzidos 800 milhões de pilhas e 17 milhões de baterias por ano. O objetivo deste trabalho é criar um ponto de coleta de pilhas e baterias na UFRA, que conseqüentemente deverão ser recolhidas e levadas para outro ponto de coleta próximo, para serem doadas posteriormente a uma associação apropriada, já que os estabelecimentos de distribuição são responsáveis legalmente pela devolução dos mesmos resíduos ao fabricante, que são responsáveis pelos procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para essas pilhas e baterias coletadas.

Os resultados foram relevantes, já que em um curto prazo foi coletada uma quantidade significativa dos resíduos. Assim, percebe-se a necessidade de conscientização, pois acredita-se que uma das metas mais difíceis esteja na colaboração e efetiva participação da população quanto à maneira correta de dispor o resíduo no local apropriado para tal fim, reduzindo a geração de resíduos sólidos e o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto.

**Palavras-chave:** Pilhas e baterias; Resíduos sólidos; Descarte; Metais pesados; Gestão de resíduos; Resíduos sólidos urbanos.



## INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério de Meio Ambiente (MMA) através da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos na Amazônia, os países, em geral, mostram dados preocupantes em relação à geração de resíduos sólidos urbanos. As mudanças nos padrões de consumo, o desenvolvimento industrial e os avanços tecnológicos têm provocado alterações na composição e na quantidade do lixo gerado, exigindo que a prestação dos serviços seja intensificada, ampliada e diversificada, visando encontrar soluções integradas para a gestão destes resíduos, assim podendo causar consequências indesejáveis. Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IIBAM), o crescimento da população urbana e dos resíduos sólidos começa a chamar a atenção e a demandar providências para o seu correto trato e o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados para evitar que causem problemas ambientais, sanitários e sociais.

Na última década houve um grande crescimento da demanda por pilhas e baterias, devido o aumento exponencial do uso de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como: brinquedos, jogos, relógios, lanternas, ferramentas elétricas, agendas eletrônicas, barbeadores, câmaras fotográficas, filmadoras, telefones celulares, computadores, aparelhos de som, instrumentos de medição e aferição, equipamentos médicos, entre outros (BOCCHI, 2000).

De acordo com o Programa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) do Paraná, Desperdício Zero, pilhas podem ser definidas como geradores químicos de energia elétrica, constituídos unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de maneira a produzir energia elétrica, e bateria é um conjunto de pilhas agupadas em série ou paralelo, dependendo de exigência por maior potencial ou corrente.

A demanda na utilização de energia portátil é crescente em equipamentos eletroeletrônicos diversos e isso provoca o crescimento da produção e do consumo de pilhas e baterias (ROCHA, 2004). Todo dia pilhas são lançadas no meio ambiente por milhões de pessoas, ao serem descartadas de forma inadequada liberam seus componentes tóxicos no ambiente, contaminando o solo, a água, a atmosfera, podendo causar sérios danos a diversas formas de vida, incluindo o homem (DA CUNHA KEMERICH, p. 1681, 2012).

De acordo com ROA (2009) estima-se que cada bateria ou pilha depositada de forma inadequada no meio ambiente contamine uma área de um metro quadrado, entretanto, o dano ambiental pode ser

maior se a quantidade desses equipamentos jogados em lixões for muito alta. No Brasil, são produzidos 800 milhões de pilhas e 17 milhões de baterias por ano, sendo que 70% das pilhas fabricadas são as chamadas comuns ou zinco-carbono, os 30% restantes são referentes às pilhas do tipo alcalina (ABINEE, 1999).

Visto que, que algumas das pilhas e baterias disponíveis no mercado usam materiais tóxicos, o Brasil, têm se preocupado com os riscos à saúde humana e ao meio ambiente que estes sistemas eletroquímicos apresentam. Neste sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA publicou a Resolução nº 257/1999, disciplinando o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final (BOCCHI, 2000).

Sendo assim, desde 1999, o país possui legislação específica que dispõe sobre as pilhas e baterias que contêm mercúrio, chumbo e cádmio (Resoluções CONAMA: nº 257, de 30/06/1999; e para a saúde, o bem-estar da população e a qualidade do meio ambiente (MMA).

nº 263, de 12/11/1999). Em 2008, a Resolução nº 257/1999 foi revogada, entrando em vigor a Resolução nº 401 de 04 de novembro de 2008 que define a destinação ambientalmente adequada das pilhas e baterias usadas, mesmo que essas não excedam a quantidade permitida de metais pesados. De acordo com o REIDLER (2002) essa medida legal mostra-se insuficiente para solucionar, na prática, o problema do descarte inadequado desses resíduos.

Contudo, o principal marco quanto à regulamentação do descarte de pilhas e baterias se deu com a Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), integrada com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981), que se articula com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico. A referida lei objetiva reduzir o volume e a periculosidade de resíduos sólidos, priorizando a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (MMA, 2010).

A destinação ambientalmente adequada para pilhas e baterias seria a logística reversa, de acordo com Art. 33º da PNRS, são de responsabilidade de todos estruturarem e programarem sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do

serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias (BRASIL, 2010).

Está descrito na Lei nº 8.014 de 28 de junho de 2000 para destinação de resíduos sólidos, cujo teor “Dispõe sobre a coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos industriais e entulhos em aterros sanitários ou em incineradores municipais não abrangidos pela coleta regular, e dá outras providências” (BELÉM, 2000). De acordo com SILVA (2018), em Belém já existem quase 20 pontos de coleta de pilhas e baterias, sendo a maior parte instalada nos supermercados, o que configura a viabilidade do programa “Os esforços são válidos, mas pontuais comparados ao grande volume de peças jogadas fora”.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi criar um ponto de coleta de pilhas e baterias no Prédio de Ciência do Solo/ICA na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém (Figura 1). Além disso, por meio de referencial teórico, demonstrar as contribuições que são esperadas com os resultados desse projeto, que são relacionadas à saúde e meio ambiente, pois, sabendo dos impactos do descarte inadequado de pilhas e baterias utilizadas, poderá ocorrer mobilização para melhoria da qualidade da saúde da população e redução do impacto no meio ambiente, assim que se compreende a importância das pilhas e baterias para o sistema produtivo, conhecendo suas aplicações e os impactos decorrentes da sua utilização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto em questão foi desenvolvido no Prédio de Ciência do Solo - UFRA em Belém no Estado do Pará, no mês de outubro e novembro de 2018. Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre resíduos sólidos; destino de pilhas e baterias; impacto ambiental; legislação vigente, sendo de suma importância conhecer os aspectos legais do assunto, de resíduos sólidos e do município de Belém para embasamento dos procedimentos metodológicos. Dessa forma, foi definido um público alvo, sendo os alunos e frequentadores da Universidade, a fim de alcançar resultados positivos, ou seja, que detivessem a conscientização da necessidade do descarte correto desses resíduos após o uso.

Figura 1: Mapa de localização do Prédio de Ciência do solo onde fica o ponto coletor.



Fonte: As Autoras

Como método desse projeto foi utilizado uma garrafa PET com o volume de 5 litros devidamente identificado, colocado durante 25 dias no frente do Prédio de Ciência do Solo/ICA, ao lado das lixeiras, situada na entrada da universidade para abranger melhor todo o público.

Como parte do projeto em longo prazo, os resíduos coletados deverão ser recolhidos do coletor e todas as pilhas e baterias deverão ser levadas para o ponto de coleta mais próximo da UFRA, sendo a Loja Claro no bairro de São Brás localizado na Região Metropolitana de Belém (Figura 2), para ser doado posteriormente a uma associação apropriada, já que os estabelecimentos de distribuição são responsáveis legalmente pela devolução dos mesmos ao fabricante.

Figura 2: Ponto de coleta de pilhas e baterias na Região Metropolitana de Belém.



Fonte: As Autoras

A destinação final mais apropriada para essas pilhas e baterias usadas são os estabelecimentos que as comercializam, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos. Estes serão responsáveis pelos procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para as pilhas e baterias coletadas (ROA et al., 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando a expansão do projeto e a diminuição dos impactos ao meio ambiente em longo prazo, recomenda-se a implantação de mais pontos de coleta nos prédios dos cursos em toda UFRA, visto que nos 25 dias em que o coletor ficou disponível para o descarte houve o recolhimento de 173 pilhas e 18 baterias (Tabela 1), mostrando a aceitação do público alvo a esse ponto de coleta. Por isso, a ampliação do projeto pode mostrar maior eficiência e mais acesso, e assim, diminuindo o descarte inadequado desses resíduos.

Tabela 1: Quantidade de pilhas e baterias coletadas.

PILHAS	BATERIAS	Total
173	18	191

Fonte: As Autoras

determinação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) prevê a devolução de pilhas e baterias que contenham metais pesados aos fabricantes depois do fim de sua vida útil, ainda hoje essa medida não é adotada com abrangência. Conforme a determinação do CONAMA, as empresas têm de reciclar ou dar uma destinação final adequada (armazenar em local apropriado ou incinerar, como está vigente na norma local) a esses materiais para evitar o risco de contaminação ambiental e possíveis danos à saúde pública. Conforme a Resolução nº 257/99 do CONAMA, as empresas que desobedecerem à norma de recolhimento dos produtos poderão ser enquadradas na Lei de Crimes Ambientais, já os consumidores têm papel fundamental no processo de recolhimento de baterias de acordo com a Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA).

O descarte de pilhas no lixo urbano, por exemplo, acarreta em sérios problemas nas estações de tratamento de resíduos; os metais pesados presentes podem ser lixiviados infiltrando-se e contaminando o solo, o lençol freático e a fauna e a flora das regiões próximas. Aproximadamente cada bateria ou pilha depositada de forma errada no meio ambiente contamina uma área de cerca de um metro quadrado. Portanto, o dano ambiental pode ser ainda maior dependendo da quantidade de pilhas e baterias jogadas nos lixões (ROA et al., 2009).

Conforme com a norma NBR 10.004, as pilhas e baterias apresentam características de corrosividade, reatividade e toxicidade, classificando-as como resíduos perigosos (ABNT, 2004). O descarte de pilhas no lixo doméstico é um fato extremamente grave; com o passar do tempo, ocorre inevitavelmente a contaminação de plantas, solos e lençóis freáticos, devido a corrosão da blindagem da pilha disposta em aterros ditos controlados e lixões; com isso os metais pesados presentes liberados no ambiente tem a propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar gerando efeitos tóxicos no organismo humano e de outros animais, por isso há a necessidade de uma destinação especial para este material (AFONSO et al, 2003). Segundo o autor as pilhas e baterias apresentam metais considerados perigosos à saúde humana e ao meio ambiente como mercúrio, chumbo, cobre, zinco,



cádmio, manganês, níquel e lítio, os que apresentam maior risco à saúde humana são o chumbo, o mercúrio e o cádmio.

Segundo a Associação de Combate a Poluentes (ACP), os principais problemas causados à saúde são: intoxicação aguda, tendo efeitos corrosivos violentos na pele e nas membranas da mucosa, náuseas violentas, vômito, dor abdominal, diarreia com sangue, danos aos rins e morte em um período aproximado de 10 dias. Além disso, afirma que o elemento mercúrio promove intoxicação crônica e deterioração mental decorrente de uma neuroencefalopatia tóxica.

Nas plantas o cádmio causa interferência no crescimento, podendo levar à morte dependendo da espécie do vegetal (OLIVEIRA et al., 2001) e Segundo Paiva et al., (2003) o Níquel provoca alteração na concentração de nutrientes da raiz e caule de vegetais. Abreu e Suzuki (2002) demonstraram em estudo com trabalhadores expostos ao cádmio, que o elemento acentua a alteração auditiva. O Lítio afeta o sistema nervoso central, causando alterações cognitivas de acordo com Nunes et al. (2007), os sintomas causados pelo Zinco são vômitos e diarreias e os do Cobalto causam a “sarna do cobalto”. O Bióxido de manganês, usado nas pilhas alcalinas, provoca anemia, crises nervosas, dores de cabeça, tremor nas mãos, perturbação emocional.

## CONCLUSÃO

Entende-se que, do ponto de vista ambiental, a prática do recolhimento adequado de pilhas e baterias atua positivamente na evolução da sociedade, já que leis e resoluções vigentes voltadas aos resíduos sólidos servem de apoio para esse desenvolvimento visando à sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Através de revisão literária, conclui-se que existe uma grande preocupação com o meio ambiente e com a saúde humana, já que como pudemos observar certos minerais são essenciais à saúde humana, mas se estiverem em excesso podem causar sérios danos a nossa saúde. É o que ocorre com alguns minerais que têm efeito acumulativo nos organismos vivos e por isso vão passando para outros organismos conforme a ordem da cadeia alimentar, visto que quando jogadas em qualquer local, podem ser danosas ao meio ambiente e, em consequência, aos seres humanos.

Uma proposta para ampliação do projeto, em longo prazo, é o desenvolvimento de um programa, utilizando este e outros trabalhos como um estudo de viabilidade para o incentivo maior de coleta

desse tipo de resíduo na universidade, além disso, propor uma conscientização a comunidade universitária através de palestras.

Os resultados foram relevantes, já que em um curto prazo foi coletado uma quantidade significativa, porém muito ainda deve ser feito em relação ao destino de vários tipos de materiais, não só pilhas e baterias. Também percebe-se a necessidade de conscientização, pois acredita-se que uma das metas mais difíceis esteja na colaboração e efetiva participação da população quanto à maneira

correta de dispor o resíduo no local apropriado para tal fim, reduzindo a geração de resíduos sólidos e o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE, LCA. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos Sólidos: Classificação. 2004.

ABREU, M. T.; SUZUKI, F. A. Avaliação audiométrica de trabalhadores ocupacionalmente expostos a ruído e cádmio. *Rev Bras Otorrinolaringol*, v. 68, n. 3, p. 488-94, 2002.

AFONSO, Júlio Carlos et al. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. *Química Nova*, v. 26, n. 4, p. 573-577, 2003.

BELÉM. Lei nº 8.014 de 28 de junho de 2000. Dispõe sobre a coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos industriais e entulhos em aterros sanitários ou em incineradores municipais não abrangidos pela coleta regular, e dá outras providências. Câmara Municipal de Belém, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. Diário Oficial da União, 2010.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na escola*, v. 11, n. 3, 2000.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. Diário Oficial da União, nº 139, p. 28-29, 1999.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 263, de 12 de novembro de 1999. Altera a Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999, que dispõe sobre o descarte de pilhas e baterias. Diário Oficial da União, nº 244, p. 259, 1999.

DA CUNHA KEMERICH, Pedro Daniel et al. Descarte indevido de pilhas e baterias: a percepção do problema no município de Frederico Westphalen-RS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 8, n. 8, p. 1680-1688, 2012.



NUNES, P. V.; FORLENZA, O. V.; GATTAZ, W. F. Lítio e neuroproteção: novos usos potenciais em psiquiatria. *Archives of Clinical Psychiatry*, v. 34, n. 6, p. 294-295, 2007.

OLIVEIRA, Juraci Alves de et al. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvinia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 2001.

PAIVA, H. N. et al. Efeito da aplicação de doses crescentes de níquel sobre o teor e o conteúdo de nutrientes em mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 63, p. 158-166, 2003.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002.

ROA, Katia Regina Varela et al. Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais. *Caderno do professor. GEPEQ-USP: curso de formação continuada de professores*, 2009.

ROCHA, R. R. O.; CRUZ, T. G. S. O descarte de pilhas e baterias no Brasil e o seu impacto no meio ambiente. 2004. Centro Superior de Educação Tecnológica - CESET, UNICAMP.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Paraná. Programa Desperdício Zero. 2005. Disponível

em: < [http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/kit\\_res\\_9\\_pilhas\\_baterias.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/kit_res_9_pilhas_baterias.pdf)>.

SILVA, Daryanne Karla de Oliveira. Estudo sobre o lixo eletrônico e seu descarte feito por uma rede de supermercados de uma metrópole amazônica: o caso da cidade de Belém, Pará. 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos. 2018.

# Capítulo 37

## AGROFLORESTAS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR NO NORDESTE PARAENSE

*Douglas Silva dos Santos (Acadêmicos de Engenharia Ambiental & Energias Renováveis, UFRA, Campus de Capanema)*

*douglasdossantos60@gmail.com*

*Alef David Castro da Silva; (Acadêmicos de Engenharia Ambiental & Energias Renováveis, UFRA, Campus de Capanema.*

*alefdavidcastro@gmail.com)*

*Lucas Lima Raiol (Acadêmicos de Engenharia Ambiental & Energias Renováveis, UFRA, Campus de Capanema)*

*lucasraiolsk8@gmail.com.*

*Cézar di Paula Da Silva Pinheiro (Mestrando em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, ITV, Belém)*

*cezarpinheiroo@hotmail.com.*

*Luiz Cláudio Melo Júnior (5Docente, UFRA, Campus de Capanema)*

*luiz.mmelo@hotmail.com.*

**Resumo:** O presente trabalho descreve as repercussões da atuação em extensão rural do projeto “Quintais Produtivos”, desenvolvido no município de Capanema, Nordeste Paraense, pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Pará (EMATER-PARÁ). Tratou-se de conhecer os objetivos do projeto e os seus resultados na tarefa de promover a agricultura familiar sustentável no município. Para tanto, foram realizadas entrevistas junto ao idealizador e ao coordenador do projeto e à assistente social da EMATER de Capanema, além de visita a uma propriedade assistida pelo projeto. Como resultados, constatou-se que a atuação do projeto no município tem promovido a diversificação dos sistemas de produção em quintais, com baixo custo de instalação, manutenção e gasto com insumos, além de incentivar a produtividade e a diversificação no plantio nas propriedades familiares. Vislumbra-se um cenário positivo, face à proposição de oficialização do projeto em um plano estadual da EMATER-PARÁ, acessando recursos públicos, com atuação nas 12 regionais do órgão, espalhados pelo estado do Pará. Infere-se que a implantação de agroflorestas nos quintais, aliado à produção animal, em propriedades familiares, deve ser incentivada pelos profissionais da área ambiental e da área de extensão rural, devendo ser divulgado e incentivado por contribuir com a sustentabilidade da produção agrícola, pois garante segurança alimentar das famílias, geração de renda e utiliza de forma sustentável os recursos naturais da propriedade, com baixo impacto ambiental.

## INTRODUÇÃO

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são entendidos como um sistema agrícola de multicultivo, que utiliza em uma mesma área espécies arbóreas, arbustivas e agrícolas, podendo fazer uso da criação de animais, de maneira simultânea ou escalonada no tempo, seguindo critérios temporais e espaciais. É importante por garantir a diversificação da produção agrícola e a sustentabilidade ambiental, pois a rica biodiversidade existente no sistema cria um ambiente próximo às condições naturais de sucessão ecológica, simulando processos que ocorrem em sistemas naturais equilibrados, proporcionado pela elevada diversificação da matéria orgânica depositada no solo e pela otimização da ciclagem dos nutrientes e fluxo de energia no sistema (LEÃO et al., 2017; PEZARICO & VITORINO, 2012).

A utilização de práticas agroecológicas, como as agroflorestas, nas pequenas propriedades familiares, ajuda a promover a diversificação e a estabilidade produtiva, com baixo custo de produção, pois se utiliza do reaproveitamento dos insumos existentes na propriedade e da mão de obra familiar. Além disso, é importante por garantir a autonomia e a independência dos pequenos agricultores, uma vez que os mesmos são os donos do meio de produção, produzindo para abastecimento próprio e para comercialização (SANTOS et al., 2014). Dessa forma, essas práticas devem ser incentivadas para a agricultura familiar, pois as utilizações dessas técnicas trazem diversos ganhos socioambientais para a produção agrícola, por contribuir com o manejo mais sustentável dos solos, a conservação dos recursos naturais e a valorização dos saberes locais.

A produção de alimentos em quintais agroflorestais tem se mostrado uma prática sustentável e uma alternativa para conter a degradação ambiental resultante do plantio convencional de monoculturas. A eficiência da produção nesses espaços ocorre porque o sistema incorpora e correlaciona o cultivo de culturas com diferentes hábitos de crescimento e aproveitamento de nutrientes, simulando a dinâmica de sucessão e configuração dos ecossistemas de floresta tropical. Os quintais contribuem com o uso sustentável dos recursos naturais, pois a estrutura agroflorestal do sistema permite o equilíbrio no fluxo de massa e de energia (PEREIRA & NETO, 2015; CARNEIRO et al., 2013).

Lavelle et al. (2016) buscaram quantificar a evolução da sustentabilidade em propriedades rurais da Amazônia brasileira e colombiana após o desmatamento. Os autores concluíram que a adoção de sistemas agroflorestais é um caminho para o uso e o manejo do solo sustentável, pois resultou em ganhos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos. As políticas públicas e a pesquisa/extensão de universidades foram importantes para disseminar a adoção de sistemas que contribuíram para a restauração da biodiversidade e para o restabelecimento da qualidade ambiental nas propriedades estudadas, evidenciando que políticas públicas de extensão rural devem ser incentivadas por se

apresentarem com importante ferramenta para o controle de problemas ambientais originados no campo.

Nessa perspectiva, a EMATER- PARÁ (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará) é o órgão oficial responsável por prestar Assistência Técnica e promover Extensão Rural no Estado do Pará. Fundada 1965, possui sede instalada em Marituba, na região metropolitana de Belém, atuando na difusão de conhecimentos e informações tecnológicas no meio rural sob os princípios de equidade, eficiência e sustentabilidade. Dessa forma, possui como missão de contribuir com a agricultura familiar utilizando de assistência técnica, extensão rural e pesquisas agroecológicas e éticas e, como visão de futuro ser excelência nos requisitos de pesquisa, assistência técnica e extensão rural relacionada a agricultura familiar (EMATER- PARÁ, 2019).

Este órgão possui representação em todos os 145 municípios do estado do Pará por meio do Escritório Local (ESLOC). Cada município do estado possui um ESLOC, cujo objetivo é prestar assistência técnicas e levar extensão rural às comunidades quilombolas, indígenas, extrativistas (animal e vegetal), sempre com o foco voltado para a agricultura familiar.

A atuação dos ESLOC é gerida pelas regionais, que administram e coordenam as ações realizadas. Atualmente, existem 12 regiões administrativas: Altamira, Capanema, Castanhal, Conceição do Araguaia, Regiões da Ilhas, Marabá, Marajó, Médio Amazonas, Santarém, São Miguel do Guamá, Tapajós e Tocantins.

Assim, o ESLOC de Capanema desenvolve ações de Assistência Técnica e Extensão Rural para a agricultura familiar do município. Atualmente, este ESLOC tem desenvolvido um projeto piloto denominado “Quintais Produtivos”, que pretende resultar em propostas de políticas públicas que visam contribuir com a sustentabilidade das propriedades familiares.

Neste sentido, a presente pesquisa objetivou descrever e analisar a atuação e as repercussões do projeto “Quintais Produtivos”, no âmbito da agricultura familiar do município de Capanema, Nordeste Paraense.

## MATERIAL E MÉTODOS

O município de Capanema tem população estimada em 68.639 habitantes, sendo o 21º mais populoso dos 145 municípios do estado do Pará (IBGE, 2018). Além da sede municipal, é composto pelos Distritos de Tauarí e Mirasselvas. Encontra-se distante 146 Km da capital Belém (acesso pela BR-316) e pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense (KALIFE, 2013). Possui a seguinte localização: latitude sul de 01º11'45" e longitude oeste de 47º10'51", estando a uma altitude de 24 metros. O clima é do

tipo Am, segundo a classificação de Köppen. Possui uma área territorial de 613.4 Km<sup>2</sup> (EMATER, 2019). É um dos municípios mais desenvolvidos da Região Bragantina do Nordeste Paraense, atrás somente de Bragança. Uma das principais atividades econômicas do município é a fabricação de cimento, sendo a fábrica de cimento Nassau a primeira do Estado (KALIFE, 2013).

A Regional da ESLOC em Capanema é composta por 16 municípios que integram esta região administrativa no âmbito gerencial da EMATER-PARÁ: Augusto Corrêa, Bonito, Bragança, Cachoeira do Piriá, Capanema, Nova Timboteua, Ourém, Peixe-Boi, Primavera, Quatipuru, Salinópolis, Santa Luzia do Pará, Santarém Novo, São João de Pirabas, Tracuateua e Viseu (Figura 1).

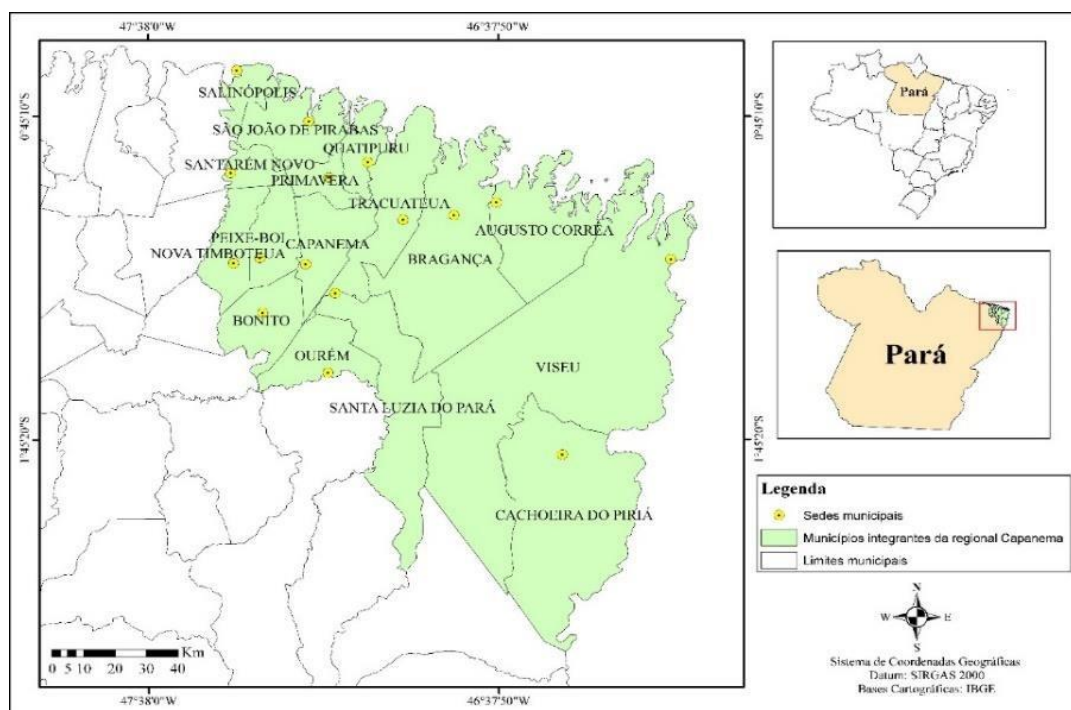


Figura 1. Mapa dos município integrantes da Regional Capanema EMATER-PARÁ. Fonte: Autores, 2019.

Foi feito o levantamento de informações sobre a atuação e a organização institucional da EMATER - PARÁ, por meio de pesquisas bibliográficas, além de entrevistas com o Supervisor da EMATER Regional de Capanema e com o Coordenador e a Assistente Social do ESLOC de Capanema. Além disso, foi realizada uma visita em uma propriedade assistida pelo projeto.

As entrevistas seguiram um roteiro semiestruturado, objetivando extrair informações sobre a estrutura organizacional do órgão em questão, bem como informações acerca da atuação do projeto “Quintais Produtivos” na região Nordeste Paraense.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto “Quintais Produtivos” é um programa piloto da EMATER-PARÁ Regional de Capanema, que desenvolve trabalhos de assistência técnica e extensão rural junto aos agricultores que dispostos a desenvolver um sistema de produção sustentável, baseado em SAFs. O supervisor do projeto, Sr. Jairo Eiras, atua voluntariamente no ESLOC de Capanema como extensionista para assistir os produtores em trabalhos de planejamento, montagem e manutenção de quintais agroflorestais, onde são praticadas forma de manejo sustentável do solo, baseado em práticas agrossilvipastoris.

O projeto analisado tem como metas gerar resultados satisfatórios para que venha a ser oficializado em um plano estadual da EMATER-PARÁ, com o intuito de obter recursos públicos, com atuação nas 12 regionais do órgão espalhados pelo estado do Pará. Para tanto, os técnicos da EMATER vêm atuando para aprovar o “Programa Estadual de Auto Abastecimento Municipal”, composto pelo “Projeto SAFS”; “Projeto Quintais Produtivos” e “Projeto Pesquisa e Acompanhamento de Mercado” (Figura 2).



Figura 2. Estruturação do Programa Estadual de Auto Abastecimento Municipal. Fonte: Adaptado de ESLOC Capanema, 2019.

O Projeto SAF's/Roçados produtivos atua em trabalhos de planejamento de croquis de produtos de subsistência e instalação das agroflorestas, prestando assistência técnica aos produtores na escolha e no manejo das espécies agrícolas e essências florestais que compõe o sistema.

O Projeto Pesquisa e Acompanhamento de Mercado objetiva fazer estudo de mercado para gerar informações que auxiliem na escolha de possíveis culturas agrícolas, a partir do estudo da demanda por alimentos no município.

O Projeto Quintais Produtivos é o maior do programa e atua em trabalhos de planejamento de croquis, instalação das agroflorestas e viveiros de animais e mudas, prestando assistência técnica aos



produtores para escolhas e manejo das espécies agrícolas, essências florestais e criações de animais que compõem o sistema.

## ATUAÇÃO DO PROJETO PILOTO QUINTAIS PRODUTIVOS

O projeto “Quintais Produtivos” tem como objetivos principais incentivar e promover a diversificação da produção agrícola familiar em sistemas de cultivo integrado; ocupação da mão de obra disponível na propriedade; resgate da cultura e do saber tradicional, por meio do cultivo de plantas medicinais e espécies regionais.

O primeiro passo para a efetivação do projeto “Quintais Produtivos” no município de Capanema foi a realização de palestras para informar e incentivar a população e os agricultores familiares sobre os benefícios da implantação de quintais agroflorestais, em detrimento das práticas de monocultura e roçado itinerante, que vem causando degradação e esgotamento dos solos agrícolas em várias regiões do nordeste paraense.

As primeiras ações do Projeto “Quintais Produtivos” iniciaram em meados de 2016 em propriedades que se propuseram a ceder espaço para testar os métodos de agricultura sustentável em quintais. Nesse sentido, o projeto visa difundir uma alternativa viável para a produção sustentável na agricultura familiar, baseados nos princípios éticos e sustentáveis. A EMATER-PARÁ presta assistência técnica para planejamento, montagem e manutenção dos quintais agroflorestais em propriedades rurais que possuem o interesse do proprietário e requisitos como: área mínima de 1ha, disponibilidade de água e contingente familiar de, no mínimo, 3 pessoas (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Quintal produtivo com 3 anos de instalação na localidade da 6ª Travessa, município de Capanema. Fonte: Autores, 2019.





Figura 4. Aquicultura e apicultura no quintal produtivo localizado na localidade da 6ª Travessa, município de Capanema. Fonte: Autores, 2019.

O sistema de produção em quintais tem a vantagem de possuir baixo custo de instalação, manutenção e gasto com insumos, além de incentivar a produtividade e a diversificação no plantio nas propriedades familiares. Além disso, a rentabilidade, por meio da comercialização dos excedentes da produção, é outro fator importante que torna esse projeto viável e passível de ser transformado em política pública para diminuir os índices de pobreza e miséria no campo.

Nesse contexto, Eiras (2013) cita os seguintes ganhos socioambientais do projeto em questão:

- Promoção e valorização dos quintais como espaços de interação das famílias;
- Garantia de geração de renda e produção distribuída durante o ano todo;
- Garantia de segurança alimentar e qualidade de vida para as famílias;
- Cultivo e utilização de plantas medicinais com o intuito de diminuir os gastos com medicamentos industrializados;
- Melhoria do ambiente e valorização econômica das propriedades;
- Diminuição do êxodo rural e fixação das famílias na propriedade;
- Geração de renda através comercialização de excedentes;
- Utilização dos recursos disponíveis na propriedade diminuindo custos de produção;
- Ocupação da mão de obra;
- Incentivo ao associativismo na comunidade;
- Valorização do saber tradicional e troca de conhecimentos entre os membros da família

e das famílias vizinhas.

Na configuração dos quintais produtivos, destaca-se a enorme variedade de espécies (adaptadas e nativas), selecionadas pelos agricultores, e, geralmente, com altos índices de produtividade e baixa necessidade de utilização de agroquímicos, contribuindo com o equilíbrio do sistema agroecológico. A escolha do tipo de cultura que compõe o lote fica a critério das famílias, que escolhem as espécies que querem trabalhar, considerando aspectos como disponibilidade e aptidão. As mudas e as sementes usadas são disponibilizando pelas parcerias com a SEDAP (Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca) com o IDEFLOR- BIO (Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade). No entanto, o proprietário também pode fazer algumas modificações e conseguir por conta própria (comprando, recebendo de outro órgão, produzindo ou ganhando) outras mudas para compor o quintal produtivo.

Atualmente, já foram usadas nos projetos as seguintes espécies: taboca (*Guadua angustifolia*), bambu (*Bambusoidea*), açaí (*Euterpe oleracea*), maracujá (*Passiflora edulis*), limão (*Citrus limon*), tangerina (*Citrus reticulata*), laranja (*Citrus sinensis*), banana (*Musa*), mamão (*Carica papaya*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), muruci (*Byrsonima crassifolia*), graviola (*Annona muricata*), manga (*Mangifera indica*), urucum (*Bixa orellana*), pupunha (*Bactris gasipae*), goiaba (*Psidium guajava*), biriba (*Rollinia deliciosa*), café (*Coffea*), pimenta do reino (*Piper nigrum*), abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia emericana*), acácia, abacate (*Persea americana*), coco (*Cocos nucifera*), maranhoto (*Colubrina glandulosa* Perkins), além de espécies medicinais e hortaliças.

Além disso, o projeto visa à utilização da produção animal dentro desses espaços. Animais de pequeno e médio porte podem ser incluídos no planejamento do quintal, tais como abelhas sem ferrão, patos, galinha caipira, peru, peixes.

Os custos com a utilização de insumos são mínimos, pois esse sistema busca maximizar o aproveitamento dos recursos existentes na propriedade, aos moldes da agroecologia. Para a substituição dos fertilizantes químicos, usa-se uma adubação alternativa feita a partir da compostagem orgânica ou esterco de curral com cinza proveniente dos fornos das casas de farinha.

## CONCLUSÃO

A implantação de agroflorestas nos quintais, aliado à produção de animal, em propriedades familiares, para a produção de alimentos, deve ser incentivada pelos profissionais da área ambiental e da área de extensão rural. É importante que a atuação e os trabalhos do projeto “Quintais Produtivos” sejam

amplamente divulgados para que os produtores tomem conhecimento e usufruam dessas ações, que tendem a contribuir com o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar, pois garante segurança alimentar das famílias, geração de renda e utiliza de forma sustentável os recursos naturais da propriedade, gerando baixo impacto ambiental.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, M. G. R.; CAMURÇA, A. M.; ESMERALDO, G. G. S. L.; SOUSA, N. R. Quintais Produtivos: contribuição à segurança alimentar e ao desenvolvimento sustentável local na perspectiva da agricultura familiar (O caso do Assentamento Alegre, município de Quixeramobim/CE), **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.2, P.135-147, 2013.

EMATER-PARÁ- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará -. Proater municipal 2019 escritório local Capanema regional Capanema, 2019. Disponível em: <http://www.sites.google.com/view/proater2019/consulta>. Acesso em 04 de Abril de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/capanema/panorama>. Acesso em 04 de Abril de 2019.

KALIFE, K. R. Mineração de calcário no município de Capanema, estado do Pará: uma análise a partir da percepção dos moradores do entorno da jazida b-17. 2013. 36f. Dissertação (Mestre em Planejamento do Desenvolvimento Sustentável) - Núcleo de altos estudos amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

LAVELLE, P. et al. Unsustainable landscapes of deforested Amazonia: An analysis of the relationships among landscapes and the social, economic and environmental profiles of farms at different ages following deforestation, **Global Environmental Chang**, v. 40, p. 137–155, 2016.

LEÃO. F. M.; DIONISIO, L. F. S.; SILVA, N. G. E.; OLIVEIRA, M. H. S.; D'ARACE, L. M.B.; NEVES, R. L. P. Fitossociologia em sistemas agroflorestais com diferentes idades de implantação no município de Medicilândia, PA. **Revista Agro@mbiente**, v. 11, n. 1, p. 71-81, 2017.

PEREIRA, P. V. M.; NETO, L. F. F. Conservação de espécies florestais: um estudo em quintais agroflorestais no município de Cáceres – MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 783-793, 2015.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A.C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL. O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40- 47, 2013.

SANTOS. F.; SIQUEIRA, E. S.; ARAÚJO, I. T.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, v.1, n. 2, p. 33-52, 2014.

EMATER-PARÁ- Empresa de Assistência Técnica e Extinção Rural do Estado do Pará. História, 2019. Disponível em: <http://www.emater.pa.gov.br/menu/10>. Acesso em 08 de Abril de 2019.

## SABERES INDÍGENAS SOBRE PLANTAS MEDICINAIS NA ALDEIA JUÇARAL, AMARANTE-MA

*SILVA, Régia Simony Braz da (Mestre em Ciências Ambientais, Instituto Federal do Maranhão/Campus Porto Franco)*

*regia.silva@ifma.edu.br*

*AGUIAR, Aline Silva (Discente do curso Técnico em Meio Ambiente, Instituto Federal do Maranhão/Campus Porto Franco)*

*alineaguiar448@gmail.com*

*MARINHO, Cleidson Pereira (Pedagogo, Instituto Federal do Maranhão/Campus Porto Franco)*

*cleidsonpm@ifma.edu.br*

**RESUMO:** O uso de plantas para prevenção, tratamento e cura de doenças é uma prática muito antiga, prática esta que tem diminuído nas últimas décadas com o advento da industrialização e o fácil acesso aos fármacos. Entretanto, o uso de plantas com fins terapêuticos em comunidades tradicionais, sobretudo entre os povos indígenas, ainda é muito recorrente, o que torna esses povos um importante recurso para estudo das propriedades terapêuticas das mais diversas plantas. Soma-se a isso, o fato de que esses povos culturalmente tendem a ter uma relação mais harmônica com a biodiversidade. O objetivo desse trabalho foi verificar os saberes indígenas sobre plantas medicinais na aldeia Juçaral, no município de Amarante, MA.

Para isso foi realizada uma visita à aldeia e a aplicação de uma entrevista semiestruturada para duas mulheres indígenas, escolhidas por serem referências nesse saber. As principais plantas citadas na pesquisa foram: alfavaca, algodão, aroeira, arruda, babosa, boldo, cabaça, copaíba, cumaru, gergelim, hortelã, juçara, limão, maconha, malva do reino, picão, novalgina, moreira e mastruz. Como forma de preparo, os principais foram os chás, pomadas, xaropes e macerados. Essas plantas são obtidas, em sua maioria, nos quintais das moradias ou na floresta que circunda o povoado. O resgate desses saberes contribuem para uma melhor caracterização dos nossos povos indígenas, e fornece dados que impulsionam o desenvolvimento científico, sobretudo na área da etnobotânica.

**Palavras Chave:** plantas medicinais, povo indígena, Juçaral.

## INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais para tratamento, cura e prevenção de doenças é uma prática muito remota, registros históricos revelam a utilização de propriedades curativas de plantas desde a Antiguidade (VEIGA JÚNIOR et al., 2005; COUTINHO et al., 2002). No Brasil, o uso das plantas medicinais vem diminuindo desde as décadas de 1940-50, devido, sobretudo, a intensificação do processo de industrialização no país. Entretanto, ainda é uma prática muito comum nas comunidades tradicionais, povos indígenas e população de baixa renda (BRUNING et al., 2012; SÁ, 2014).

O conhecimento das comunidades tradicionais sobre as plantas medicinais têm despertado o interesse de muitos pesquisadores nas últimas décadas, pois auxiliam os pesquisadores na seleção de espécies para estudos botânicos, farmacológicos e fitoquímicos, além de fornecer informações sobre efeitos colaterais e eficácia no tratamento de inúmeras doenças (FREITAS e COELHO, 2013).

Entretanto, essas pesquisas ainda são muito escassas em comunidades indígenas. Existem poucas referências etnobotânicas para os povos indígenas brasileiros quando comparada a outros povos tradicionais, só há estudos etnobotânicos completos para cerca de um terço da população indígena brasileira (COUTINHO et al., 2002).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi conhecer as principais plantas medicinais utilizadas pelos indígenas da aldeia Juçaral em Amarante, a fim de promover um resgate dos saberes desses indígenas sobre o uso dessas plantas. Além de possibilitar conhecer a forma de organização e a relação com as plantas medicinais da comunidade estudada.

## MATERIAL E MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDO

A aldeia Juçaral faz parte da Terra Indígena Araribóia, e localiza-se no município de Amarante – MA. A Terra Indígena Araribóia compreende 80 aldeias, as quais se encontram distribuídas pelos municípios de Amarante, Buriticupu, Bom Jesus das Selvas, Arame e Santa Luzia. A Terra Indígena Araribóia foi identificada em 1985 e homologada em 1990, pelo Decreto 98.852/90, abriga cerca de 5,3 mil indígenas das tribos Guajajara e Awá-Guajá, além de alguns grupos isolados (CELENTANO et al., 2018). Na aldeia Juçaral as moradias são dispostas de modo linear ao longo de uma única rua, forma de organização espacial típica dos Tentehar. As casas são separadas por finas cercas de galhos ou arame



(figura 1). Na aldeia além das casas está a escola de ensino básico, o posto de saúde, a igreja e uma casa de farinha. De modo geral, os índios na aldeia falam bem o português (SÁ, 2014).



**Figura 1:** Exemplo de moradia na aldeia Juçaral em Amarante, Ma.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O levantamento da flora medicinal foi realizado mediante aplicação de entrevista semiestruturada a duas mulheres indígenas, uma delas uma anciã, indicadas pela própria comunidade como referência sobre o conhecimento das plantas medicinais na aldeia. A visita à aldeia foi realizada nos dias 06 e 07 de abril de 2018. Além da identificação das plantas a entrevista identificou quais as partes vegetativas são utilizadas, a forma de cultivo, preparo e a indicação medicamentosa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa foi possível conversar com diversos índios, os quais se mostraram muito interessados em contribuir com o trabalho. Na aldeia estudada a população de crianças e jovens é considerável. A transmissão oral dos conhecimentos tradicionais ainda é muito presente na aldeia, embora haja relatos de que o interesse dos jovens em aprender tais saberes tem diminuído com o passar do tempo.

Os indígenas da aldeia Juçaral são pertencentes ao povo Guajajara, e possuem contato com os “não índios” desde muito tempo, o que facilita a comunicação e a troca de influência com a população urbana do município de Amarante, sobretudo. As plantas utilizadas pelas famílias como medicinais são cultivadas nos quintais ou retiradas diretamente da floresta (figura 2); entretanto, foi relatado que, em alguns casos, são obtidas sementes ou mesmo mudas de plantas nas cidades próximas. Embora as famílias mantenham cultivos individuais, o uso é coletivo, o que permite que diferentes famílias façam usos das mesmas plantas.



**Figura 2:** Plantas medicinais e ornamentais cultivadas em quintal de moradia na aldeia Juçaral, Amarante, Ma.

A fitofisionomia da área indígena estudada é caracterizada por trechos de cerrado e Amazônia, e a população indígena faz uso de plantas nesses dois ecossistemas. Tanto em terra firme quanto nas várzeas. Outra característica observada é que é bastante comum o uso de uma planta como tratamento de diferentes enfermidades.



Quanto à forma de preparo das plantas medicinais para uso terapêutico, as mais comuns são os chás (infusos ou cozidos), xaropes (compostos que comumente resultam da combinação de duas ou mais plantas), macerados e pomadas.

A produção e venda das pomadas produzidas na aldeia, sobretudo da maconha, ajudam a movimentar a atividade econômica na comunidade, embora não sejam realizadas produções em larga escala. A venda das pomadas a partir das folhas e óleo da semente da maconha, segundo as entrevistadas, têm tido uma boa aceitação pelas pessoas, o que têm impulsionado a continuidade desta atividade.

As principais plantas citadas nas entrevistadas se encontram na tabela 1, e resumem as informações obtidas em campo. O conhecimento expresso é condizente com alguns dados encontrados por Coutinho et. al. (2002), os quais realizaram um levantamento de plantas medicinais na Terra Indígena Araribóia. Muitas das plantas citadas são facilmente citadas em outros estudos etnobotânicos, como o de Souza e Felfili (2005) realizado no estado de Goiás.

**Tabela 1: Plantas medicinais utilizadas na aldeia Juçaral\*.**

<b>Nome popular</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Modo de uso</b>	<b>Indicações</b>
Alfavaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha e fruto	Chá, banho, inalação, pomada	Tosse (chá), febre (banho), catarro (inalação), gripe, sinusite
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i>	Folha	Chá, batido no liquidificador, preparado junto com o mastruz	Inflamações de modo geral
Aroeira	<i>Litharae brasiliensis</i>	Casca	Imerso em água, uso após dias de descanso	Inflamação, anemia, DST, amebíase e problemas cardíaco
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	Folha	Chá	Cólica menstrual
Babosa	<i>Aloe vera</i>	Folha	Xarope	Gripe
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	Folha	Chá	Dismenorreia
Cabaça	<i>Lagenaria vulgaris</i>	Folha	Maceração	Micose

Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fruto	Óleo	Tuberculose
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	Fruto (semente)	Chá	Febre, gripe, inflamação de garganta
Gergelim preto/branco	<i>Sesamum indicum</i>	Fruto (semente)	Triturado no liquidificador	Derrame
Hortelã	<i>Mentha sp</i>	Folha	Chá	Calmante, gripe
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	Raiz	Xarope ou Macerado + raiz da macaúba	Inflamações em geral
Limão	<i>Citrus limonum</i>	Folha, fruto	Pomada, suco	Prurido (folha), gripe (fruto)
Maconha	<i>Mauritia flexuosa</i>	Folha e semente	Pomada, chá	Enxaqueca, fraqueza, cansaço, inflamações em geral
Malva do reino	<i>Plectranthus amboinicus</i>	Folha	Chá, maceração	Gastrite, gripe, dor de ouvido (maceração)
Mastruz	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Folha	Chá, maceração	Inflamações em geral, cicatrização de ferimentos
Moreira	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Casca	Xarope	Gripe, inflamação
Nolvagina	<i>Achillea millefolium</i>	Folha	Chá	Febre, dores em geral
Picão	<i>Bidens alba</i>	Folha	Chá, banho	Inflamações de modo geral

\*As informações foram transcritas conforme informadas nas entrevistas.

Um fato relatado pelas entrevistadas é a perda gradual de interesse dos jovens em aprender sobre o preparo de plantas medicinais como meio de prevenção e tratamento de doenças. Segundo Sá (2014) o modelo estudantil adotado em nosso país, onde a educação bilíngue não abrange satisfatoriamente a transmissão dos saberes tradicionais, uma vez que a grande maioria dos professores são “não índios”, auxilia no distanciamento gradual dos jovens com as tradições do seu povo e, por conseguinte, a perda de conhecimentos essenciais como o referente às plantas medicinais.

## CONCLUSÕES

As principais plantas usadas com fins terapêuticos na aldeia Juçaral são: alfavaca, algodão, aroeira, arruda, babosa, boldo, cabaça, copaíba, cumaru, gergelim, hortelã, juçara, limão, maconha, malva do reino, picão, novalgina, moreira e mastruz. De modo geral, as plantas são cultivadas na própria aldeia ou retiradas da floresta. A maioria das plantas citadas são bastante conhecidas na região, embora a indicação nem sempre sejam as mesmas já conhecidas pela população urbana.

A transmissão oral ainda é o principal meio de passar os saberes tradicionais na comunidade, embora os jovens venham perdendo aos poucos o interesse na apreensão de alguns conhecimentos tradicionais. O conhecimento sobre a ação terapêutica das plantas é um importante recurso para a saúde de uma população, sobretudo em comunidades tradicionais e indígenas, as quais muitas vezes sofrem com a escassez de remédios processados e atendimento médico.

Assim, trabalhos como esses possibilitam conhecer mais sobre os saberes contidos nas comunidades indígenas, povos estes que armazenam muitos conhecimentos e atividades culturais que podem contribuir muito para o desenvolvimento científico das mais diversas áreas da ciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNING, M. C. R.; MOSEGUI, G. B. G.; VIANNA, C. M. **A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu – Paraná: a visão dos profissionais de saúde.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(10), p. 2675-2685, 2012.

CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V. C.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEAU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. C.; VARGA, I. V. D.; FREITAS, L.; ARAÚJO, P.; NARVES, I. S.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J. C.; KAHWAGE, C.; PINHEIRO, M.; MARTINS, M. B. **Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Guripi” – A região mais ameaçada da Amazônia.** *Revistas Estudos Avançados – USP*, n.42, 2018.

COUTINHO, D. F.; TRAVASSOS, L. M. A.; AMARAL, F. M. M. **Estudo etnobotânico de plantas medicinais utilizadas em comunidades indígenas no estado do Maranhão – Brasil.** *Visão Acadêmica*, Curitiba, V. 3, n. 1, p. 7-12, 2002.

FREITAS, A. V. L.; COELHO, M. F. B. **Os “remédios do mato” por especialistas locais da comunidade São João da Várzea, Mossoró, RN, Brasil.** *INTERAÇÕES*, Campo Grande, V. 15, n. 2, p. 249-264, 2014.

SÁ, M. J. R. **Saberes Culturais Tentehar e Educação Escolar Indígena na Aldeia Juçaral.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Educação / Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria das Graças Silva. Belém, UEPA, 2014.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J. M. **Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil.** *Acta Botânica Brasileira*, 20(1), p. 135-142, 2006.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? Química Nova, V. 28, nº. 3, p. 519-528, 2005.

## VI-178 – DESENVOLVIMENTO DE MANIPULAÇÃO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS DELIMITADORES DE ÁREA DE MUNICÍPIOS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES AMBIENTAL

*Vania Elisabete Schneider (Graduada em Licenciatura Plena e Bacharelado em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Metodologia da Pesquisa e do Ensino Superior - Área de Concentração: Educação Ambiental. Mestre em Engenharia Civil - Área de Concentração - Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas. Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora da UCS e Diretora do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS).*

*Adriano Gomes da Silva (Acadêmico do curso de Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade de Caxias do Sul. Programador no ISAM/UCS).*

**RESUMO:** Sistemas de Informações, em conjunto com dados temporais organizados em Data Warehouses, são amplamente utilizados no apoio à tomada de decisão. O Sistema de Informações Ambiental - SIA foi desenvolvido com o intuito de armazenar e fornecer indicadores utilizando informações pertinentes a monitoramentos realizados por empreendimentos hidrelétricos instalados na bacia hidrográfica Taquari-Antas. O SIA possui diferentes funcionalidades com vistas a exploração das informações de modo sintetizado para o fornecimento de indicadores para os gestores envolvidos com o projeto. Utilizando conceitos de Data Warehouse como a agregação de diferentes informações e visualização de dados por meio de um webmapa, este trabalho aborda o desenvolvimento de uma funcionalidade de inserção e manipulação de objetos geográficos delimitadores de área de municípios e sua disponibilização no webmapa principal do SIA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental, Sistema de Informações Ambiental, Manipulação de objetos geográficos, Sistema de Informações Geográficas, Data Warehouse.

## INTRODUÇÃO

Sistemas de Informações possuem uma amplitude de aplicações provenientes da exploração dos dados disponibilizados através deles por meio de funcionalidades (COLAÇO, 2004; SILVA, 2009). Uma destas possíveis aplicações é como um sistema de apoio à decisão (SAD), definida por ser um ambiente projetado ao apoio e contribuição no processo de tomada de decisão (COLAÇO, 2004; POWER, 2008). Como ferramenta utilizada pelos SAD para armazenamento dos dados que o caracterizam como um sistema de informação estão Data Warehouses (DW), definido com o intuito de servir para aplicações de apoio à decisão por utilizar coleções de dados integrados, orientados a assuntos, de variação temporal e sem volatilidade e permitir a aplicação de análises com diferentes níveis de detalhamento sobre os tópicos dispostos neles, aplicando técnicas específicas de DW (ELMASRI, NAVATHE, 2018).

O projeto Sistema de Informações Ambiental (SIA), desenvolvido pelo Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul em conjunto com empreendimentos hidrelétricos instalados no âmbito da bacia hidrográfica Taquari-Antas, possui o intuito de fornecer acesso e controle aos dados pertinentes à qualidade de água por meio da inserção de dados provenientes de monitoramentos realizados pelos empreendimentos hidrelétricos, acesso a relatórios e gráficos e visualização de informações (CARRA, SCHNEIDER, 2015). Além da temática qualidade de água, o SIA contém as temáticas clima e fauna, cujos dados provém de coletas realizadas pelos empreendimentos, dispostos em um DW. Entre as funcionalidades empregadas para a visualização dos dados presentes no sistema está um webmapa o qual permite a manipulação de objetos geográficos, como pontos, limites e polígonos, dados estes presentes no DW do SIA. A utilização destas informações geográficas podem caracterizar o SIA, além de um SAD, como um Sistema de Informações (QUEIROZ, 2001). Dos dados disponíveis neste módulo do sistema é gerada a exibição de limites de sub bacias, por exemplo, mediante seleção em um menu interativo. Esta fornece um meio de agregar informações pertinentes a outros pontos e coletas realizadas contidos nestes delimitadores geográficos e sua disponibilização em páginas específicas, fornecendo indicadores para o apoio à tomada de decisão.

Com vistas ao acesso à informação e o apoio à tomada de decisão na gestão ambiental, este trabalho implementou a manipulação de objetos geográficos delimitadores de área de municípios presentes na área da bacia hidrográfica Taquari-Antas no webmapa do SIA, bem como uma página modelo para

cada município a ser selecionado contendo informações relacionadas aos pontos contidos dentro do delimitador.

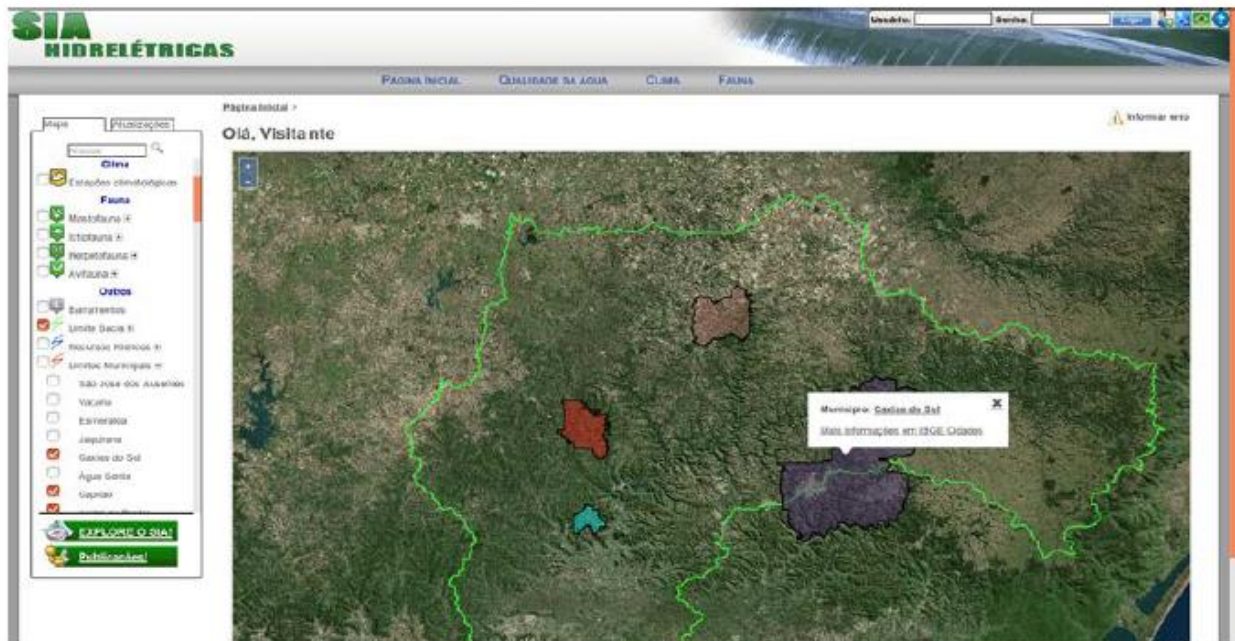
## METODOLOGIA UTILIZADA

O SIA utiliza a subdivisão de sistema em três camadas: banco de dados, servidor e cliente (SOMMERVILLE, 2011). Para o desenvolvimento desta ferramenta foram utilizadas algumas das tecnologias empregadas em cada camada. Na camada do banco de dados o Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL (POSTGRESQL, 2018) e sua extensão PostGIS (POSTGIS, 2018), voltada para a manipulação de objetos geográficos, foram empregados para a execução das consultas aos dados e tratamento dos objetos geográficos armazenados, respectivamente. No servidor foram utilizadas a linguagem de programação PHP 7 (PHP, 2018) e a de templates Smarty (SMARTY, 2018), a qual permite manipular páginas HTML (W3C, 2015) com montagem dinâmica no servidor. No lado cliente, houve a utilização das linguagens de estilos CSS (W3C, 2017), que permite a estilização das páginas exibidas ao usuário, a de programação Javascript, fornecendo interação dinâmica entre usuário e página, e a biblioteca de manipulação de mapas para Javascript, OpenLayers (OPENLAYERS, 2018), sendo aplicada no webmapa presente no SIA.

O desenvolvimento da funcionalidade partiu de um ciclo de iteração do processo unificado (LARMAN, 2007), onde primeiramente foi feita a concepção da funcionalidade, com levantamento dos requisitos da mesma, para então ocorrer a validação destes e implementação em ambiente de desenvolvimento local. Na implementação ocorreu a alteração de tabelas específicas no banco de dados, dispostas em um módulo genérico do DW do SIA, para que comportassem as informações do polígono a ser inserido. Então, efetuou-se a geração de código, abordada em duas partes: geração de páginas pertinentes aos municípios, com informações de consultas, relatórios e pontos localizados dentro do delimitador geográfico; e então a exibição dos delimitadores no webmapa, junto de ajustes de interface para que os pontos pudessem ser utilizados por meio de um menu lateral existente no sistema. Após o teste de ambas as partes implementadas, partiu-se para a implantação da funcionalidade em ambiente de produção. Por fim ocorreu a inserção dos dados de delimitação geográfica e informações pertinentes aos municípios no banco de dados de acesso público por meio do sistema.



## RESULTADOS OBTIDOS



**Figura 1 - Mapa da Página Inicial do SIA.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

No webmapa principal do sistema os delimitadores geográficos específicos de cada município podem ser selecionados através de um menu lateral, como disposto na figura 1, onde cada opção selecionada exibe um delimitador diferente, com sua cor sendo informada no momento de inserção. Além disso, ao serem clicados, exibem um modal com o nome e um link com informações básicas do município ao qual pertence o delimitador, redirecionando ao sistema IBGE Cidades (IBGE, 2017).

A página modelo, específica a cada município, contém informações relativas a estes, como disposto na figura 2. Em dados primários é exibido o mesmo link para o IBGE Cidades também presente no modal no webmapa. Em relatórios há um link onde o usuário pode consultar o relatório faunístico com base no índice de Shannon (SHANNON, WEAVER, 1964) em uma página à parte, dentro do SIA, com informações relacionadas à fauna dos pontos compreendidos no âmbito do município. Por fim, os pontos de monitoramento associados ao delimitador geográfico são agregados e exibidos em uma lista. Ao clicar no nome do ponto, é possível realizar a consulta individual de gráficos, relatórios e informações específicas.

Página Inicial > Geral > Município >



## Caxias do Sul

**Dados primários**

---

Mais informações em: [BGE Cidades](#)

Relatórios

- [Resumo Estatístico - Índice de Saneam. \(\\*\)](#)

**Pontos de monitoramento associados**

---

Faixa	Qualidade da Água
<a href="#">Axi_GACA_01</a> Última campanha: 08/10/2008	<a href="#">Águas 10 FUSO</a> Última campanha: 01/05/2009 - <span style="color: green;">BOM</span> Rio das Antas a jusante da faz. do arroio Leão - UPE Caxias do Sul
<a href="#">Axi_GFI_02</a> Última campanha: 20/10/2009	<a href="#">Águas 10 FUSO</a> Última campanha: 01/05/2009 - <span style="color: green;">BOM</span> Rio das Antas a jusante da faz. do arroio Leão - UPE Caxias do Sul
<a href="#">Axi_PBL_03</a> Última campanha: 21/10/2009	<a href="#">Águas 11 FUSO</a> Última campanha: 01/05/2009 - <span style="color: orange;">BOA</span> Projeção sobre o reservatório de UPE Caxias do Sul

**Figura 2 – Página Modelo do Município.**  
 Fonte: Elaborada pelo autor

A página de inserção dos objetos delimitadores geográficos, exibida na figura 3, possui campos de identificação de informações voltada ao armazenamento dos municípios no DW do SIA. A inserção dos dados geográficos pode ser realizada através do campo específico para tal ou arrastando um arquivo com os mesmos para o webmapa presente na página, a fim de validar o mesmo. Os tipos de arquivo de identificação dos delimitadores aceitos pelo SIA são KML e GEOJson.

## Novo Município

Município

Rondônia

Id estado

Município


Sigla estado

Código ibge

Polígono GeoJSON

Cor polígono

Arraste o arquivo KML ou geoJson para o mapa abaixo:



Limpar Enviar

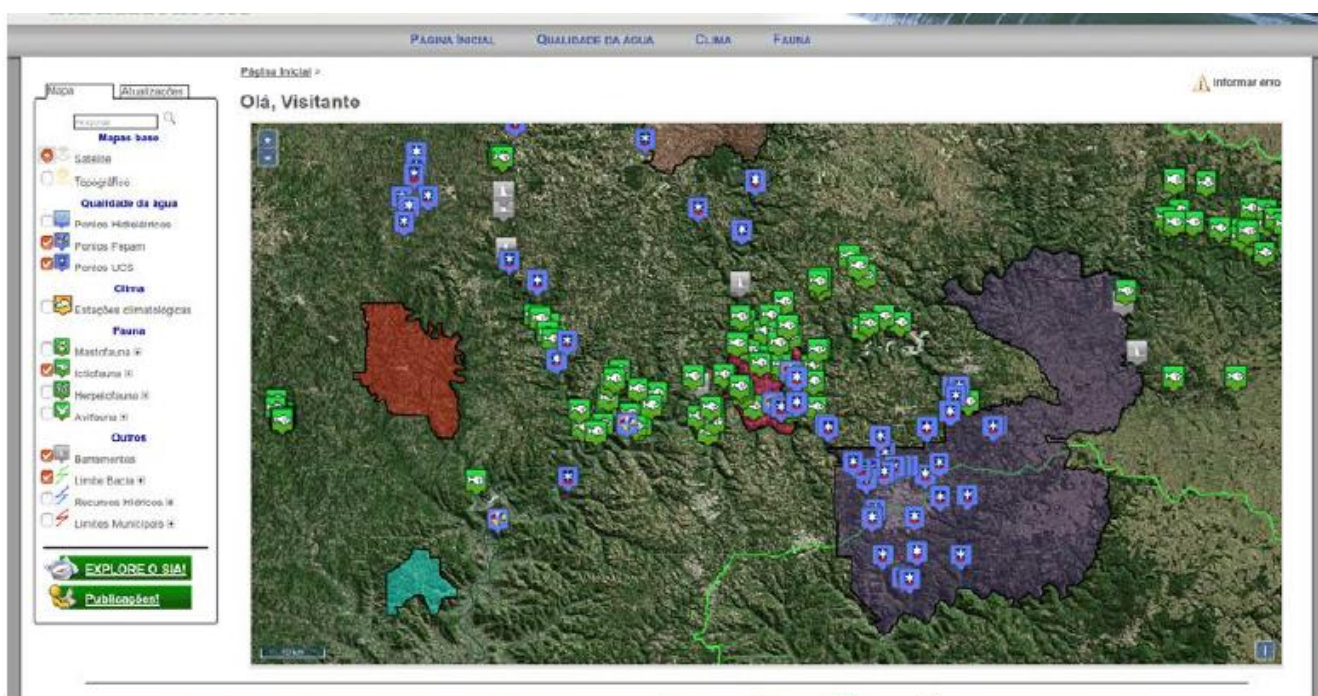
Figura 2 - Página de Inserção do Delimitador Geográfico no Sistema

Fonte: Elaborada pelo autor.



## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A implementação desta funcionalidade permite que informações como as dispostas na figura 2 sejam agregadas por meio de uma consulta a qual engloba os pontos de monitoramento e informações coletadas neles, pertinentes a um município. Esta consulta agregada forneceu um meio de análise espacial pela visualização das informações, no webmapa, através de pontos contidos em um delimitador geográfico. Outra forma de análise pode ser a partir das informações pertinentes ao município dispostas em uma página modelo dinamicamente montada para cada delimitador geométrico e que exhibe as informações do webmapa de modo ordenado. Esta disposição das informações permite a exploração como uma funcionalidade de análise espacial, além do viés de apoio à tomada de decisão, através da exibição destes delimitadores geográficos, como exibidos na figura 4. Em conjunto, estas características conferem a ligação entre os dados geográficos armazenados e as funcionalidades de processamento do SIA, comuns a SIG, por meio dos mecanismos de consulta e seleção, filtrando a exibição de dados, com vistas ao seu viés exploratório (CAMARA, QUEIROZ, 2001).



**Figura 3 - Mapa principal do SIA com diversos objetos geográficos selecionados**  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

## CONCLUSÕES

Através da configuração de sistemas de apoio à tomada de decisão e das funcionalidades pertinentes a estes, a disponibilização de informações para consulta aos usuários interessados se configura como essencial para a utilização de acordo com seus objetivos de implementação. Como um meio de

processamento e tratamento destas informações, funcionalidades são empregadas, com vistas ao fornecimento de indicadores para o auxílio na tomada de decisão com base em dados.

Com a utilização de um webmapa como funcionalidade para consulta a informações, os meios de análise espacial a serem explorados são amplos. Um destes meios de análise funciona através da agregação de informações como indicador para a descoberta de relações entre as informações disponíveis no sistema, seja por meio da consulta visual, como pela elaboração de novas funcionalidades que contemplem campos de informação específicos, como a exibição de pontos de qualidade de água, fauna e clima com seus respectivos relatórios, gráficos e páginas informativas. Isto é facilitado pela característica multidimensional do DW, a qual permite níveis de análise baseados na granularidade necessária da informação (ELMASRI, NAVATHE, 2018).

A implementação desta funcionalidade de manipulação de objetos geográficos delimitadores permitiu a exibição das informações relacionadas a municípios pertinentes à bacia hidrográfica Taquari-Antas e sua agregação por dois meios: através de um webmapa e em uma página individual. Através disso foi possível disponibilizar o acesso a essas informações e fornecer mais indicadores para análise, com vistas a servir como mais uma ferramenta dentro do SIA para o apoio à tomada de decisão na gestão ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às empresas Brookfield, Ceran, Certel e Hidrotérmica pelo fomento ao contínuo desenvolvimento do SIA e pelo apoio à pesquisa. Figura 3 - Mapa principal do SIA com diversos objetos geográficos selecionados

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. *Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica*. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARRA, Sofia Helena Zanella; SCHNEIDER, Vania Elisabete. SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (SIA) COMO FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 2015, Caxias do Sul. Anais do XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores. Caxias do Sul: Educus, 2015. p. 1 - 1. Disponível em: <[http://jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/easypdf/includes/resumos/2014/Sofia\\_Helena\\_Zanella\\_Carra\\_04\\_54\\_56.pdf](http://jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/easypdf/includes/resumos/2014/Sofia_Helena_Zanella_Carra_04_54_56.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2018.

COLAÇO, Methanias. *Projetando Sistemas de Apoio à Decisão Baseados Em Data Warehouse*. Axcel Books, 2004.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B.. Sistemas de banco de dados. 7. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2018. 1127 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

LARMAN, Craig. Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento interativo. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 695p. ISBN 8560031528.

OPENLAYERS. Openlayers – Welcome. Disponível em: <<http://openlayers.org/>>. Acesso em: 26 out. 2018.

SHANNON, Claude E.; WEAVER, Warren. The Mathematical Theory of Communication. 10. ed. Urbana: The University Of Illinois Press, 1964. 125 p.

SILVA, P. R. . “Tecnologia da Informação e sua utilização no processo decisório”, in Maringá Management, 6(2), 2009, pp. 36-44.

SMARTY. PHP Template Engine | Smarty. Disponível em: <<https://www.smarty.net/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

POWER, Daniel J.. Understanding Data-Driven Decision Support Systems. Information Systems Management, [s.l.], v. 25, n. 2, p.149-154, 28 mar. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10580530801941124>.

PHP. PHP: Hypertext Preprocessor. Disponível em: <<https://php.net/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

POSTGIS. About PostGIS. Disponível em: <<http://postgis.net/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

POSTGRESQL. PostgreSQL: The World’s Most Advanced open source database. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 24 out. 2018

W3C. CSS. 2017. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/css/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

W3C. HTML5: A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. 2015. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/html5/>>. Acesso em: 18 out. 2018.



# Capítulo 40

## AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS PARÂMETROS OXIGÊNIO DISSOLVIDO E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM UM CANAL DE DRENAGEM URBANO

*João Miguel Mercês Bega (Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais na FEIS/UNESP.*

*José Antônio Zanetoni Filho (Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela FEIS/UNESP. Doutorando em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).*

*Jefferson Nascimento de Oliveira (Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.*

*Liliane Lazzari Albertin (Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP.*

**RESUMO:** Corpos hídricos localizados em ambientes urbanos têm apresentado um decréscimo na qualidade de suas águas nos últimos anos. A mudança no uso e ocupação do solo, provocada pela urbanização, representa a principal fonte de aporte de poluentes nos cursos d'água em centros populacionais, pela geração de resíduos nas bacias de drenagem, que se inserem na matriz aquática na forma de substâncias tóxicas, nutrientes e bactérias. Isto exposto, este trabalho teve por objetivo verificar a variação espaço-temporal do oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por meio de avaliações pontuais da água superficial de um córrego urbano em três períodos do dia, realizadas uma vez ao mês.



De forma a averiguar a variabilidade espacial dos parâmetros analisados, dois pontos de amostragem foram escolhidos.

Altos teores de DBO e baixas concentrações de OD foram encontrados. Constatou-se que a água desse córrego pode ser utilizada somente para fins paisagísticos. Faz-se necessário a manutenção de obras de drenagem, restauração da mata ciliar degradada e políticas de conscientização ambiental por parte da população para haver uma melhora na qualidade desse recurso hídrico. Ademais, infere-se o lançamento de esgoto doméstico in natura, via ligações clandestinas, como o fator preponderante no estado de degradação encontrado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Áreas Urbanas, Monit

## INTRODUÇÃO

Os núcleos urbanos têm crescido de forma acelerada nas últimas décadas e de maneira horizontal, seguindo um modelo de contínua expansão periférica. O rápido desenvolvimento, de forma caótica, e o aumento exponencial da população, têm trazido à tona discussões relacionadas à drenagem urbana. A urbanização modifica o trajeto das águas precipitadas do seu ciclo natural, por meio da substituição da vegetação por superfícies impermeáveis, pelas mudanças nas propriedades físicas do solo, devido à sua compactação, tais como arranjo dos agregados, espaço poroso e propriedades hidráulicas, e o uso de sistemas de drenagem artificiais (FERREIRA; WALSH; FERREIRA, 2018). As alterações geralmente ocorrem sem o devido planejamento, produzindo efeitos hidrológicos consideráveis (LIU *et al.*, 2015). Do ponto de vista temporal, as oscilações de qualidade da água podem refletir as formas do uso e cobertura do solo (KALSCHEUR *et al.*, 2012).

O deflúvio superficial que ocorre durante a precipitação entra em contato com diversos poluentes, comprometendo a qualidade da água, contaminando-a com substâncias tóxicas, bactérias, efluentes domésticos e resíduos sólidos (ZHANG *et al.*, 2016). Esta poluição é diversificada e varia de acordo com a densidade populacional, o uso e ocupação do solo, a geologia e a intensidade e frequência das precipitações.

Devido aos diversos poluentes presentes nos centros populacionais e a falta de conscientização ambiental, os cursos d'água nesse meio acabam sendo degradados. Segundo Pompêo *et al.* (2011), a maioria dos córregos nas cidades brasileiras encontram-se substancialmente deteriorados. Desta forma, o seu monitoramento é de suma importância para conhecer, controlar e mitigar os impactos gerados.

Os problemas atuais de escassez de água, com um quadro de insustentabilidade em sua relação, perpassam por dois aspectos: o aumento dos desastres climáticos e a contaminação dos recursos hídricos, tornando cada vez mais caro o abastecimento de água potável. Assim, ressalta-se a seriedade do manejo sustentável e da preservação dos ecossistemas aquáticos, fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção (JACOBI; EMPINOTTI; SCHMIDT, 2016).

## OBJETIVO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade da água em um canal de drenagem inserido em uma sub-bacia urbana, por meio de uma análise espaço-temporal dos

parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com a finalidade de identificar possíveis fontes de poluição hídrica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O monitoramento ambiental foi realizado no córrego Sem Nome, pertencente à sub-bacia do Córrego Sem Nome, com área total de 3,466 km<sup>2</sup>, localizada no município de Ilha Solteira - SP. A cidade se encontra no noroeste do estado de São Paulo, aproximadamente a 653 km da capital, situada entre as coordenadas geográficas: longitude oeste 51°06'35'' e latitude sul 20°38'44''. O município conta com uma área territorial de 659 km<sup>2</sup>, sendo 4,30 km<sup>2</sup> correspondentes à área urbana (PREFEITURA DE ILHA SOLTEIRA, 2018).

De acordo com Alvares *et al.* (2013), o clima da região caracteriza-se como semi-úmido, seguindo a classificação climática de Köppen, marcado por estiagem no inverno e chuvas intensas no verão. O índice pluviométrico corresponde a 1.300 mm por ano e a temperatura média a 23,6 °C.

A sub-bacia objeto de estudo e a localização dos pontos de amostragem estão representados na Figura 1, possuindo as informações exibidas na Tabela 1.



**Figura 1: Sub-bacia do Córrego Sem Nome com os pontos de amostragem**

**Tabela 1: Coordenadas e localização dos pontos de amostragem**

Ponto de amostragem	Coordenadas		Localização
	Latitude	Longitude	
1	20°25'50.4"S	51°20'06.2"W	Rua Sete de Setembro
2	20°25'59.7"S	51°20'06.3"W	Avenida Quinze de Outubro

A Figura 2 mostra as imagens dos pontos de interesse. O ponto 1, a montante, é de difícil acesso, sendo necessário passar por uma vegetação alta e descer um pequeno barranco. Já o ponto 2, a jusante, é acessível por uma ponte localizada na Avenida Quinze de Outubro.



**Figura 2: Pontos de interesse**

O período de monitoramento adotado foi de novembro de 2017 a junho de 2018. Uma vez ao mês, foram realizadas duas avaliações pontuais dos parâmetros OD e DBO, correspondentes aos dois pontos de interesse, para cada período do dia, sendo pela manhã (8h00), tarde (14h00) e noite (19h00).

A metodologia adotada na coleta, transporte e armazenamento das amostras seguiu o que está descrito no “Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos” (CETESB, 2011).

Os índices pluviométricos necessários para a elaboração deste trabalho foram retirados do banco de dados da Área de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos e da estação pluviométrica do Laboratório de Hidrologia e Hidrometria, vinculados à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS, UNESP.

A Tabela 2 apresenta as precipitações diárias, em milímetros, ocorridas no dia de monitoramento (D0) e nos três dias anteriores (D1, D2 e D3).

**Tabela 2: Precipitações nos dias de coleta das amostras de água e nos três dias anteriores**

Data da amostragem	D0 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)
24/11/2017	0,0	0,0	1,0	16,8
21/12/2017	0,5	20,3	0,0	36,6
30/01/2018	2,5	0,5	0,0	11,7
02/03/2018	2,5	2,8	0,0	0,5
24/03/2018	0,0	0,0	0,0	0,0
05/05/2018	0,0	0,0	0,0	0,0
08/06/2018	0,0	0,0	0,0	0,0

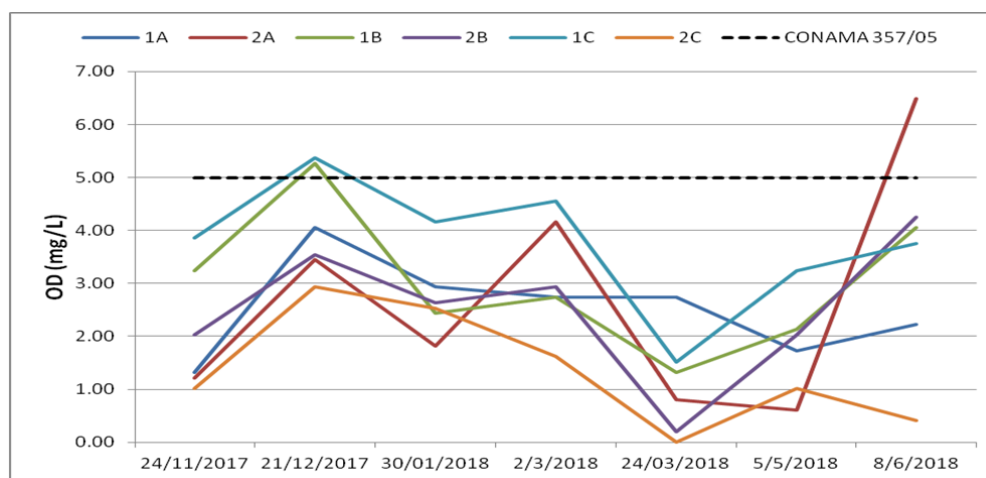
O Córrego Sem Nome não se encontra enquadrado no licenciamento ambiental dos corpos de água superficiais, sendo a classe adotada em função dos usos preponderantes mais restritos existentes a Classe 2, até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista.

As análises foram realizadas junto ao Laboratório de Saneamento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no Câmpus de Ilha Solteira, utilizando a metodologia do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis químicas das análises realizadas se referem aos pontos de amostragem 1 e 2. A letra que acompanha o local da coleta está relacionada ao período do dia, sendo A, manhã, B, tarde, e C, noite.

A Figura 3 mostra a variação diária e sazonal da concentração de OD nos dois pontos de amostragem para o período de acompanhamento ambiental.



**Figura 3: Variações diária e sazonal da concentração de OD no córrego Sem Nome para os pontos de amostragem 1 e 2**



As concentrações deste parâmetro químico, para o ponto de montante, variaram de 1,32 a 4,05 mg.L<sup>-1</sup> no período da manhã, de 1,32 a 5,27 mg.L<sup>-1</sup> a tarde, e de 1,52 a 5,37 mg.L<sup>-1</sup> a noite. Quanto ao ponto de jusante, elas estiveram entre 0,61 e 6,49 mg.L<sup>-1</sup> pela manhã, 0,20 e 4,26 mg.L<sup>-1</sup> a tarde, e 0,00 e 2,94 mg.L<sup>-1</sup> a noite.

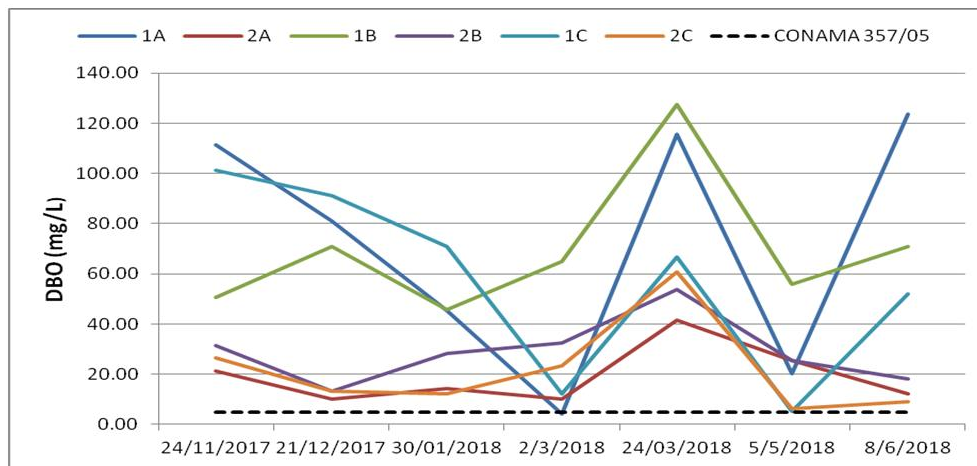
Com relação às variações diárias, as maiores concentrações de OD para o ponto 2 foram obtidas no período da tarde, estando de acordo com o que foi observado por Zambrano (2018) entre outubro de 2016 e julho de 2017, em seu estudo para o mesmo ponto de interesse.

No final de março de 2018 foram encontradas baixas concentrações de OD, principalmente no ponto de jusante, que chegou a zero no período noturno, valor já encontrado por Zambrano (2018) em junho de 2017. Tem-se que durante a noite não ocorre o processo de fotossíntese, diminuindo bastante sua disponibilidade no meio. A concentração verificada é preocupante, pois o oxigênio desempenha um papel importante, tanto em relação às atividades metabólicas, quanto à saúde ecológica do ecossistema, sendo indispensável à manutenção dos organismos aeróbios, podendo em baixas concentrações causar a mortalidade de peixes (MADER *et al.*, 2017).

A concentração de OD na sub-bacia do Córrego Sem Nome diminuiu em relação à última década. Os valores encontrados por Ortega (2011) são consideravelmente superiores aos encontrados por Zambrano (2018) e por este estudo, o que indica uma degradação temporal da qualidade da água. A depleção de OD está vinculada ao aumento da poluição, ocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico e possível acréscimo das ligações clandestinas, com as concentrações mais críticas verificadas na época de estiagem, confirmando uma maior influência desses fatores em relação à poluição difusa, já que com a precipitação a concentração de OD aumenta.

De acordo com a especificação da Resolução CONAMA nº357/05, apenas três resultados satisfizeram o limite mínimo de 5 mg.L<sup>-1</sup>. Em suma, dois correspondem ao ponto 1, encontrados no mesmo dia de coleta. O maior valor, 5,37 mg.L<sup>-1</sup>, refere-se ao horário da noite e, na sequência, tem-se a concentração de 5,27 mg.L<sup>-1</sup>, verificada no período da tarde.

Acerca da DBO, a Figura 4 apresenta os teores obtidos para os dois pontos de amostragem nos respectivos meses e períodos. No ponto 1, as concentrações mínimas e máximas registradas foram de 4,11 mg.L<sup>-1</sup>, encontrada pela manhã, e 127,64 mg.L<sup>-1</sup>, no período da tarde, apresentando um valor médio de 66,08 mg.L<sup>-1</sup>. Para o ponto 2, verificou-se como concentração mínima 6,09 mg.L<sup>-1</sup> e máxima 60,81 mg.L<sup>-1</sup>, ambas no período noturno, com um valor médio de 23,26 mg.L<sup>-1</sup>.



**Figura 4: Variações diária e sazonal de DBO na sub-bacia do Córrego Sem Nome para os pontos de amostragem 1 e 2**

Nos meses em que não houve precipitação próxima à coleta, no ponto de montante, foram observados os maiores valores de DBO, que corresponde, principalmente, ao encontrado no final de março de 2018 e em junho de 2018. Para o ponto de jusante, obteve-se uma fraca correlação negativa entre o fenômeno de precipitação e o teor de DBO. Desta forma, na sub-bacia analisada, infere-se a existência de poluição por matéria orgânica, por meio do lançamento de esgoto doméstico, possivelmente proveniente de ligações clandestinas.

O ponto 1 apresentou os maiores teores de DBO durante o período de monitoramento, embora tenham sido encontradas as maiores concentrações de OD, o que indica a influência da dissolução do oxigênio proveniente da atmosfera no corpo d'água, pois se trata de um canal com baixa lâmina neste ponto. Outro fator relevante é a velocidade do escoamento, responsável por uma maior aeração.

No que tange ao ponto 2, o comportamento foi similar ao do ponto 1. Todavia, os teores encontrados foram consideravelmente menores que o anterior. Por apresentar um volume maior de água, tem-se também uma maior diluição da matéria orgânica presente no meio, minimizando o efeito da poluição. Da comparação das Figuras 3 e 4, percebe-se uma forte correlação negativa entre a concentração de OD e o teor de DBO. Esse comportamento é esperado, pois valores altos de DBO indicam uma grande quantidade de matéria orgânica presente no ecossistema aquático, conseqüentemente, tem-se um elevado consumo de OD pelas bactérias aeróbias para a sua oxidação.

Os resultados de DBO encontrados por Zambrano (2018) foram similares aos obtidos por este trabalho para o ponto 2. Ortega (2011), em seu estudo no ponto do córrego Sem Nome, encontrou teores maiores.



Dentre todos os valores encontrados para DBO, apenas um deles esteve de acordo com a resolução CONAMA n° 357/05, que tem como limite máximo o teor de 5 mg.L<sup>-1</sup>. O resultado dentro do especificado pela legislação foi obtido no início de março de 2018, igual a 4,11 mg.L<sup>-1</sup>, encontrado no período da manhã.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a água do Córrego Sem Nome não pode ser empregada para nenhum fim senão paisagístico. Foram encontrados elevados teores de matéria orgânica, assim como baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Desta forma, faz-se necessário a implantação de políticas públicas eficientes, um bom plano de conscientização ambiental, além de manutenção na rede de drenagem e no entorno do curso hídrico, com o intuito de minimizar os impactos sobre a qualidade da água.

A análise sazonal e diária dos parâmetros permitiu um maior entendimento do comportamento e dos influenciadores da dinâmica natural do córrego. Com os presentes resultados, infere-se o lançamento de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico não tratado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Berlin*, v.22, n.6, p. 711-728, dez. 2013.

APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23ª ed. Washington, DC, USA: APHA, 2017.

CETESB (Brasil). *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Organizadores: Carlos Jesus Brandão *et al.* São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CONAMA (BRASIL). *Resolução n° 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Brasília, SEMA, 2005.

FERREIRA, C.S.S., WALSH, R.P.D., FERREIRA, A.J.D. *Degradation in urban areas. Current Opinion in Environmental Science & Health*, v.5, p. 19-25, out. 2018.

JACOBI, P.R., EMPINOTTI, V.L., SCHMIDT, L. *Water scarcity and human rights. Ambiente & Sociedade*, v.19, n.1, jan./mar. 2016.

KALSCHUR, K.N., PENSKAR, R.R., DALEY, A.D., PECHAUER, S.M., KELLY, J.J., PETERSON, C.G., GRAY, K.A. *Effects of anthropogenic inputs on the organic quality of urbanized streams. Water Research*, v.46, n.8, p. 2515-2524, mai. 2012.

LIU, Y., BRALTS, V.F., ENGEL, B.A. *Evaluating the effectiveness of management practices on hydrology and water quality at watershed scale with a rainfall-runoff model. Science of The Total Environment*, v.511, p. 298–308, abr. 2015.

MADER, M., SCHMIDT, C., GELDERN, R., BARTH, J.A.C. *Dissolved oxygen in water and its stable isotope effects: A review. Chemical Geology*, v.473, p. 10 – 21, nov.2017.

ORTEGA, D.J.P. Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira – SP. Dissertação de mestrado–Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

POMPÊO, C.A., RIGOTTI, J.A., FREITAS FILHO, M.D. Urban stream condition Assessment. INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE. 2011. Anais. Porto Alegre, RS. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA. Ilha Solteira. 2018 Disponível em <<http://www.ilhasolteira.sp.gov.br/index.php/ilha-solteira>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

ZAMBRANO, K. T. Monitoramento e avaliação da qualidade da água na sub-bacia do Córrego Sem Nome em Ilha Solteira – SP. Trabalho de Conclusão de Curso-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2018.

ZHANG, T., NI, J. P., XIE, D.T. *Assessment of the relationship between rural non-point source pollution and economic development in the Three Gorges Reservoir area. Environmental Science Pollution Research*, v.23 n.8, p. 8125–8132, abr. 2016.

# Capítulo 41

## DESAFIOS DA REGULAÇÃO: ANÁLISE DOS CONSÓRCIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM OPERAÇÃO EM MINAS GERAIS

*Cynthia Fantoni Alves Ferreira*

*(Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Pós Doutora do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Pesquisadora Pós Doutoral do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Integrante do Grupo de Pesquisa em Resíduos sólidos (SIGERS) da UFMG/CNPq).*

*cynthia.ambientacy@gmail.com*

*Liséte Celina Lange*

*(Professora Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Doutora em Tecnologia Ambiental pela London University, Inglaterra. Líder do Grupo de Pesquisa em Resíduos sólidos (SIGERS) da UFMG/CNPq desde 2001. Parecerista de periódicos nacionais e internacionais).*

*lisete@desa.ufmg.br*

*Mário Augusto Tavares Russo*

*(Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal. Mestre em Hidráulica pela universidade do Porto e Doutor em Engenharia Civil pela Universidade do Minho em Portugal. Especialista em Engenharia Sanitária, pela Ordem dos Engenheiros de Portugal e International Waste Manager, pela International Waste Association (ISWA), tendo sido representante de Portugal durante 7 anos. Representante do Ministério do Ambiente de Portugal no GAG PERSU 2020 (UE).*

*mariorusso@estg.ipvc.pt*

**RESUMO:** Os consórcios mostram-se como instrumento de efetivação das atividades de regulação, uma vez que possibilitam o agrupamento de forças e recursos na implementação de uma entidade com todas as características das agências reguladoras. O artigo apresenta uma análise dos dez consórcios em operação no Estado de Minas Gerais desenvolvido em duas etapas: a primeira etapa com o levantamento de informações básicas municipais de saneamento dos municípios integrantes dos consórcios e na segunda etapa a identificação e avaliação de rotas tecnológicas dos consórcios. Na primeira etapa dos 61 municípios que integram os 10 consórcios em operação, apenas 27 (48%) municípios apresentam Política Municipal de Saneamento e 36 (59%) municípios apresentam Plano Municipal de Saneamento. Na segunda etapa apresenta-se o levantamento dos dados sobre as formas de destinação final a avaliação da proposição das rotas tecnológicas e tecnologias para os municípios que integram os dez consórcios em operação inseridos nos 15 Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) de Minas Gerais que sugere um referencial técnico para a constituição de consórcios intermunicipais para a gestão integrada de RSU com vistas à estruturação dos serviços no contexto para modelos de Regulação para resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** consórcios; operação; resíduos sólidos urbanos; tecnologias; regulação; rotas tecnológicas.

## INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

Considera-se que a regulação da atividade de gestão dos resíduos sólidos urbanos é essencial para garantir que as metas qualitativas de saneamento sejam alcançadas, por meio da definição de condições e parâmetros de avaliação da qualidade dos serviços prestados e, também verificar o cumprimento das disposições normativas de procedimentos de fiscalização, controle e divulgação de informações.

Dentre os desafios para a implantação da regulação, aparecem as dificuldades para elaboração de planos municipais de saneamento e a constatação de que apenas 32% dos municípios tem planos de água e 24% planos para os serviços de esgotos, segundo o IBGE em 2014. O terceiro desafio é o de renovar ou adequar os contratos de prestação de serviços existentes. E mais, garantir a aderência entre o estabelecido nos contratos e os planos de saneamento e as normas da regulação.

Aparece também como um grande desafio garantir as condições para que a prestação dos serviços de saneamento se dê de forma sustentável, que as tarifas sejam suficientes para cobrir os custos e as necessidades ainda muito grandes para a universalização dos serviços.

A experiência de regulação dos serviços de gestão de resíduos sólidos no Brasil é relativamente recente. Apenas nove das trinta Agências Reguladoras de Saneamento Básico (ARSB) que regulam o abastecimento de água e o esgotamento sanitário possuem municípios com regulação dos serviços de resíduos sólidos (ABAR, 2015). E ainda segundo ABAR (2017), apenas três ARSBs das dezoito que participaram da pesquisa regulam os serviços de resíduos sólidos. Em Minas Gerais as agências não regulam os serviços de manejo de resíduos sólidos.

Os consórcios têm sido vistos como uma alternativa no campo da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), tanto para os municípios que buscam alternativas de local para a disposição final, como também para o ganho de escala, otimização dos recursos, tratamento dos resíduos bem como a minimização dos impactos ambientais que atenda a um maior número de municípios e viabilize a gestão dos resíduos sólidos urbanos para todos.

Minas Gerais é o segundo Estado mais populoso do Brasil, com 19.597.330 habitantes. Sua população está distribuída em 853 municípios, que representam 51,2% dos existentes na região Sudeste e 15,5% dos existentes no Brasil. A formação de consórcios públicos intermunicipais para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) é incentivada pelo governo mineiro como explicitado na

Deliberação Normativa COPAM 118/08 e na Lei Estadual 18.031 que define a Política Estadual de GRSU de Minas Gerais. Algumas ações já foram desenvolvidas pelo Estado como o Plano de Regionalização para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos o qual apresenta a discussão das propostas de Arranjos Territoriais Ótimos (ATO's) para a GRSU no estado de Minas Gerais. O estudo é finalizado com a divisão do Estado de Minas Gerais em 51 ATOs, que sugere um referencial técnico para a constituição de consórcios intermunicipais para a gestão integrada de RSU (FERREIRA et al., 2010).

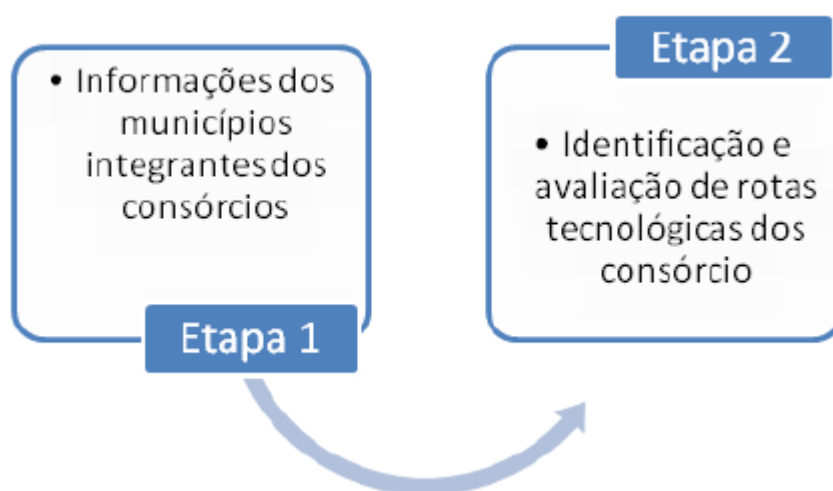
Em relação às tecnologias utilizadas em Minas Gerais, os aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem regularizados atendem cerca de 60,1% da população urbana (FEAM, 2018). Os recursos para operação do sistema de gerenciamento de resíduos nos municípios do Estado de Minas Gerais são do orçamento geral das prefeituras. A existência ou não de taxa de resíduo não é divulgada pela maior parte dos municípios do estado.

O objetivo do artigo foi analisar os consórcios em operação no Estado de Minas Gerais com vistas à estruturação dos serviços no contexto para modelos de Regulação para resíduos sólidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas metodológicas conforme Figura 1.

**Figura 1: Etapas metodológicas**



Conforme apresentado na Tabela 1, o Estado de Minas Gerais apresenta 10 consórcios em operação.

**Tabela 1: Situação dos consórcios “em operação” em Minas Gerais**

Consórcio (**)	Nº	Tecnologias utilizadas/Identificação	Municípios aderidos/ População	Área de atuação/ Natureza jurídica
CONDAPAV	1	Consórcio constituído de UTC em operação em Cristiano Ottoni	6 municípios 27.798 hab.	Multifinalitário/AP
CRSSF	2	Consórcio constituído de UTC em operação em Senador Firmino	2 municípios 6.713 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
CONRESOL	3	Consórcio constituído de UTC operação nos 2 municípios	2 municípios 5.605 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
CPGIRS	4	Consórcio constituído com AS em operação em Andradas	5 municípios 45.802 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
CIDERSU	5	Consórcio constituído com AS em operação em Alfenas	10 municípios 105.746 hab.	Multifinalitário AP
CPGRS	6	-Consórcio constituído com AS em operação em João Monlevade	6 municípios 131.285 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
CONCASS	7	Consórcio constituído de UTC em operação em Seritinga	3 municípios 6.149 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
CONVALE	8	Consórcio constituído com AS em operação em Uberaba	11 municípios 367.281 hab.	Multifinalitário/AP
CIMASAS	9	Consórcio constituído com AS em operação em Itajubá	13 municípios 161.157 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP
ECOTRES	10	Consórcio constituído com AS em operação em Conselheiro Lafaiete e UTC (implantação)	3 municípios 190.111 hab.	Específico: Gestão e Disposição final de RSU/AP

Fonte: FEAM/ GERUB, 2017

Notas: AS= Aterro Sanitário; UTC= Unidade de Triagem e Compostagem; AP= Associação Pública

\*\* CIMASAS: Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí para Aterro Sanitário; CIDERSU: Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Regional Sustentável; CONVALE: Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional; CPGRS: Consórcio Público de Gestão Pública para Desenvolvimento da Micro Região do Alto Paraopeba e Vertentes; CPGIRS: Consórcio Público para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; ECOTRES: Consórcio Público Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos; CONCASS: Consórcio Intermunicipal para a Gestão dos Resíduos sólidos Urbanos; CONRESOL: Consórcio Público de Gestão de Resíduos de Resíduos Sólidos; CONDAPAV: Consórcio Sólidos; CRSSF: Consórcio Resíduos Sólidos Senador Firmino.

## ETAPA 1: INFORMAÇÕES DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DOS CONSÓRCIOS

O levantamento dos dados para os dez consórcios em operação baseou-se na Pesquisa de Informações Básicas Municipais de Saneamento (IBGE, 2017). Apresenta-se uma análise integrada dos fatores que compõem as políticas municipais de saneamento básico e planos de saneamento básico na forma de um diagnóstico, com vistas à estruturação dos serviços no contexto para um modelo de Regulação.



Nas Tabelas 2 e 3 para cada item de análise foram previstas duas opções de respostas ao atendimento do requisito, quais sejam, SIM: atende totalmente, NÃO: não atende, dos 61 municípios que integram os 10 consórcios em operação.

**Tabela 2: Municípios dos consórcios com Políticas Municipais de Saneamento Básico**

Consórcios	Nº de municípios	Política Municipal de SB	Contempla forma de prestação de serviços de SB	Contempla forma de regularização e fiscalização de serviços de SB	Contempla sistema de informações dos serviços
1	6	2 S 4 N	6N	6N	1 S 5N
2	2	1S 1N	1S 1N	1S 1N	1S 1N
3	2	2S	1S 1N	2N	2N
4	5	2S 3N	5N	5N	5N
5	10	2S 8N	2S 8N	2S 8N	2S 8N
6	6	3S 3N	3S 3N	2S 4N	2S 4N
7	3	1S 2N	3N	3N	3N
8	11	8S 3N	6S 5N	5S 6N	5S 6N
9	13	6S 7N	13N	13N	13N
10	3	2S 1N	1S 2N	1S 2N	3N

Notas: SB: Saneamento Básico; S = sim; N= não

**Tabela 3: Municípios dos consórcios com Planos de Saneamento Básico**

Consórcio	Nº de municípios	Plano Municipal de SB	Abrange os serviços de água e esgoto	Abrange os serviços de manejo de resíduos sólidos	Define o ente regulador do serviço de SB
1	6	2S 4N	2S 4N	1S 5N	6N
2	2	2S	2S	1S 1N	2N
3	2	2S	2S	2S	2N
4	5	2S 3N	2S 3N	5N	5N
5	10	2S 8N	2S 8N	2S 8N	2S 8N

Consórcio	Nº de municípios	Plano Municipal de SB	Abrange os serviços de água e esgoto	Abrange os serviços de manejo de resíduos sólidos	Define o ente regulador do serviço de SB
6	6	5S 1N	5S 1N	5S 1N	5S 1N
7	3	1S 2N	1S 2N	1S 2N	3N
8	11	11S	11S	11S	4S 7N
9	13	8S 5N	8S 5N	13N	1S 12N
10	3	3S	2S 1N	2S 1N	2S 1N

Notas: SB: Saneamento Básico; S = Sim; N= Não

## ETAPA 2: IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS TECNOLÓGICAS DOS CONSÓRCIOS

O levantamento dos dados sobre as formas de destinação final foi realizado a partir do relatório de Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais - Ano Base 2017 (FEAM, 2018). A análise dos resultados objetivou identificar as tecnologias utilizadas pelos municípios integrantes dos consórcios em operação para destinação dos RSU.

Os Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) propostos para o Estado de Minas Gerais foram identificados através do Plano Preliminar de Regionalização para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (FEAM, 2009), sendo considerados, nesse estudo, apenas o que possuem municípios integrantes de consórcios em operação.

Uma rota tecnológica relativa ao gerenciamento de RSU inicia-se, portanto na coleta e termina na disposição final em aterro sanitário. De outra forma, pode-se dizer que toda e qualquer rota tecnológica de gerenciamento de RSU tem sempre um sistema de coleta e um aterro sanitário, podendo ter entre estes dois uma ou mais tecnologias de valorização e tratamento, designadamente, triagem, reciclagem, compostagem, digestão anaeróbia e tecnologias térmicas com ou sem recuperação de energia. A proposição de rotas tecnológicas para os 10 consórcios foi a mesma referenciada no projeto Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Japão e Estados Unidos (GRS/FADE/UFPE/BNDES, 2014). Os consórcios em operação em Minas Gerais estão inseridos em 15 ATOs.

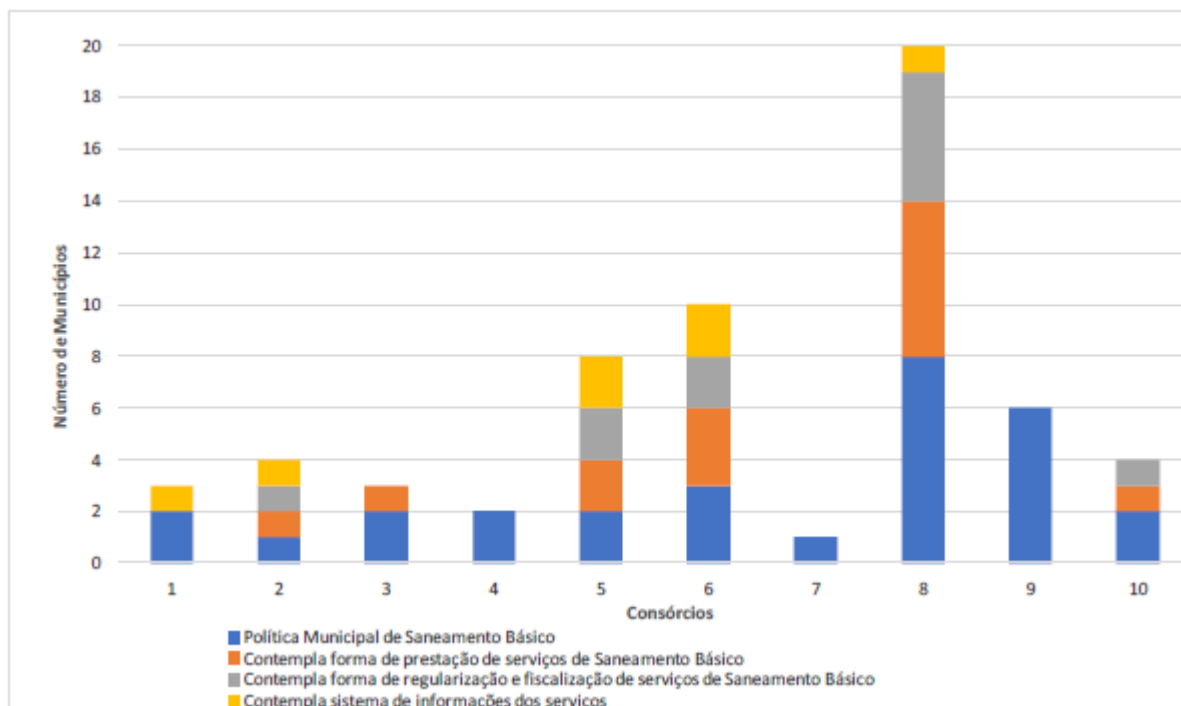
Uma das variáveis importantes a considerar para a tomada de decisão sobre rotas tecnológicas adequadas é o tamanho da população atendida, os aspectos sociais e culturais da região, bem como a existência de fluxo de comercialização de materiais recicláveis. Soluções ou rotas tecnológicas adequadas para grandes cidades podem não ser as mesmas para pequenas e médias comunidades; ou ainda, tecnologias não viáveis para pequenas cidades podem passar a ter viabilidade quando soluções associadas forem adotadas.

## RESULTADOS/DISCUSSÃO

### ETAPA 1: INFORMAÇÕES DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DOS CONSÓRCIOS

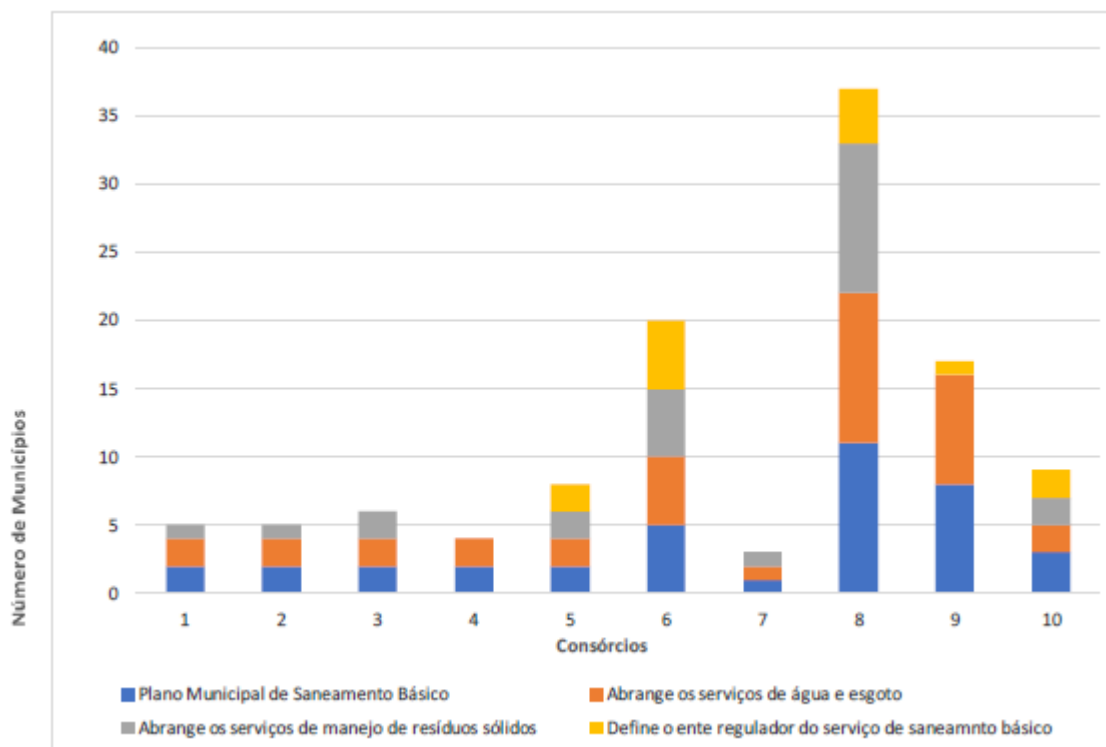
O Estado de Minas Gerais possui 10 consórcios operantes na gestão dos RSU dos quais participam 61 (7%) municípios. Nas Figuras 2 e 3 os dez consórcios foram analisados quanto ao número de municípios integrantes dos ATO's em relação as Políticas Municipais de Saneamento Básico e Planos de Saneamento Básico pelos consórcios em operação.

#### **Figura 2: Municípios dos consórcios com Políticas Municipais de Saneamento Básico**



Observa-se na Figura 2 em relação à Política Municipal de Saneamento que dos 61 municípios que integram os 10 consórcios em operação, apenas 27 (48%) municípios apresentam Política Municipal de Saneamento, 14 (23%) municípios contemplam forma de prestação de serviços de saneamento básico e 11 (18%) contemplam forma de regularização e fiscalização dos serviços de saneamento básico, assim como contemplam sistema de informações dos serviços. Os resultados indicam que não foram criadas condições necessárias para a regulação e fiscalização do saneamento, existe uma ausência dos municípios para cumprir a sua regulamentação e a necessidade de cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

**Figura 3 : Municípios dos consórcios com Planos de Saneamento Básico**

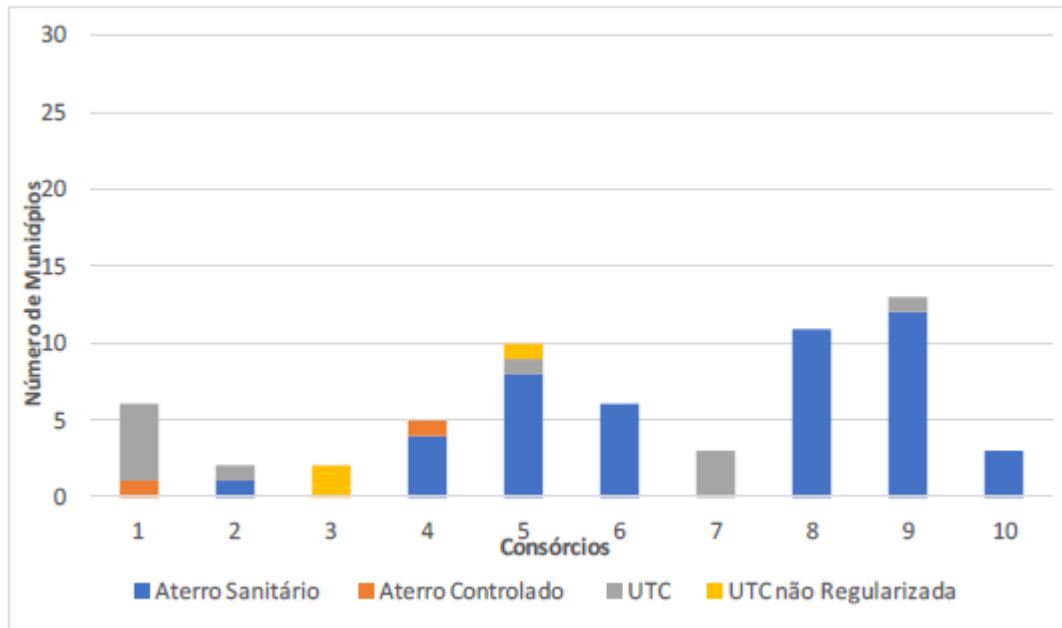


Observa-se na Figura 3 em relação aos Planos de Saneamento que dos 61 municípios que integram os 10 consórcios em operação, 36 (59%) municípios apresentam Plano Municipal de Saneamento, 35 (57%) municípios contemplam forma de prestação de serviços de saneamento básico abrangem os serviços de água e esgoto e 24 (39%) abrangem os serviços de manejo de resíduos sólidos e apenas 14 (23%) define o ente regulador do serviço de saneamento básico. Observa-se que mesmo passado 12 anos da publicação da Lei que determinou a obrigatoriedade de elaboração do plano (Lei 11.445/2007), ainda é grande a ausência de municípios sem planejamento para o setor de saneamento básico, e ressaltando ainda mais para os serviços de manejo de resíduos sólidos, indicando que não foram criadas condições necessárias de financiamento e regulamentação para o cumprimento da obrigação por todos os municípios.

## ETAPA 2: IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS TECNOLÓGICAS DOS CONSÓRCIOS

A Figura 4 apresenta a identificação das formas de destinação final dos RSU nos municípios dos consórcios.

**Figura 4: Formas de destinação dos RSU nos municípios dos consórcios**



Fonte: FEAM (2017)

Os resultados apresentados na Figura 4 indicaram que do total de 61 municípios consorciados nos 15 ATOs, a maioria, 73.77% utiliza os aterros sanitários compartilhados para a disposição final dos RSU. As Unidades de Triagem e Compostagem (UTC) encontram-se presentes em 18.03% dos municípios, sendo que destas, 4.92% não se encontram regularizadas. Disposições inadequadas em aterros controlados estão presentes em 3.28% dos municípios.

A Tabela 4 apresenta um resumo da avaliação da proposição das tecnologias e rotas tecnológicas para os consórcios em operação dos 61 municípios inseridos nos 15 ATO's. Os dados utilizados basearam-se no projeto de Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Japão e Estados Unidos (BNDES, 2014) e da Análise da Proposta das Rotas Tecnológicas dos consórcios nos ATO's (FERREIRA et.al, 2018).

**Tabela 4: Tecnologias e Rotas tecnológicas dos consórcios em operação de MG**

Consórcios “em operação”	ATOs	Municípios	Pop. Total (IBGE, 2010) hab.	Tecnologias <sup>1e2</sup>	Proposição das rotas tecnológicas <sup>3</sup>
CONDAVAP	ATO Conselheiro Lafaiete; ATO Barbacena	6	27.798	UTC	RT 1
CRSSF	ATO Ubá	2	6.713	UTC	RT 1
CONRESOL	ATO Viçosa	2	5.605	UTC	RT 1
CPGIRS	ATO Poços de Caldas; ATO Pouso Alegre	5	45.802	AS	RT 2
CIDERSU	ATO Alfenas; ATO Varginha; ATO Pouso Alegre	10	105.746	AS	RT 2
CPGRS	ATO Itabira; ATO Ponte Nova	6	131.285	AS	RT 2
CONCASS	ATO São João Del Rei	3	6.149	UTC	RT 1
CONVALE	ATO Uberaba; ATO Uberlândia; ATO Frutal	11	367.281	AS	RT 3
CIMASAS	ATO Itajubá; ATO Pouso Alegre	13	161.157	AS, UTC	RT 2
ECOTRES	ATO Conselheiro Lafaiete	3	190.111	AS	RT 2

Fonte: Adaptado de FERREIRA et al, 2018

Notas:

(1) AS: Aterro Sanitário; UTC: Usina de Triagem e Compostagem

(2) FEAM (2017).

(3) RT: Rota Tecnológica

Na Tabela 4 observa-se que 50% dos consórcios em operação possuem população total superior à 100 000 habitantes. Assim em decorrência desse porte populacional, aterros sanitários regionais são utilizados pelos municípios consorciados como tecnologia adequada para disposição final de seus RSU. Os de menor porte, com população total inferior à 30 000 habitantes, têm adotado as Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) para tratamento e disposição final. Observa-se, portanto, que a escolha dos sistemas de destinação está relacionada à quantidade da população atendida pelos



consórcios tendo em vista que custos da disposição em aterros sanitários tende a diminuir conforme se aumenta a escala.

A Tabela 5 apresenta uma sugestão de rotas tecnológicas a ser melhor estudada para os municípios dos dez consórcios em operação, destacando que deverá considerar a inserção das cooperativas de catadores no processo de gestão dos RSU e que a garantia de uma gestão eficiente de RSU requer ainda que se estabeleçam mecanismos de conscientização da população, bem como políticas e ações de educação ambiental e que estudos de viabilidade técnica e econômica sejam necessários para cada tecnologia específica.

**Tabela 5: Proposição de Rotas tecnológicas dos consórcios em operação em MG**

RT	Coleta		Matéria orgânica (grandes geradores)	Transporte	Central de Triagem	Compostagem	Aterro Sanitário	
	Diferenciada (coleta seletiva)	Indiferenciada					sem aproveitamento energético	com aproveitamento energético
RT 1a								
RT 1b								
RT 2a								
RT 2b								
RT 2c								
RT 3a								
RT 3b								
RT 3c								

Fonte: Adaptado de GRS/UFPE, 2014 e FERREIRA et al, 2018

Notas:

RT = Rota Tecnológica; a = proposição a; b = proposição b; c= proposição c

Na Tabela 5 apresenta-se a Rota Tecnológica 1 (opção a ou b). Os consórcios CONDAVAP, CRSSF, CONRESOL e CONCASS apresentam população atendida inferior a 30.000 habitantes (GRS/UFPE, 2014), o qual sugere-se como tendência a coleta diferenciada (seletiva) para todos os municípios e implantação de consórcio de aterro sanitário sem aproveitamento energético para os municípios dos consórcios; ou seja, o consórcio possua, pelo menos, um aterro sanitário compartilhado entre os municípios consorciados com coleta seletiva e uma central de triagem e compostagem. Se a opção for a coleta indiferenciada (opção 1b), o consórcio possua um aterro sanitário compartilhado.

Na Tabela 5 apresenta-se a Rota Tecnológica 2 (a,b,c). Os consórcios ECOTRES, CPGRS, CIMASAS, CPGIRS, CIDERSU apresentam população atendida superior a 30.000 habitantes (GRS/UFPE, 2014), o qual sugere-se como tendência a coleta diferenciada (seletiva), Central de Triagem e compostagem com coleta de matéria orgânica diferenciada para os grandes geradores para todos os municípios, e

implantação de consórcio de Aterro Sanitário compartilhado sem reaproveitamento energético para os municípios dos consórcios. O transporte poderá incluir, a depender das distâncias, estações de transbordo que reduzem os custos do sistema. Se a opção for a coleta indiferenciada (opção 2c), o consórcio possua um aterro sanitário compartilhado sem reaproveitamento energético.

Para a Rota Tecnológica 3 a,b,c (Tabela 5). O consórcio CONVALE com população atendida acima de 250.000 habitantes (GRS/UFPE, 2014), o qual sugere-se como tendência a coleta diferenciada (seletiva), Central de Triagem e compostagem com coleta de matéria orgânica diferenciada para os grandes geradores para todos os municípios, e implantação de consórcio de Aterro Sanitário compartilhado com reaproveitamento energético para os municípios do consórcio. A consideração de unidades de transbordo poderá viabilizar as operações em municípios com distâncias superiores a 25 km entre as áreas de coleta e o local de disposição final (GRS/UFPE, 2014). Se a opção for a coleta indiferenciada (opção 3c), o consórcio possua um aterro sanitário compartilhado com reaproveitamento energético.

## CONCLUSÃO

Em Minas Gerais, os consórcios têm se mostrado uma alternativa na gestão e no gerenciamento dos RSU, tendo em vista a predominância, 84.8%, de municípios de pequeno porte com população inferior a 20 000 habitantes. Apesar do incentivo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os consórcios operantes encontram-se inseridos em 15 ATOs e contam com participação de apenas 7% dos municípios do Estado.

O artigo contribui para a avaliação dos consórcios públicos em operação como uma alternativa no campo da gestão de RSU, atendendo um maior número de municípios que viabilize a gestão dos RSU com o objetivo de fortalecer os consórcios fornecendo o suporte necessário ao desenvolvimento das atividades do sistema de manejo de resíduos sólidos com vistas à estruturação dos serviços no contexto para modelos de Regulação.

## AGRADECIMENTOS

*Os autores agradecem à CAPES pelo apoio à pesquisa por meio de bolsas e outros auxílios e ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG. Ao Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/GRS) , e à Fundação Estadual do Meio Ambiente pelo apoio ao desenvolvimento do presente trabalho.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGÊNCIAS DE REGULAÇÃO (2015). Saneamento Básico. Regulação ABAR, 2015.
2. -----ABAR(2017). Saneamento Básico. Regulação ABAR, 2017.
3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010.
4. -----Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília.2007.
5. FERREIRA, C. F. A.; ROCHA G.H.T; MYSSIOR, S., FONSECA, F.P. (2010) Proposta do plano de regionalização de Minas Gerais para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos. In: X Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Maceió:ABES.
6. FERREIRA,C.F.A; LANGE, L.C; MACEDO, L.A.R. (2018). Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Um Panorama em Minas Gerais. Análise da proposta de rotas tecnológicas dos consórcios nos Arranjos Territoriais Ótimos em Minas Gerais. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro 2018.
7. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM (2009). Plano Preliminar de Regionalização da Gestão de Resíduos Sólidos para o Estado de Minas Gerais – Vol. 4 Plano Preliminar. Belo Horizonte.
8. ----- . FEAM (2017) Listagem dos consórcios em operação. Belo Horizonte: 2017.
9. ----- .FEAM (2018). Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2017. Belo Horizonte, 135 p, 2017.
- 10 GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (2014). Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Japão e Estados Unidos. (Projeto GRS/FADE/UFPE/BNDES). Recife, 2014.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE (2010). Censo 2010. <https://censo2010.ibge.gov.br/> (acesso em 12 abril 2019).
12. -----IBGE (2017). Pesquisa de Informações Básicas Municipais de Saneamento. <https://ibge.gov.br/> (acesso em 12 abril 2019).