

# GESTÃO AMBIENTAL

---

Volume 2



Editora Poisson

Editora Poisson

# Gestão Ambiental

## Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2018

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Dra. Cacilda Nacur Lorentz – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC  
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393

**Gestão Ambiental Volume 2/**

**Organização Editora Poisson – Belo Horizonte - MG : Poisson, 2018  
180p**

**Formato: PDF**

**ISBN: 978-85-93729-78-2**

**DOI: 10.5935/978-85-93729-78-2.2018B001**

**Modo de acesso: World Wide Web**

**Inclui bibliografia**

**1. Meio ambiente 2. Gestão. I. Título**

**CDD-658.8**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1:</b> Avaliação do funcionamento de uma estação de tratamento de efluentes de um curtume na cidade de Uberlândia – MG.....	6
Kátia Pontes Vargas, Eleonora Henriques Amorim de Jesus, Lara Letícia Galdino Amorim	
<b>Capítulo 2:</b> Estudo da motivação populacional frente a coleta seletiva e a gestão operacional da central de triagem de resíduos sólidos na cidade de Arcos/MG .....	21
Catarina Teixeira, Tatiane Castaño Valadares	
<b>Capítulo 3:</b> Percepção ambiental da Escola Estadual Professor Alcício Araújo em Dourados-MS.....	27
Ana Paula Vieira da Silva, Elinalva Silva de Lira Manvailier, Gabriela Zacarias Macedo, Karine Sales Arendt, Graciela Gonçalves de Almeida	
<b>Capítulo 4:</b> Comportamento da percolação de poluentes hidrocarbonetos em função da textura do solo .....	33
Laianne Batista Vieira Fogaça, Breno França Martins, Lara Letícia Galdino Amorim, Fabrício Pelizer de Almeida.	
<b>Capítulo 5:</b> Prevenção e contenção de processos erosivos causados pela expansão urbana em Belo Horizonte/MG.....	43
Juliana Pinheiro Gonçalves, Eduardo Teixeira Gregório, Camila Moreira de Assis, André Bicalho Luz, Bárbara Carolina de Oliveira Passos, Bianca de Castro Sampaio, Jeisiane Rodrigues Pinto, João Cláudio Dimeira, Nayla Izabel Souza Moreira	
<b>Capítulo 6:</b> Recomposição da mata ciliar no estado de Mato Grosso do Sul .....	52
Franciso Marcondes de Almeida, Andréa Teresa Riccio Barbosa	
<b>Capítulo 7:</b> Planejamento urbano e saneamento ambiental: as causas de alagamento em Bragança – Pará .....	58
Adryely Julianne Silva da Silva, Glorgia Barbosa de Lima de Farias	
<b>Capítulo 8:</b> Comitê de bacia hidrográfica do rio Ivinhema-MS: origens e desafios para atuação na área de resíduos .....	63
Fernando Antonio Bataghin, Marcelino de Andrade Gonçalves, Flávia Akemi Ikuta, Icléia Albuquerque de Vargas, Marcela Avelina Bataghin Costa	
<b>Capítulo 9:</b> Gestão e gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde no município de Dourados - MS, Brasil .....	70
Fernando Antonio Bataghin, Marcelino de Andrade Gonçalves, Flávia Akemi Ikuta, Icléia Albuquerque de Vargas, Marcela Avelina Bataghin Costa	
<b>Capítulo 10:</b> O rio doce no trecho urbano dos bairros Esplanadinha, São Pedro e Universitário em Governador Valadares- MG.....	77
Miriele Marques de Souza, Daniela Martins Cunha, Fábio Monteiro Cruz	

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 11:</b> Gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde: percepção do aluno do curso técnico em enfermagem .....	78
Dayane Clock, Jane Terezinha Sgrott, Roni Regina Miquelluzzi, Márcia Bet Kohls, Therezinha Maria Novais de Oliveira	
<b>Capítulo 12:</b> Estudo comparativo da viabilidade econômica da instalação de diferentes sistemas de dessalinização .....	90
Carla Gabriela Azevedo Misael, Camila Barata Cavalcanti,, Josiele Souza Batista Santos, Mário Gomes da Silva Júnior, Sidinei Kleber da Silva	
<b>Capítulo 13:</b> Análise de viabilidade econômica para instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede na região norte de Mato Grosso .....	99
Douglas dos Anjos Rodrigues, André do Amaral Penteado Biscaro	
<b>Capítulo 14:</b> Aproveitamento de águas pluviais e águas cinzas no ambiente doméstico .....	108
Sebastião Tomas Carvalho, Gabriela Soares Pereira, Vanessa Silva de Oliveira, Milton Edgar Pereira Flores	
<b>Capítulo 15:</b> Recuperação e revitalização da área de preservação permanente às margens do Córrego das Acácias - Parque Gentil Diniz, Contagem-MG .....	118
Kelvin Nunes Vianini, Ana Elisa Rocha Rios, Gabriela Oliveira	
<b>Capítulo 16:</b> A sustentabilidade no setor extrativista da floresta amazônica: percepções e conceitos .....	125
Cristinne Leus Tomé, André do Amaral Penteado Biscaro, Douglas dos Anjos Rodrigues	
<b>Capítulo 17:</b> Crimes ambientais registrados em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte .....	132
Beatriz Silva de Souza, Francisco de Assis Braga	
<b>Capítulo 18:</b> Iniciativas sustentáveis da comissão de coleta seletiva solidária Cefet/RJ - Campus Petrópolis .....	143
Suzana Santos Campos, Roberta Rocha da Silva Leite, Luciana de Souza Castro	
<b>Capítulo 19:</b> Implementação de eficiência energética em uma edificação militar: levantamento bibliométrico .....	154
Marcus do Nascimento Rachid, Andrea Riccio Barbosa, José Carlos de Jesus Lopes	
<b>Capítulo 20:</b> Cogeração de energia através do Efeito Seebeck: um estudo bibliométrico .....	161
Hilton James de Lima Nunes, Andréa Teresa Riccio Barbosa, José Carlos de Jesus Lopes, Luiz Miguel Renda dos Santos	
<b>Autores:</b> .....	168

# CAPÍTULO 1

## *AValiação DO FUNCIONAMENTO DE UMA ESTaÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UM CURTUME NA CIDADE DE UBERLÂNDIA - MG*

*Kátia Pontes Vargas*

*Eleonora Henriques Amorim de Jesus*

*Lara Letícia Galdino Amorim*

**Resumo:** Com a crescente industrialização global aumentam os despejos de efluentes líquidos nos corpos hídricos fazendo-se necessário um tratamento eficaz a fim de remover sua carga poluidora antes de serem descartados. Uma estação de tratamento de efluentes que possui em seu processo o sistema de lodos ativados apresenta grande eficiência na remoção de poluentes. O sistema de lodo ativado depende principalmente da ação dos microrganismos para funcionar corretamente, sendo que os parâmetros físico-químicos colaboram e são essenciais para garantir o bom desempenho do processo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema de lodo ativado de um curtume localizado em Uberlândia-MG analisando e avaliando características físico-químicas presentes nele no período de janeiro a março de 2014. Verificou-se no período analisado com as análises laboratoriais que o sistema está atuando para uma elevada remoção da carga poluidora com uma média de eficiência na remoção de DBO de 93% e de DQO de 92%. Para alguns parâmetros de controle do sistema de lodo ativado constatou-se a necessidade de alguns ajustes operacionais para alcançar o perfeito funcionamento do sistema.

**Palavra-chave:** Efluentes, Lodo Ativado, Microrganismos.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da preocupação com a qualidade e a disponibilidade dos recursos naturais, com destaque para os recursos hídricos, fez com que surgisse uma pressão a nível mundial sobre as atividades potencialmente poluidoras para que estas tomassem medidas de precaução e remediação quanto à geração de impactos ambientais causados pelo desenvolvimento de seus processos. Juntamente com essa exigência global, os órgãos ambientais criaram leis e medidas de execução mais rígidas para proteger e garantir a perenidade dos recursos naturais. Além disso, é cada vez mais nítido o interesse de pequenos a grandes empreendimentos e organizações preservarem os recursos naturais disponíveis, minimizando seus impactos principalmente com o objetivo de serem sustentáveis perante a sociedade e aos seus clientes.

Empreendimentos de várias naturezas (industrial, mineradora, agrícola e etc.) causam impactos ambientais de diferentes tipos e escalas, sendo comumente identificada a geração de resíduos sólidos e líquidos que quando não tratados e dispostos inadequadamente podem contaminar a água e o solo. Os resíduos líquidos gerados nos processos de tais empreendimentos são denominados de efluentes, os quais podem possuir diferentes características quantitativas e qualitativas de acordo com o seu surgimento na fonte geradora considerando cada processo e matéria prima utilizada. As indústrias que processam o couro animal, a fim de produzirem o couro curtido que serve de matéria prima para a fabricação de diversos artigos para mobília, automóveis e vestuário, são conhecidas como curtumes.

Os curtumes geram em seus efluentes, altas concentrações de cargas poluidoras e odores desagradáveis ocasionando elevado impacto ambiental, o que juntamente com o cumprimento de legislações pertinentes, motivou a busca dessas indústrias por novas técnicas, estudos e inovações tecnológicas em equipamentos para melhorias na eficiência do tratamento de seus efluentes (SOUZA, 2007).

O efluente gerado por curtumes que desenvolvem a atividade de fabricação de couro semiacabado não associada ao curtimento apresentam diversos tipos de compostos químicos como sais e metais pesados e diversas características físico-químicas como teores de sólidos, acidez, cor,

turbidez, elevada demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). De acordo com o artigo 3º da Resolução CONAMA nº 430 (2011), “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados nos corpos receptores após o devido tratamento [...]”. Sendo assim, existem distintas formas de tratamento de efluentes de curtumes que envolvem processos físicos, químicos e biológicos para a eliminação e neutralização dos poluentes presentes no efluente, antes de serem lançados nos corpos receptores.

No curtume a ser avaliado, preliminarmente, processos físicos são utilizados para remoção de materiais grosseiros. Na etapa primária, processos físico-químicos são responsáveis pela sedimentação de partículas sólidas em suspensão, onde essas partículas se sedimentam no fundo de um decantador formando o lodo primário. Durante o tratamento secundário que objetiva a remoção da matéria orgânica ainda presente, o efluente passa por um reator biológico de lodo ativado aerado por meio de ar difuso. No sistema de lodo ativado, que será objeto desse trabalho, colônias de microrganismos em condições aeróbias degradam a matéria orgânica presente no efluente, formando uma biomassa chamada lodo ativado. Após essas etapas de tratamento, o efluente é encaminhado para a sua destinação final, que é na rede pública coletora de esgotos.

Nesse trabalho, visando verificar a eficiência do sistema de lodo ativado do curtume citado quanto à remoção de poluentes e as condições dos parâmetros e variáveis que influenciam no pleno funcionamento deste sistema, serão avaliados resultados de análises físicas, químicas e biológicas do lodo ativado e do efluente, objetivando-se também a melhoria contínua no sistema. .

## 2. JUSTIFICATIVA

Este estudo surgiu da necessidade de avaliar - principalmente em escala ambiental - o efluente tratado final, após ter sido implantado um novo reator biológico de lodo ativado por meio de ar difuso, o qual, por apresentar melhor distribuição de oxigênio, favorece o consumo da matéria orgânica pelos microrganismos presentes no lodo ativado.

Após a verificação dos resultados analíticos obtidos com esse estudo, poderão obter-se soluções para possíveis problemas



identificados, auxiliando o curtume a tomar medidas corretivas para alcançar a eficiência ideal no sistema de lodos ativados que exige um controle efetivo. Essa pesquisa também poderá servir de referencial para outros curtumes que apresentam o mesmo processo produtivo deste, com características do efluente idênticas ou parecidas, na solução de problemas ou melhorias no seu sistema de tratamento.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência do sistema de lodo ativado no tratamento do efluente de um curtume quanto à remoção de poluentes e quanto aos parâmetros de controle de operação do mesmo.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a remoção de poluentes comparando o efluente de entrada do tratamento e efluente tratado final. Verificar se os parâmetros de controle do sistema de lodo ativado estão atuando para o bom funcionamento do mesmo. Propor medidas corretivas no processo de tratamento se for necessário.

### 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 4.1 A INDÚSTRIA DE COUROS NO BRASIL

O Brasil é um grande produtor de couros a nível mundial, ocupando posição de destaque em exportações deste produto. Somente no mês de setembro de 2013, o Brasil exportou 3.177 milhões de couros bovinos, o que representa um valor total de US\$ 221.823 milhões. Considerando o ano de 2013, os principais países que receberam o couro brasileiro foram China, Itália e Estados Unidos. Vale ressaltar que devido ao Brasil possuir um dos maiores rebanhos bovinos no mundo, a maior parte de sua produção coureira é provinda de couro bovino (CICB, 2013). A indústria brasileira de couros possui 702 plantas de médio, grande e pequeno porte, além de pequenos curtumes artesanais sem registro formal, que empregam milhares de pessoas por todo o país. As empresas produtoras de couros estão concentradas na região Sul e Sudeste representando 75% do total, conforme mostra a Tabela 1 (ABDI, 2011).

Tabela 1 – Distribuição das empresas brasileiras de couro por região

Região	Empresas	
	Quantidade e	Porcentagem (%)
Centro-Oeste	63	9
Nordeste	90	13
Norte	25	4
Sudeste	243	35
Sul	281	40

Fonte: Autor do Trabalho, 2014

A unidade industrial do curtume localizado na cidade de Uberlândia – Minas Gerais que terá seu sistema de tratamento de efluentes analisado neste estudo realiza as atividades de industrialização de couros Wet Blue até transformá-los em couros semiacabados que já se encontram em um estágio intermediário de processamento com características pré-estabelecidas para usos de estofamento mobiliário, automotivo ou artefatos. Para que o leitor conheça e se habitue a este processo produtivo, serão descritas a seguir as etapas de industrialização do couro que são praticadas pelo curtume estudado neste trabalho.

#### 4.2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COURO SEMIACABADO

A matéria prima utilizada, o couro Wet Blue, passa primeiramente pelo processo de remolho que tem por finalidade hidratar e eliminar impurezas, preparando o couro para as etapas seguintes. O remolho acontece nos fulões de bater que são máquinas que rotacionam em seu próprio eixo a uma velocidade de aproximadamente seis rotações por minuto (rpm).

Nesta etapa, o fulão é abastecido com água a temperatura adequada (entre 18°C e 30°C) para o processo e são adicionados produtos químicos próprios para que o couro atinja as características desejadas. Após sair dos fulões de remolho, o couro que se encontra encharcado, é encaminhado para a máquina enxugadeira, que o conduz entre um conjunto de rolos e tapetes de feltro submetendo-o a grandes pressões que irão retirar o excesso de umidade, cumprindo o objetivo desta etapa.

Ao sair da enxugadeira o couro passa linearmente pela medidora que está acoplada a primeira e é composta por fotocélulas dispostas em uma esteira, onde sua área vai



ser medida em metros ou pés quadrados. Nesta fase o couro é separado por uma máquina dividindo-o em duas partes: a parte nobre, conhecida como flor, e a raspa que é separada por espessura, pesada e vendida como subproduto. O objetivo da divisão é atingir a espessura de acordo com o artigo final que se quer obter.

No rebaixamento, o couro é submetido a um processo mecânico com o intuito de regularização e acerto de espessura, também em função do artigo final. O couro também passa pelo processo de recorte pós-rebaixamento, que consiste na retirada de sobras, rebarbas e imperfeições existentes nas extremidades do couro feito manualmente com facas. Novamente dentro de fulões, ocorrem às etapas de recurtimento, tingimento e engraxe, através de processos químicos que vão conferir a maioria das propriedades finais do couro como cor, maciez, firmeza de flor, enchimento, eliminação da elasticidade, capacidade de gravação, solidez a luz, resistência ao suor e impermeabilidade. De acordo com o artigo final é que se determina a formulação química e sua diluição em água e demais características.

Todas essas etapas são cercadas de vários controles como potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, tempo e volume de banho. Finalizada a etapa de recurtimento, o couro passa pelo processo de secagem para retirar a umidade que se encontra na estrutura fibrilar e na superfície do couro e estiramento, ocorrendo o ganho de área superficial. A secagem ocorre das seguintes maneiras:

- A. Secagem via estaquiamento: o couro é esticado em uma tela e preso nela por grampos em todas as suas extremidades. Esta tela é encaminhada mecanicamente para uma grande câmara com circulação de ar aquecido e com controle de temperatura e umidade;
- B. Secagem a vácuo: nesse sistema, o couro é disposto horizontalmente em uma plataforma onde será prensado e com a redução da pressão, o ponto de ebulição da água cai e esta evapora mais rapidamente.

O acondicionamento consiste na reposição da água perdida durante a secagem visando atingir a porcentagem adequada de umidade

para que o couro possa ser submetido aos posteriores trabalhos mecânicos. Esse processo é realizado por pulverização de água na superfície do couro em uma máquina que possui um tipo de esteira feito de fios de nylon, denominada reumectadora. Após o acondicionamento o couro deve descansar por pelo menos oito horas. Com o objetivo amaciar o couro, este passa por um equipamento composto de uma esteira que possui pinos alternados na parte superior e inferior que comprimem o couro fazendo com que suas fibras se distendam.

Os couros possuem imperfeições como marcas de bernes, carrapatos e riscos abertos na sua superfície tornando-a irregular na maioria das vezes. Para corrigir esses defeitos é utilizada uma espécie de massa conhecida como estuco, fabricada de acordo com o couro a ser estucado, e que, manualmente com o apoio de uma espátula, é passada sobre os pontos irregulares. Após a estocagem, o couro passa por um tempo de descanso para que o estuco seque e se fixe sobre sua superfície. Na fase de lixamento, a superfície do couro é lixada com o objetivo de eliminar todos os defeitos ainda existentes e nivelar a massa de estuco. O procedimento de lixamento é realizado na máquina denominada lixadeira, que tem acoplada a ela uma desempoadeira, cujo objetivo é retirar o pó proveniente do lixamento.

Geralmente o couro é lixado antes e depois da estocagem. Na sequência do lixamento é realizado um novo recorte nas extremidades do couro retirando partes desnecessárias. Para essa operação utilizam-se facas pequenas ou facas giratórias automáticas. Durante todo o processo citado são realizadas vistorias com o objetivo de classificar o couro de acordo com um padrão de classificação, o que também ocorre nesta etapa final. Posteriormente ocorre uma nova medição já que o couro ganhou novas medidas e é vendido em área. Forma-se então o lote de couros que é embalado e expedido para os clientes finais.

#### 4.3 EFLUENTES E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO AMBIENTE

Os efluentes podem ser categorizados em industriais e sanitários. Os efluentes sanitários são aqueles rejeitos líquidos constituídos por esgotos domésticos, águas de infiltração e efluentes industriais lançados na rede pública coletora de esgotos. Já os industriais são aqueles gerados por processos em indústrias (BRAGA, 2005).

A partir da Revolução Industrial, a explosão das indústrias trouxe consigo a geração desenfreada de rejeitos líquidos e sólidos. Inicialmente não existia a preocupação com a carga poluidora que o efluente de determinadas indústrias poderia ter e o impacto causado por este quando despejado indiscriminadamente no meio ambiente. Um infinito e diversificado número de produtos e processos produtivos são utilizados pelas indústrias, nos quais são utilizadas inúmeras matérias primas de diversas fontes.

Os efluentes, então, são variáveis de acordo com a fonte geradora. Desta forma, é necessário que se conheça profundamente as características do efluente industrial para determinar o tipo de tratamento adequado e atender os padrões de lançamento estabelecidos (BRAGA, 2005).

A atividade industrial que gera efluentes líquidos e não os trata antes de despejá-los nos corpos receptores causa impactos permanentes aos recursos naturais, principalmente no solo e na água. Com o passar do tempo, conferências e estudos mundiais mostraram a importância de se tratar o efluente industrial para preservar os recursos naturais e as legislações passaram a cobrar efetivamente o tratamento desses efluentes dentro das indústrias. Os efluentes podem ser tratados e reutilizados dentro do próprio processo da indústria, reduzindo custos e mitigando impactos ambientais.

#### 4.4 PROCESSOS E NÍVEIS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Com o objetivo de remover a carga poluidora do efluente, uma estação de tratamento de efluentes envolve processos químicos, físicos e biológicos para atingir uma qualidade de tratamento eficiente. Os processos físicos são responsáveis pela separação e remoção de substâncias sólidas do líquido susceptíveis a essa ação física. Os processos químicos ocorrem com a adição de produtos químicos para desencadear certas reações e remover compostos em que os processos físicos não conseguiram atuar. Os processos biológicos dependem da ação de microrganismos no meio para a remoção da carga poluidora.

Os níveis de tratamento de efluentes industriais são categorizados da seguinte forma:

- A. Tratamento preliminar: possui o objetivo de remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areia.

- B. Tratamento primário: consiste na remoção de sólidos suspensos, sedimentáveis e não sedimentáveis.
- C. Tratamento secundário: remoção de matéria orgânica por ação de microrganismos.
- D. Tratamento terciário: aplicado para remover poluentes que não foram removidos nas etapas anteriores.

#### 4.5 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES UTILIZADO NO CURTUME A SER AVALIADO

O tratamento de efluentes do curtume estudado consiste no tratamento preliminar, primário e secundário com um volume diário de tratamento de 1.000 m<sup>3</sup>.

No tratamento preliminar, os efluentes gerados em toda a indústria são coletados por meio de canaletas e passam primeiramente por gradeamento onde são retidas e retiradas às partículas grosseiras como carnaças do couro, plásticos e outros materiais. Posteriormente, o efluente passa pela caixa de gordura, onde óleos e graxas serão retirados. Esses dois processos ajudam na conservação de equipamentos como bombas, tubulações, registros e válvulas. Após passar pela caixa de gordura, o efluente passa novamente por um novo gradeamento.

O efluente segue para a calha Parshall onde é medida a vazão de entrada dele através de um medidor ultrassônico e em seguida passa por uma peneira estática autolimpante que possui a mesma função do gradeamento. O efluente é então encaminhado por gravidade para o equalizador que possui a função de homogeneizá-lo através da mistura realizada por um aerador flutuante. No equalizador também é feito o ajuste de pH através da adição de cal hidratada, buscando atingir uma faixa entre 8,0 e 11,0, o que irá depender das características do efluente de entrada do equalizador.

No tratamento primário, o efluente recebido é bombeado do equalizador para o tanque de tratamento físico-químico onde serão adicionados o coagulante (sulfato de alumínio) e o polímero para a formação dos flocos que serão decantados no decantador primário, após o efluente ter sido encaminhado para ele. O lodo formado do decantador primário é recalcado para a prensa e a centrifuga de lodo

e enviado para disposição final, já o efluente primário segue por gravidade para o tratamento secundário.

No reator biológico aerado por meio de ar difuso, os microrganismos atuam na decomposição da matéria orgânica. O efluente e o lodo ativado presente no reator são estabilizados e encaminhados por gravidade para o decantador secundário onde ocorre a sedimentação do lodo que é recalado novamente para o reator biológico e o efluente passa por outra calha Parshall para medir a vazão de saída e segue para a destinação final que é na rede pública coletora de esgotos. O lodo em excesso do reator biológico é destinado para ser prensado ou centrifugado.

#### 4.6 SISTEMA DE LODO ATIVADO COMO TRATAMENTO SECUNDÁRIO

O sistema de lodo ativado é utilizado para o tratamento de efluentes sanitários e industriais principalmente quando o efluente possui alta carga poluidora e se deseja que haja uma elevada qualidade no efluente tratado (VON SPERLING, 1997). O princípio básico do processo de lodo ativado é a depuração da matéria orgânica por microrganismos aeróbicos. Existem muitas variantes no processo de lodos ativados e os sistemas podem ser classificados de acordo com a idade do lodo (lodo ativado convencional ou aeração prolongada); de acordo com o fluxo (fluxo contínuo ou intermitente) ou ainda de acordo com objetivos do tratamento (remoção de carbono ou remoção de carbono e nutrientes) (VON SPERLING, 1997).

O curtume avaliado apresenta uma junção dessas variantes em um sistema de lodos ativados com aeração prolongada de fluxo contínuo que possui de forma sequencial na etapa de tratamento biológico o reator aerado, o decantador secundário e o reciclo do lodo. No reator aerado ocorre a degradação da matéria orgânica, onde a biomassa, que é formada pelos microrganismos, consome o substrato existente no efluente de entrada do reator.

No decantador secundário ocorre a sedimentação das partículas sólidas que ainda restaram no sistema e por fim, essa biomassa sedimentada é retornada para o reator por meio de bombeamento (reciclo de lodo), aumentando a concentração de biomassa no mesmo (VON SPERLING, 1997). O reator biológico do curtume possui um volume de

6505 m<sup>3</sup>. O efluente que entra no reator fornece alimento na forma de DBO para os microrganismos para que eles cresçam e se reproduzam de forma contínua. Caso as populações de microrganismos cresçam indefinidamente e atinjam grandes concentrações, a transferência de oxigênio seria dificultada.

Logo, o decantador secundário ficaria sobrecarregado e a sedimentação seria insatisfatória. Esse excesso de biomassa é denominado lodo biológico excedente, que deve ser retirado do sistema na mesma quantidade de biomassa que é aumentada por reprodução (VON SPERLING, 2005).

#### 4.7 SISTEMA DE AERAÇÃO POR AR DIFUSO

O sistema de aeração por ar difuso é composto por difusores de ar mergulhados no líquido presente no reator, por tubulações de distribuição e transporte de ar, sopradores e outros equipamentos por onde o ar passa. O ar é introduzido no fundo do tanque e o oxigênio é transferido ao meio líquido à medida que a bolha se eleva a superfície (VON SPERLING, 1997).

O sistema avaliado nesse estudo é aerado por meio de difusores porosos feitos de membranas flexíveis que ao receberem o ar inflam-se permitindo o alargamento de pequenas aberturas que irão difundir o ar no meio líquido. A demanda de transferência de oxigênio é variável e pode ser moldada através do controle dos sopradores e do sistema de distribuição de ar (VON SPERLING, 1997). Os sistemas de aeração em reatores podem ser ainda por meio de agitadores mecânicos ou uma combinação deste com os difusores.

#### 4.8 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS COM O TRATAMENTO DE EFLUENTES

O curtume estudado por lançar seu efluente na rede pública coletora de esgotos, deve atender a legislação municipal PREMEND (Programa de Recebimento de Efluentes não Domésticos) disposta sob Decreto nº 13.481 de 22 de junho de 2012, e todos os parâmetros e limites por ela estabelecidos antes de descartar seus efluentes. Essa legislação foi criada para que todas as industriais descartem seus resíduos líquidos em condições adequadas para o posterior tratamento pelo sistema público, tornando-o compatível com o esgoto doméstico (UBERLÂNDIA, 2012).

A Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 05 de maio de 2008 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes também é utilizada pelo curtume apenas como parâmetro para verificação da eficiência de seu tratamento, já que a mesma não lança seu efluente diretamente no corpo hídrico (MINAS GERAIS, 2008).

#### 4. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE REMOÇÃO DA CARGA POLUIDORA E RELACIONADOS COM O CONTROLE DO SISTEMA DE LODOS ATIVADOS

##### 4.9 DBO E DQO

A DBO e a DQO são parâmetros que indicam o grau de carga poluidora (matéria orgânica) em um efluente.

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição em condições anaeróbias. Quando maior a quantidade de matéria biodegradável no efluente maior será sua DBO (NUVOLARI et al, 2003). Para verificar a eficiência de remoção de DBO é necessário avaliar o efluente de entrada e saída do reator biológico. A remoção de DBO em curtumes que operam suas estações de tratamento de efluentes com o sistema de lodo ativado atinge um valor médio de 90%. Equação para avaliar eficiência de remoção de DBO:

$$EF(\%) = \left( \frac{DBOe - DBOs}{DBOe} \right) \times 100 \text{ equação (1)}$$

onde:

EF (%) = Eficiência de remoção em porcentagem

DBOe = DBO entrada do reator biológico

DBOs = DBO saída final

A DQO determina o consumo de oxigênio pelos microrganismos para oxidar compostos orgânicos, biodegradáveis ou não, exclusivamente pela oxidação química

(NUVOLARI et al, 2003). Para verificar a eficiência de remoção de DQO deve proceder-se da mesma maneira da DBO, substituindo os valores de DBO pelos de DQO.

#### 5. TEORES DE SÓLIDOS SUSPENSOS

As partículas que se encontram em suspensão na água são conhecidas como sólidos suspensos (SS) e para o sistema de lodos ativados seus teores devem ser analisados de acordo com o tipo de sólidos suspensos. Os sólidos suspensos voláteis (SSV) representam a massa de microrganismos presentes no sistema.

Os sólidos suspensos fixos (SSF) são os componentes inertes dos sólidos em suspensão. Os sólidos suspensos totais (SST) são a soma dos SST E SSF. Para conservar a biomassa de sólidos ativa no reator biológico é preciso manter valores entre 10% e 30% de sólidos fixos e 70% a 90% de sólidos voláteis. A relação entre os SS e os SSV deve ser mantida nesta faixa a fim de garantir o material ativo no tanque, responsável pela depuração da matéria orgânica (CLAAS,2007).

#### 5.1 PARÂMETROS DE CONTROLE DO SISTEMA DE LODOS ATIVADOS

##### RELAÇÃO F/M

A relação F/M (food-to-microorganism ratio) é a quantidade de alimento ou substrato disponível por unidade de massa dos microrganismos, ou seja, representa a carga disponível, e estabelece relação direta com a eficiência do sistema (SPERLING, 1997). Quanto menor a disponibilidade de DBO fornecida às bactérias (baixa relação F/M) a busca pelo alimento é maior e a remoção de DBO se torna mais eficiente. De modo inverso, quanto maior a disponibilidade de DBO fornecida às bactérias (alta relação F/M), menor será a remoção de DBO (VON SPERLING, 1997). O parâmetro F/M em lodos ativados com aeração prolongada deve variar entre 0,05 a 0,15 Kg DBO5/Kg SSV dia segundo Jordão (1977, apud MACIEL, 2002, p.90). A relação F/M é expressa como:

$$\frac{F}{M} = \frac{Q \cdot S_0}{V \cdot X_v} \quad \text{equação (2)}$$

onde:

Q = Vazão do efluente (m<sup>3</sup>/dia)

S<sub>0</sub> = Concentração de DBO no efluente (g/m<sup>3</sup>)

V = Volume do reator (m<sup>3</sup>)

X<sub>v</sub> = Concentração de sólidos suspensos voláteis (SSV) (g/m<sup>3</sup>)

F/M = carga de lodo (gDBO fornecidos por dia/g SSV)

## 5.2 ÍNDICE VOLUMÉTRICO DE LODO

Para a constatação da sedimentabilidade do lodo é realizada a verificação do índice volumétrico de lodo (IVL) que é definido como o volume ocupado por grama de lodo após uma decantação de 30 minutos (SD30). Quando maior o IVL, maior será a sedimentabilidade do lodo. Com a utilização da tabela 2 é possível determinar a qualidade da sedimentabilidade do lodo de acordo com o valor de IVL obtido. Equação para determinação do IVL:

$$IVL = \frac{SD30}{SSRB} \quad \text{equação (3)}$$

onde:

SD30 = Volume ocupado por grama de lodo após uma decantação de 30 minutos (mg/L)

SSRB = Sólidos suspensos no reator biológico (mg/L)

Tabela 2 – Interpretação aproximada do resultado do Índice volumétrico do Lodo

Sedimentabilidade	Faixas de Valores de IVL (mL/g)
Ótima	0 – 50
Boa	50 – 100
Média	100 – 200
Ruim	200 – 300
Péssima	>300

Fonte: Autor do Trabalho, 2014.

## 5.3 IDADE DO LODO

O parâmetro idade do lodo (IL) mede o tempo, em dias (residência celular) que os microrganismos são mantidos no sistema. O tempo deve ser suficiente para que os microrganismos degradem a matéria orgânica, se esse tempo for ultrapassado pode resultar em uma concentração alta de material biológico (CLAAS, 2007). Conforme Von Sperling (1997), a idade do lodo típica para sistemas de lodos ativados com aeração prolongada é de 18 a 30 dias.

## 5.4 EXCESSO DE LODO BIOLÓGICO

A idade do lodo irá determinar o excesso desse lodo no reator biológico, e esta quantidade obtida deve ser descartada fora do sistema para mantê-lo equilibrado.

## 5.5 VAZÃO DE RECICLO DE LODO BIOLÓGICO

O lodo presente no decantador secundário é retornado para o reator biológico por conter biomassa composta por microrganismos que consomem a matéria orgânica e para manter a quantidade de SSV no reator.

## 6. VARIÁVEIS QUE INTERFEREM NO SISTEMA DE LODOS ATIVADOS.

### 6.1 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O teor de oxigênio dissolvido (OD) é de extrema importância no controle do sistema de lodos ativados, pois em excesso pode causar perdas e em falta pode resultar em um fator limitante no crescimento dos microrganismos. A faixa de concentração ideal de oxigênio dissolvido é de 1,0 a 2,0 mg/L (CLAAS, 2007). A NBR 12209 (1992), recomenda a concentração de 1,5 mg/L quando a idade do lodo for igual ou superior a 18 dias e 2,0 mg/L quando a idade do lodo for menor que 18 dias.

### 6.2 TEMPERATURA

As reações químicas e biológicas existentes tendem a aumentar com a temperatura, que influencia no metabolismo microbiano interferindo nas taxas de oxidação da matéria orgânica (VON SPERLING, 1997). Sawyer e Mc Carty (1978, apud VON SPERLING, 1997, p.105) “nas reações químicas, uma regra aproximada é de que a velocidade de reação



dobra para cada aumento de 10°C na temperatura do meio [...]”.

A temperatura é, então, um fator seletivo da biomassa, podendo ocasionar mudanças na mesma. O valor considerado ótimo para o crescimento e sobrevivência dos microrganismos no sistema está entre 20°C e 30°C, sendo que o valor máximo é de 40°C e o mínimo de 4°C. Além disso, a temperatura influencia na concentração de oxigênio na água: quanto maior a temperatura menor a concentração de oxigênio na água (VON SPERLING, 1997).

### 6.3 PH

O pH do sistema de lodos ativados desempenha um papel importante no seu funcionamento e, por isso, deve ser constantemente monitorado. A faixa de pH considerada ótima é de 6,0 a 8,0 (próximo do pH neutro), valores abaixo ou acima destes podem causar efeitos prejudiciais ao sistema. Mudanças bruscas de pH podem causar efeito tóxico para os microrganismos que são responsáveis pelo tratamento biológico, além de afetar as reações enzimáticas, diminuindo a velocidade das reações existentes no sistema (CLAAS, 2007).

### 6.4 NUTRIENTES

Os microrganismos necessitam de nutrientes para se desenvolverem e os elementos nitrogênio e fósforo, proporcionam essa condição. Segundo Claas (2007), a proporção ideal de nutrientes para lodos ativados que operam em faixas de crescimento ativo é dada por DBO:N:P = 100:5:1. É necessário verificar periodicamente a disponibilidade de nutrientes no efluente de entrada do reator para contatar se há ou não necessidade de dosagem de nutrientes no sistema de lodos ativados.

## 7. MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA – OBJETO DO ESTUDO

Este estudo de caso foi realizado na estação de tratamento de efluentes de um curtume localizado na cidade de Uberlândia – MG que realiza a atividade de fabricação de couro não associada ao curtimento, sendo as principais linhas de produção automotiva, mobília e artefatos.

### 7.2 PROCEDIMENTOS E MATERIAIS PARA COLETA E ANÁLISE

Para alcançar os objetivos deste estudo foram realizadas análises físico-químicas do efluente e do lodo para verificar a eficiência quanto à remoção da carga poluidora do sistema de lodos ativados e para avaliação dos parâmetros e variáveis que interferem no funcionamento e na operação do mesmo.

As amostras do efluente foram coletadas na entrada da ETE (efluente bruto), na entrada do reator biológico (efluente primário), na saída do decantador secundário (efluente final) e dentro do reator biológico. A amostra de lodo foi coletada no sistema de reciclo de lodo. Os parâmetros físico-químicos monitorados foram: DBO, DQO, OD, pH, temperatura, sedimentação do lodo, teor de nitrogênio e fósforo e sólidos suspensos.

As amostras para a determinação da DBO, DQO, sólidos suspensos, teor de nitrogênio e fósforo foram coletadas por um laboratório terceirizado, credenciado junto a Federação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) e acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, sendo que a metodologia das análises foi realizada de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-Methods.

Para a determinação do pH e da temperatura foram coletadas amostras em béqueres de 50 mL as quais foram analisadas em um pHmetro de bancada da marca FiveEasy modelo FE20, no laboratório da própria ETE. Já para a quantificação do OD, utilizou-se o aparelho oxímetro modelo Oxygem Meter AB 96008

Para a análise de sedimentação do lodo utilizou-se o cone Imhoff para coletar amostras de 1 litro de efluente dentro do reator biológico.

As análises de pH, temperatura, OD e sedimentação do lodo foram realizadas pela própria autora, sendo que todos os equipamentos e vidrarias utilizadas estavam todas calibradas. As calibrações são realizadas periodicamente por empresas especializadas terceirizadas.

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 3 mostra os valores de DBO e DQO encontrados nas análises dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2014 referentes ao efluente bruto, primário e final.



Tabela 3 – Resultados das análises de DBO e DQO (mg/L)

Parâmetro	Valor Efluente Bruto		Valor Efluente Primário		Valor Efluente Final	
	DBO	DQO	DBO	DQO	DBO	DQO
Jan/14	1.597,06	4.049,50	1.235,46	3.239,80	110,66	296,00
Fev/14	1.383,33	3.640,00	1.016,66	2.576,50	105,00	278,00
Mar/14	1.466,63	3.887,00	1.133,30	2.876,00	116,60	299,30

Fonte: Autor do Trabalho, 2014

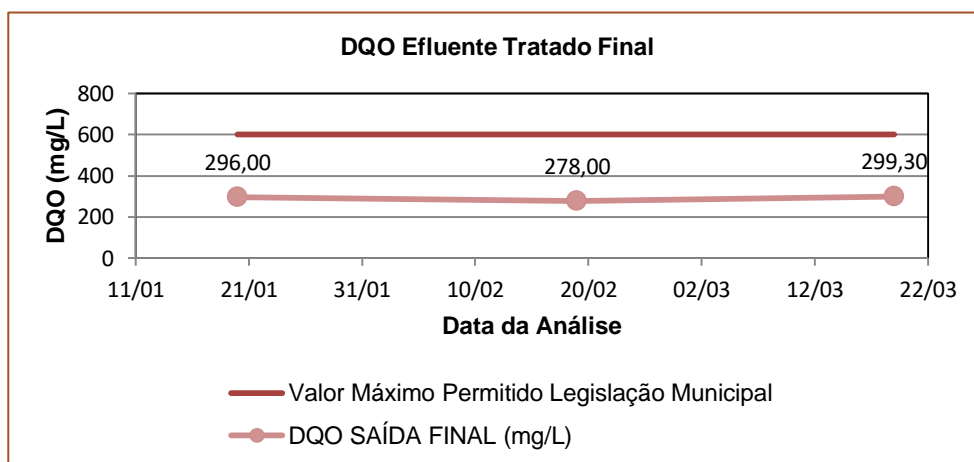
.Através dos dados demonstrados na tabela 3, verificou-se que os valores de DQO para entrada do tratamento de efluentes (efluente bruto) apresentaram uma média de 3.858,83 mg/L e os valores de DBO uma média de 1.482,34 mg/L, representando uma alta concentração de carga orgânica e inorgânica neste efluente. Já para o efluente primário, ou seja, aquele que ingressa no reator biológico identificou-se uma média de DQO de 2.897,43 mg/L e para DBO uma média de 1.128,47 mg/L. Assim, o reator biológico recebe ainda uma elevada carga orgânica para biodegradar. Para o efluente tratado final (saída decantador

secundário) obteve-se a média de 291,10 mg/L para DQO e 110,75 mg/L para DBO.

Com base nesses dados, compararam-se os resultados obtidos com os parâmetros estabelecidos nas legislações. A Figura 1 evidencia que para as três análises realizadas de DBO no efluente tratado final houve o atendimento do parâmetro determinado pela Lei PREMEND que é de 350 mg/L.

As análises de DQO no efluente tratado final atenderam o disposto na Lei PREMEND que é de 600 mg/L, conforme visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Variação de DQO no efluente tratado final.

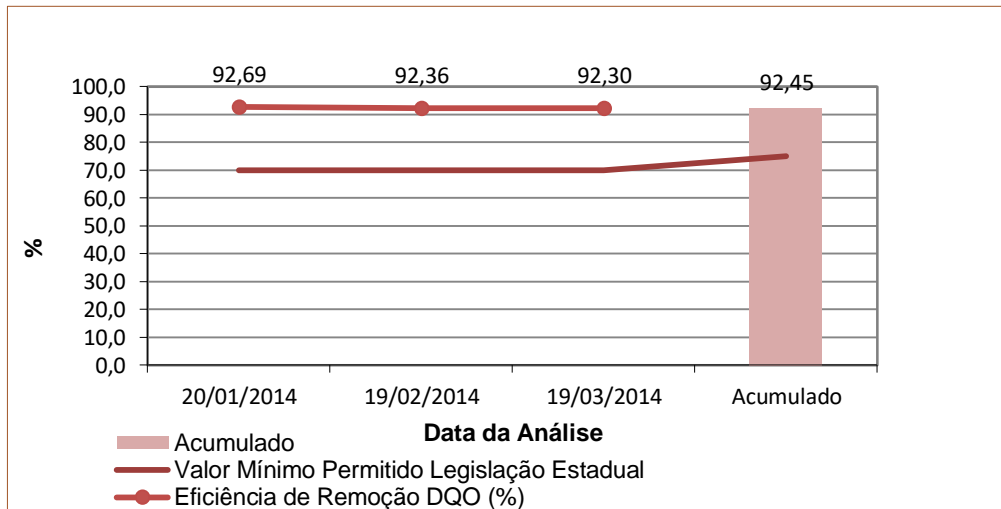


Fonte: Autor do Trabalho

Através da Figura 4 também foi possível verificar que a Legislação Estadual DN COPAM/CERH-MG 01/08 foi atendida, pois a mesma determina que a remoção de DQO deva ser no mínimo de 70% no mês e 75% no acumulado do ano.

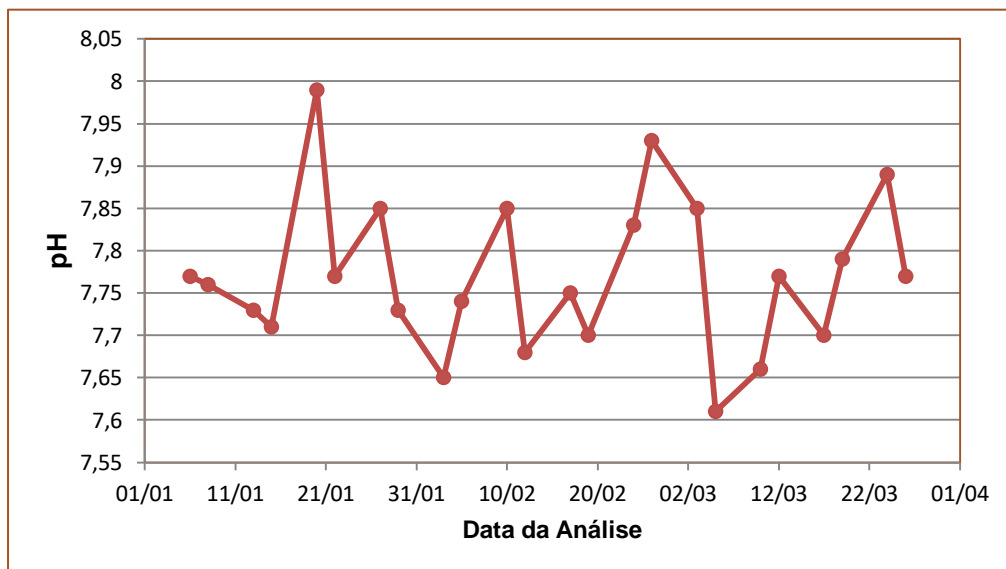
Na Figura 5 é possível visualizar as variações dos valores de pH dentro do reator biológico no período analisado.

Figura 4 – Eficiência de remoção de DBO (%).



Fonte: Autor do Trabalho.

Figura 5 – Variação de pH no reator biológico .

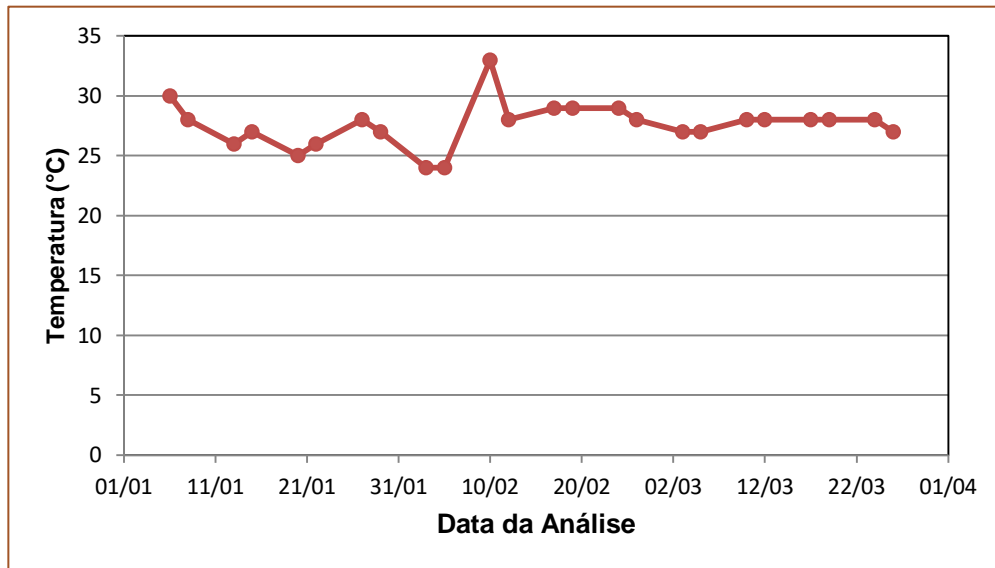


Fonte: Autor do Trabalho

Verificou-se que o pH dentro do reator biológico oscilou de 7,6 a 7,9 mantendo um pH médio de 7,7, dentro da faixa aconselhada por Class (2007). Valores extremos de pH (muito ácidos ou muito alcalinos) podem danificar a

massa biológica presente no sistema responsável pela depuração da matéria orgânica (FILHO, 2009).

Figura 6 – Variação da temperatura no reator biológico.



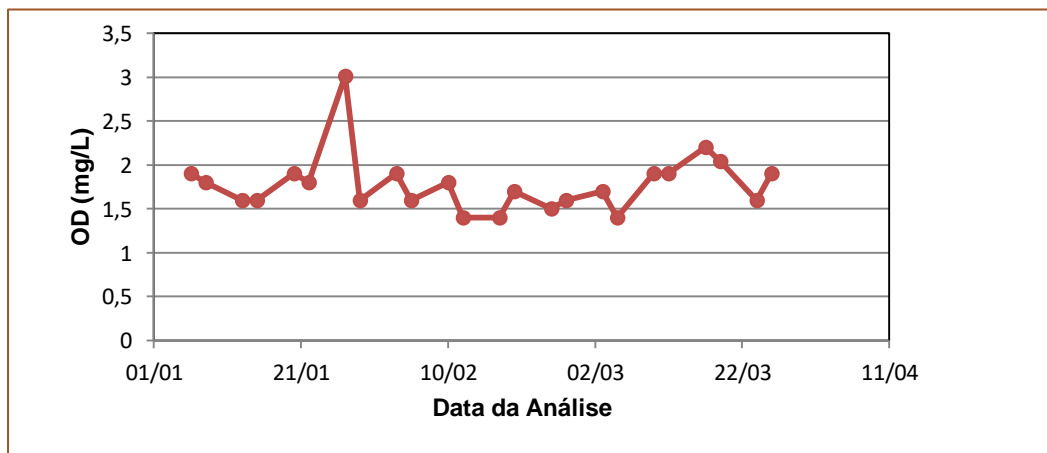
Fonte: Autor do Trabalho

A Figura 6 apresenta a variação da temperatura no reator biológico registrada durante o período avaliado a qual esteve na faixa de 24°C a 30°C com uma média de 28°C. Assim, os valores encontrados estão dentro do recomendado. A atividade dos microrganismos decresce com a diminuição da temperatura o que acarreta em uma queda na remoção de DBO. Conforme já citado por Sperling (2007) as reações químicas e biológicas tendem a acelerar com o aumento da temperatura a qual deve ser sempre mantida na faixa ideal. Se necessário, o ajuste de temperatura pode ser feito com o aumento

no tempo de detenção (tempo de permanência do efluente no local de depuração) no reator biológico.

Conforme a Figura 7 em seguida, observou-se que os valores de OD dentro do reator biológico no período compreendido entre os meses de janeiro e março de 2014 estiveram na faixa de 1,4 mg/L a 3,01 mg/L, sendo que a média para os três meses foi de 1,8 mg/L. Os valores obtidos estão dentro da faixa recomendada, representando um fator determinante para a eficiência do sistema.

Figura 7 – Variação de OD no reator biológico.



Fonte: Autor do Trabalho.

Teores de oxigênio dissolvido menores que 0,5 mg/L resultam em uma incompleta oxidação bioquímica da matéria orgânica, o que

consequentemente gera um aumento de DBO no efluente.

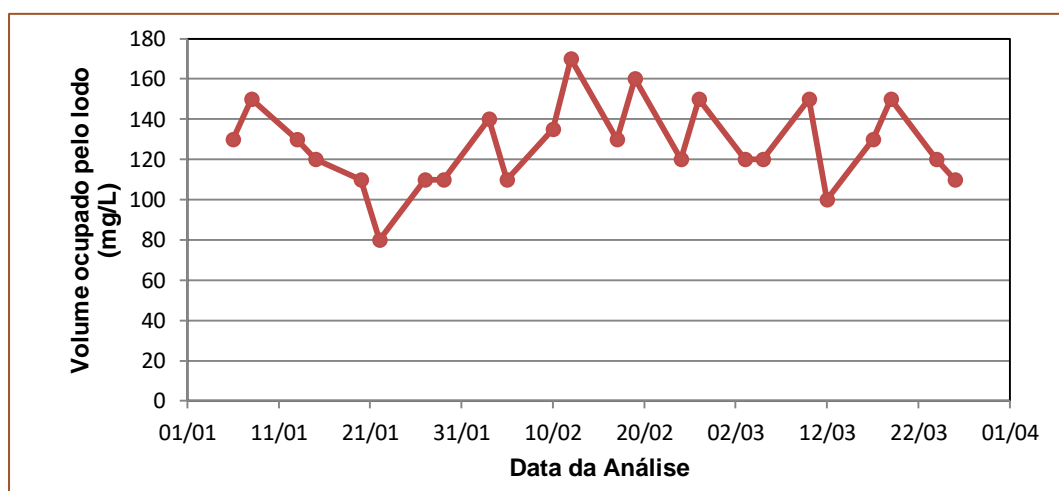
Para Class (2007), teores baixos de OD também podem causar perdas de massa biológica com a morte de microrganismos o que causará odores desagradáveis. Valores superiores a 4 mg/L prejudicam o desenvolvimento de microrganismos e também a sedimentação do lodo, impedindo-o de se espessar.

Além disso, valores acima do ideal podem representar um consumo de energia desnecessário. Para controlar o fornecimento de OD para o reator biológico deve-se atuar

sobre os dispositivos de aeração, neste caso os sopradores e exaustores, acionando e desligando suas unidades de acordo com os valores de OD obtidos tomando-se o cuidado de não desativar todas as unidades simultaneamente, atividade esta que já é realizada na ETE estudada neste trabalho.

Na Figura 8 é possível visualizar a variação dos resultados do teste SD30 para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2014.

Figura 8 – Resultados SD30.



Fonte: Autor do Trabalho.

Constatou-se que o valor médio encontrado no teste SD30 realizado no cone Imhoff para o período monitorado foi de 127,29 mg/L variando de 80 mg/L até 170 mg/L. No entanto, somente foi possível calcular o IVL para o mês de janeiro de 2014, no qual realizou-se também a análise de sólidos suspensos no reator biológico, chegando-se a um resultado de

89,29 mL/g caracterizando uma boa sedimentabilidade do lodo.

Na tabela 4 estão demonstrados os demais resultados obtidos com as análises realizadas no mês de janeiro de 2014.

Tabela 4 – Resultados obtidos com as análises realizadas em janeiro de 2014

Parâmetro Analisado	Resultado	
	Jan/2014	Unidade
F/M	0,05	KgDBO/KgSSV.dia
SS/SSV	47,62	%
Idade do Lodo	8,00	Dias
Excesso de Lodo	0,18	m <sup>3</sup> /dia
Vazão de Reciclo	1.044,20	m <sup>3</sup> /dia
Nitrogênio Total	154,87	mg/L
Fósforo	7,00	mg/L

Fonte: Autor do Trabalho, 2014.

A relação F/M esteve dentro da faixa sugerida por Jordão (1977, apud MACIEL, 2002, p.90) assumindo o valor de 0,05 KgDBO/KgSSV.dia. Mantendo uma adequada relação F/M consegue-se atingir elevadas remoções de DBO e uma boa decantabilidade do lodo. Foi encontrada uma relação SS/SSV de 47,62% abaixo do recomendado por Class (2007) que deve estar entre 70% e 90%. Para elevar esta relação, é preciso que se aumente a quantidade dos SSV, o que será conseguido com o aumento da idade do lodo no sistema.

A idade do lodo obtida de 8 dias esteve bem abaixo do recomendado por Von Sperling (1997). A idade lodo mede o tempo em dias em que os microrganismos que permanecem no sistema, sendo que esse tempo deve ser o suficiente para degradar a matéria orgânica. Conforme o resultado verificado, esse lodo jovem não tem condições de degradar a matéria orgânica.

O bom funcionamento do reator biológico está diretamente relacionado com atividade dos microrganismos que para acontecer adequadamente depende de diversas condições e parâmetros de controle associados ao sistema de lodos ativados. Um desses parâmetros é o excesso de lodo no sistema que deve ser descartado para manter o sistema equilibrado, ou seja, deve ser removida a quantidade ideal para que a biomassa presente no reator não reduza a ponto de resultar em um efluente com elevada DBO e nem se eleve a ponto de reduzir a relação alimento/microrganismos.

Com os resultados das análises realizadas em janeiro de 2014, chegou-se a um valor de excesso de lodo de 0,18 m<sup>3</sup>/dia abaixo do estabelecido nos parâmetros de projeto que foi de 132, 00 m<sup>3</sup>/dia. Essa discrepância de valores se deve ao fato de a idade do lodo também não estar condizente com os parâmetros de projeto, já que a mesma faz parte do cálculo para obtenção do excesso de lodo. O valor reduzido também se justifica pelo fato de que antes da análise houve a necessidade da limpeza do decantador secundário onde foi necessária toda a retirada do lodo presente no mesmo, reduzindo a biomassa de recirculação trazendo como consequência a necessidade de manter o lodo no sistema sem ser descartada a quantidade de projeto, o que também gerou a pouca idade do lodo.

Para corrigir a idade do lodo deixando-a, dentro da faixa indicada, recomenda-se que

diminua ou cesse o descarte do lodo em excesso para que a mesma se eleve. A vazão de reciclo obtida de 1.044,20 m<sup>3</sup>/dia esteve próxima da recomendada pelo valor de projeto que é de 1.566,7 m<sup>3</sup>/dia. Isso pode acontecer devido a problemas no sistema de reciclo, no qual devem ser verificadas bombas e tubulações para corrigir possíveis defeitos.

A partir dos valores de nitrogênio e fósforo encontrados, comparou-se estes com a proporção de DBO:N:P recomendada por Claas (2007) que é de 100:5:1. Notou-se que o nitrogênio está em excesso no reator biológico e que há uma deficiência de fósforo no sistema o que pode ser prejudicial ao desenvolvimento microbiano, porém a eficiência do sistema não está sendo comprometida por esses fatores.

#### 6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as análises realizadas para elaboração deste trabalho, foi possível chegar a algumas conclusões referentes ao sistema de lodo ativado do curtume. A eficiência média total de remoção de DQO do tratamento de efluentes do curtume foi de 92,45% para o período verificado. Já a eficiência média total de remoção de DBO foi de 92,51%. Esses valores demonstram que o sistema está atuando satisfatoriamente para a remoção da carga poluidora do efluente. Os valores médios obtidos para pH, temperatura e oxigênio dissolvido, estiveram dentro do recomendado pelos autores outrora citados. É importante que esse fato seja mantido, pois são parâmetros de controle determinantes para o perfeito funcionamento do sistema de lodo ativado. Para os demais parâmetros de controle de lodos ativados, foi obtido um índice volumétrico de lodo e uma relação F/M dentro do sugerido pelos autores.

Já a relação SS/SSV e a idade do lodo estiveram abaixo do aconselhado pelos autores, para que ambos atinjam a faixa de valor ideal propõe-se que o descarte de lodo seja cessado ou diminuído. Após a correção da idade do lodo, a vazão de descarte de lodo diária estabelecida em projeto poderá ser obedecida. A vazão de reciclo está um pouco abaixo do instruído no projeto, é necessário que se verifique todo o sistema de reciclo a fim de acertar o volume de correto.

Aconselha-se a dosagem de ácido fosfórico para elevar a quantidade de fósforo presente no reator. Como complemento para o monitoramento do sistema de lodo ativado,

indica-se a realização da análise da microbiologia do lodo, pois as bactérias e demais microrganismos presentes nele são responsáveis pela depuração da matéria orgânica.

Conhecer a população microbiana do meio ajudaria inclusive a melhorar a remoção do nitrogênio, estabilizando-o em condições

normais requeridas no sistema. Sabendo-se da composição do lodo, o sistema pode ser mais facilmente controlado e medidas preventivas ou corretivas podem ser tomadas mais rapidamente quando necessário, considerando que algumas espécies de microrganismos podem ser prejudiciais ao sistema.

## REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12209: Projetos de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 1992. BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- [2] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- [3] Centro Das Indústrias de Curtumes do Brasil. Exportações brasileiras de couros e peles. Disponível em: <<http://www.cicb.org.br/wp-content/uploads/2013/10/TOTAL-RED-SET13.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013. CLAAS, Isabel Cristina. Lodos ativados: Princípios teóricos fundamentais, operação e controle. Porto Alegre: Evangraf, 2007.
- [4] Cunha, Adriana Marquez da. Relatório de acompanhamento setorial: Indústria de couro. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2011. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Couro\\_Relat%C3%B3rio%20de%20Acompanhamento%20Setorial\\_mar%C3%A7o2011\\_vers%C3%A3o%20e-letr%C3%B4nica.pdf%20copy.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Couro_Relat%C3%B3rio%20de%20Acompanhamento%20Setorial_mar%C3%A7o2011_vers%C3%A3o%20e-letr%C3%B4nica.pdf%20copy.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2013.
- [5] Filho, Heraldo Antunes Silva. Nitrificação em sistema de lodo ativado. Campina Grande, 2009. Dissertação (Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária) – Universidade de Federal de Campina Grande, 2009.
- [6] Jordão, E.P., et al. Controle microbiológico na operação de um sistema de lodos ativados – estudo em escala piloto. In 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.
- [7] Maciel, Cristiane Boff. Microbiologia de lodos ativados da empresa Frás-Le. Caxias do Sul, 2002. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade de Caxias do Sul, 2002.
- [8] Minas GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº01, de 05 de maio de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- [9] Nuvolari, Arioaldo et al. Esgoto sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. SAWYER, C.N., Mc CARTY, P.L. (1978). Chemistry for environmental engineering. 3ª ed. New York, McGraw-Hill, Inc. 532p.
- [10] Souza, Carla Núbia de. Tratamento primário de efluentes brutos de curtume quimicamente aprimorado por sedimentação. Campo Grande, 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007.
- [11] Uberlândia (MG). Decreto nº 13.481 de 22 de junho de 2012. Dispõe sobre o programa de recebimento de efluentes não domésticos do município de Uberlândia-MG – PREMEND. Disponível em: <[http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms\\_b\\_arquivos/5646.pdf](http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/5646.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- [12] Von Sperling, Marcus. Lodos ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- [13] \_\_\_\_\_. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- [14] \_\_\_\_\_ et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: Aspectos metodológicos. Belo Horizonte: Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2001. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-5.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2014.



# CAPÍTULO 2

## *ANÁLISE DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ARCOS- MG: POSTURA OPERACIONAL E PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO*

*Catarina Teixeira*

*Tatiane Castaño Valadares*

**Resumo:** O aumento do consumo de materiais industrializados e de produtos descartáveis, faz com que a produção de lixo aumente em escala considerável, tornando-se um dos principais problemas da sociedade contemporânea. O lixo corresponde a todos os resíduos gerados pelas atividades humanas que são considerados sem utilidade e que entrou em desuso. Com isso, programas de coleta seletiva agem na mudança de comportamento da sociedade em relação ao lixo gerado e assim estimulam atitudes mais conscientes das pessoas no seu cotidiano. Esse trabalho propõe analisar a motivação da população com o programa de coleta seletiva da cidade de Arcos, MG e realizar o levantamento de dados da gestão operacional da central de triagem de resíduos sólidos. Foram diagnosticados que as escolas, a televisão e os jornais são os meios de comunicação onde a população obtém mais informações sobre o programa. Já a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente foram os maiores incentivadores para a participação da população na campanha.

**Palavra-Chave:** Coleta Seletiva; Resíduos Sólidos Urbanos; Arcos; Minas Gerais

## 1. INTRODUÇÃO:

Com o crescimento acelerado do consumo de materiais industrializados e de produtos descartáveis, o número de resíduos sólidos vem crescendo em escala considerável. É importante salientar que o lixo se torna a cada dia menos orgânico, conseqüentemente menos degradável, tudo isso tornou-se um dos principais problemas da sociedade contemporânea.

Os centros urbanos encontram dificuldades para dar fim aos seus resíduos, e assim a sujeira descartada no meio ambiente provoca poluição do solo, da água, do ar, e agrava as condições de saúde da população mundial.

De acordo com Joia e Silva (2008), uma eficiente gestão ambiental integrada de resíduos, deve contemplar programas que visam a implementação dos 3 R's (redução, reutilização e reciclagem) por meio de programas de coleta seletiva/reciclagem, promovendo a participação da população.

A implementação da coleta seletiva é uma das soluções para a problemática do descarte do lixo, além de diminuir a poluição nos centros urbanos, diminui o risco de problemas de saúde pela poluição e contaminação, e é responsável também pela diminuição de volume de resíduos que são destinados aos aterros. Os programas de coleta seletiva também agem na mudança de comportamento da sociedade em relação ao lixo gerado e assim estimulam atitudes mais conscientes das pessoas no seu cotidiano, passando até mesmo essas, a serem propagadoras do programa, aumentando assim o número de resíduos reciclados.

Os benefícios da coleta seletiva são numerosos: redução do lixo, o reaproveitamento, a reciclagem de matérias primas, a promoção de renda resultando na inclusão social, redução de custos com a logística de destino do lixo, declínio do impacto ambiental ocasionado pelo aterramento dos resíduos no solo e da poluição das águas e do ar, e o aumento do tempo de vida útil dos aterros sanitários (BESEN, 2006).

Segundo Bringhenti (2004), a participação espontânea da população frente aos programas de coleta seletiva é baixa, mas pode melhorar ao longo dos anos. Ações contínuas de divulgações, mobilizações, informações e o suporte ao programa, são fatores facilitadores.

É necessário que as ações tomadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos sejam muito bem estudadas e mapeadas, empregando-se para isso os pressupostos da engenharia sanitária associados a estudos sobre conservação e preservação do meio ambiente, administração, economia e demais áreas afins, adotando-se técnicas mais adequadas de manejo e evitando custos elevados que inviabilizem a sua execução (BRINGHENTI, 2004).

A coleta seletiva de resíduos no Brasil baseia-se na separação de materiais recicláveis como plásticos, vidros, papéis, metais e orgânicos separados antecipadamente na fonte geradora. Segundo dados de uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), em conjunto com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (ABRALATAS), verificou que o Brasil recicla menos de 5% de seus resíduos urbanos. Esse percentual é de 40% nos EUA e na Europa (UBQ - União Brasileira para a Qualidade, 2004).

De acordo com 4º artigo, no inciso III da Lei 18.031/09, Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais, defini sobre a coleta seletiva:

III - coleta seletiva o recolhimento diferenciado de resíduos sólidos previamente selecionados nas fontes geradoras, com o intuito de encaminhá-los para reutilização, reaproveitamento, reciclagem, compostagem, tratamento ou destinação final adequada;

Em Minas Gerais, o município de Arcos a coleta seletiva foi implementada na cidade em 2002 e está entre as 12 cidades do estado que possui usina de reciclagem

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho, é o estudo da motivação populacional frente a coleta seletiva e a gestão operacional da central de Triagem de Arcos. Sendo assim, buscou avaliar a participação da população quanto á motivação para a participação na coleta seletiva e reciclagem; analisar a gestão da central de triagem; oferecer ações para ajudar na melhoria do plano de coleta seletiva da cidade e cooperar para pesquisas futuras sobre coletas seletivas e temas afins. A escolha da cidade para realizar a pesquisa se deu por seu programa de coleta seletiva ter sido citado como um programa de bons resultados no Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva (PGICS) proposto pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam e pela Fundação Israel Pinheiro – FIP em 2009. O

PGICS visa auxiliar os gestores municipais na implementação de diretrizes, alinhadas à Lei 18.031/09, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais.

## METODOLOGIA

O município de Arcos possui uma população de 36.597 habitantes segundo dados do IBGE (2010). Se encontra em latitude 20°17'29" sul e a uma longitude 45°32'23" oeste, estando a uma altitude de 740 metros e a 170 km da nascente do Rio São Francisco. O município está entre 12 cidades do Estado que possui usina de reciclagem e somente na cidade de Arcos são produzidas cerca de 35 toneladas de lixo por dia.

O trabalho foi realizado em duas etapas: Na primeira, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, a partir de artigos científicos, dissertações, teses, livros, jornais e revistas. E na segunda etapa, foi realizado uma pesquisa exploratória, com coleta de dados a partir da aplicação de questionários semi-estruturados para dois grupos:

- Grupo 01: Cooperados da associação de catadores e recicladores que trabalham no galpão de reciclagem no intuito de conhecer a cooperativa (questionário modelo do Plano de Gestão do Lixo – PGS)

- Grupo 02: Sociedade contemplada com o projeto de coleta no intuito de conhecer a relação que os mesmos tem com a coleta seletiva.

Os dados foram analisados e sistematizados em uma planilha eletrônica, com auxílio do programa Microsoft Office Excel 2007. As planilhas auxiliaram na interpretação e análise dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Central de Triagem de Resíduo Sólidos da cidade de Arcos é sediada na área do Aterro Sanitário da cidade (Fig.1 e 2). O programa conta com uma cooperativa de catadores de materiais reciclados. A cooperativa possui 21 cooperados, a maioria são ex-catadores de lixo, que agora estão envolvidos no programa de Coleta Seletiva.

A cooperativa é registrada, possui um presidente e um estatuto; e existe uma parceria firmada com a prefeitura desde de 15 de agosto de 2011. Dentre os equipamentos utilizados pelos cooperados para a proteção individual foi observado: avental, luvas e botas. A usina de reciclagem conta com os seguintes equipamentos: duas prensas, uma esteira transportadora, um caminhão compactador e duas Kombi.

Figura 1: Aspecto geral do Centro de Triagem



Fonte: Próprio autor

Figura 2: Centro de Triagem



Fonte: Próprio autor

Dentre os resíduos sólidos recicláveis coletados na usina de triagem, apresenta-se os seguintes dados, de acordo com a pesquisa: 36,54% plásticos, 23,32% papéis, 11,90% papelão, 10,36 metais ferrosos, 5,46% vidro e 2,47% alumínio. O material orgânico representa cerca de 23% do que é coletado.

Observa-se que se tem uma boa gestão operacional no centro de triagem do programa de coleta seletiva. Pois, os cooperados estão todos com equipamentos de segurança, além de terem funções pré-determinadas, na separação dos resíduos e destinação dos mesmos.

Os resíduos coletados, após passarem pelo centro de triagem, serem separados e prensados se necessário, são encaminhados para venda. Toda gestão da comercialização dos resíduos reciclados é realizada pela cooperativa.

Bringhenti (2004) afirma que; com a efetivação de programas de coleta seletiva bem gerenciados, organizados e avaliados, promove-se uma maior duração na sustentabilidade de resultados junto ao meio ambiente, assim como colabora com a melhoria das circunstâncias dos trabalhadores envolvidos com a coleta e triagem dos resíduos sólidos.

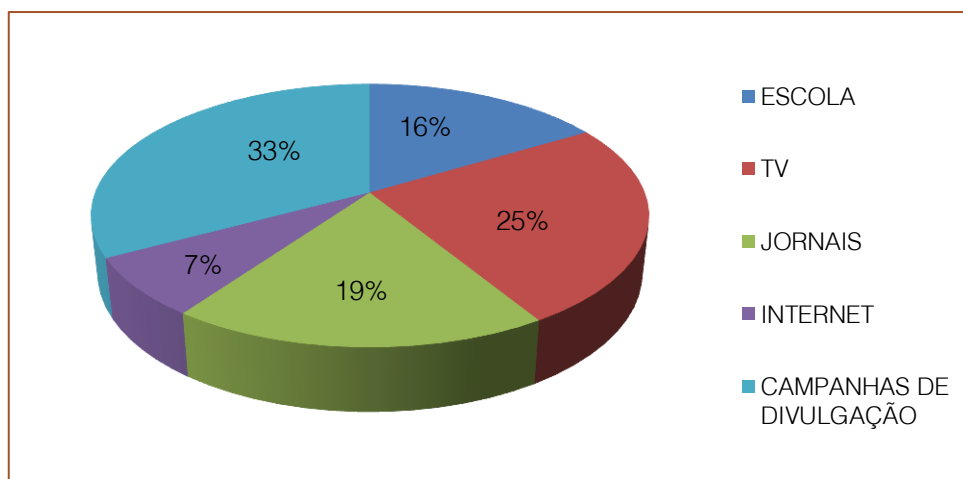
Para o estudo da motivação populacional frente a coleta seletiva, foram entrevistados 261 moradores do município de Arcos, a pesquisa foi realizada em todos os bairros contemplados pelo programa de coleta seletiva. O estudo foi

realizado em dois finais de semana consecutivos, no qual a abordagem aos moradores foi realizada nas ruas e nas residências.

Dos entrevistados 78% afirmaram que na sua residência existe a separação do lixo para coleta seletiva. Isso evidencia que a sociedade tem se mobilizado e separado o lixo residencial para que aconteça a coleta seletiva.

Verificamos que as escolas, a televisão e jornais foram os veículos de comunicação mais citados pela população como fonte de informações (Gráfico 1). Já a internet ficou em último lugar, como fonte de informações sobre a campanha da coleta seletiva. Observa-se que as escolas têm um grande potencial para ser disseminadora de informações quanto a divulgação da campanha para a coleta seletiva.

Gráfico 1 : Onde a população obteve informações sobre a coleta seletiva de lixo.



Fonte: Próprio autor

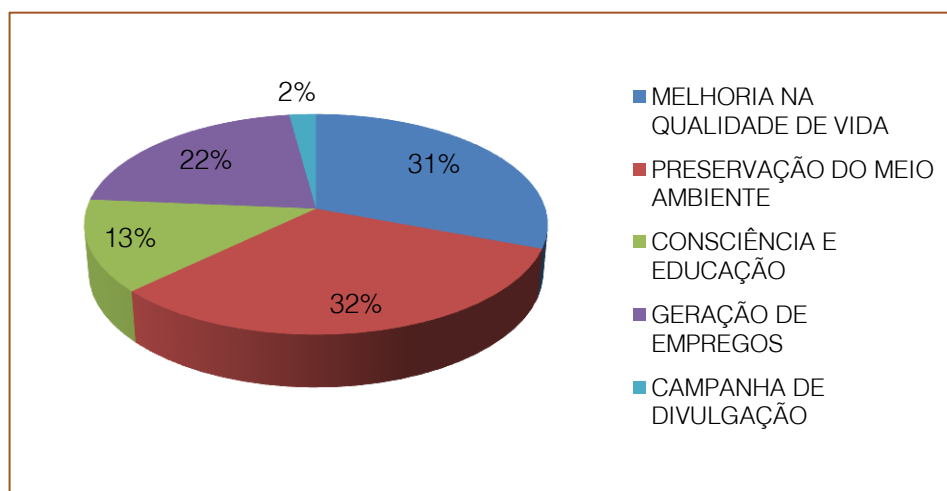
A adesão da comunidade no programa de coleta seletiva de resíduos sólidos, é de extrema importância para se obter sucesso. A mobilização da população através de campanhas informativas, devem ser realizadas a comunidade, principalmente nos domicílios, nas escolas e nas universidades através da Educação Ambiental, que é um processo transformador e conscientizador que pode

interferir de forma direta nos hábitos e atitudes dos cidadãos (JOIA; SILVA, 2008).

Constatamos que a maior motivação da sociedade em participar da coleta seletiva é a preocupação com a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente (Gráfico 2), fatores importantes que se relacionam e necessitam está em equilíbrio.



Gráfico 2: Motivação para a participação na campanha de coleta seletiva



Fonte: Próprio autor

#### 4. CONCLUSÃO:

O programa de coleta seletiva do município de Arcos atende as orientações do Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva de Minas Gerais, proposto pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam e pela Fundação Israel Pinheiro – FIP, tendo uma boa gestão operacional na central de triagem.

Todas pessoas que foram abordadas na pesquisa, responderam o questionário, sendo satisfatório a participação da sociedade na pesquisa. A sociedade identificou que as informações sobre a campanha só foram realizadas no início do programa. As escolas de acordo com a pesquisa foram citadas como maiores divulgadoras do programa. Os órgãos gestores e responsáveis pelo projeto devem fazer parcerias e incentivar as escolas a sempre tratar o tema com tal importância. Assim os alunos ao receberem as informações, poderão ser disseminadores do projeto junto à sua família e população local.

A preocupação para com a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente foi o maior incentivador da população para a participação junto ao programa. As campanhas para se divulgar o programa podem debater estes temas de maior relevância junto a população, uma vez que as doenças provocadas por vetores no lixo e o mal cheiro, estão diretamente ligado a qualidade de vida. As escolas podem utilizar desses dois fatores para chamar atenção dos alunos.

O programa de coleta seletiva é de grande valia para o município de Arcos, pois assim a população cuida do meio ambiente, além de compreender a importância da preservação e conservação da natureza; os catadores, agora cooperados estão em melhores condições de trabalho. O município atende a Lei 18.031/09, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais e serve de exemplo para outros municípios que não estão atendendo a legislação estadual vigente sobre os resíduos sólidos.

#### REFERÊNCIAS

[1] Besen, G. R. Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na região metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas – Dissertação de mestrado - São Paulo: Programa de Pós- graduação da Faculdade de Saúde Pública (USP), 2006.

[2] Brighenti, J. Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP – São Paulo 2004.

[3] Cândido, C. V. L.; Silva, D. D.; Santos, F. L. C.; Pgics – Plano De Gerenciamento Integrado De Coleta Seletiva – novembro de 2009.

[4] JOIA, P. Roberto.; Silva, M.. S. Ferreira – Educação Ambiental: a participação da comunidade na coleta seletiva de resíduos sólidos – Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Nº7 – ano 5, Seção Três Lagoas – MS, Maio de 2008.

[5] Norões, M. G.; Melo, F. V. S.; Melo, S. R. S. Lixo E Coleta Seletiva: Algumas Questões A Serem Lembradas - VIII Seget – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2011.

[6] Norões, M. G.; Melo, F. V. S.; Melo, S. R. S. Lixo O Programa De Coleta Seletiva Em Ituiutaba-Mg Bol. geogr., Maringá, v. 30, n. 3, p. 41-53, 2012.

[7] Oliveira, R. M. M.; Gestão E Gerenciamento De Resíduos Sólidos Urbanos: O Programa De Coleta Seletiva Da Região Metropolitana De Belém – Pa – Universidade da Amazônia – Programa de Mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente urbano Belém Do Pará 2012.

[8] MARQUES, R.F.P.V. Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Geraes – Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícola (UFLA), 2011



# CAPÍTULO 3

## PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR ALÍCIO ARAÚJO EM DOURADOS-MS

*Ana Paula Vieira da Silva*

*Elinalva Silva de Lira Manvailer*

*Gabriela Zacarias Macedo*

*Karine Sales Arendt*

*Graciela Gonçalves de Almeida*

**Resumo:** Devido à preocupação com as áreas verdes e a biodiversidade em áreas urbanas, o trabalho teve como objetivo conhecer a percepção ambiental da Escola Estadual Professor Alício de Araújo no sentido de promover a sensibilização da comunidade sobre a existência do Parque Natural Municipal do Paragem – PNMP e dos seus benefícios para a comunidade escolar. Desta forma foram aplicados questionários de percepção ambiental para docentes, técnicos administrativos e grupo de apoio. Os resultados mostraram que os docentes possuem conhecimento sobre unidades de conservação e trabalham o tema em sala de aula.

**Palavra-Chave:** Escola; Percepção; Meio ambiente

## 1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem tomado grande espaço no cenário mundial nos últimos tempos e diante disso a discussão acerca do tema tem sido cada vez maior. A gestão de áreas protegidas se fundamenta pela sua importância como sustentadora de áreas domesticadas e altamente antropizadas.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA (2011), define a economia verde como “uma economia que resulta em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente riscos ambientais e escassez ecológica”. Esse é um modelo que a pesquisa visa seguir, por meio da sensibilização dos alunos com práticas de educação ambiental, pois uma vez que a semente foi plantada o aluno levará até sua vida profissional sendo um cidadão mais crítico e ativo na defesa do meio ambiente e assim sendo multiplicadores junto as suas famílias, procurando maneiras e oportunidades para um crescimento financeiro sem esgotar os bens naturais de um país.

Em Dourados-MS existe uma Unidade de Conservação – Parque Natural Municipal do Paragem (PNMP), que possui um plano de manejo mas ele não foi implementado. Desse modo com o intuito de valorizar essa unidade de conservação e promover o conhecimento dele na escola foram realizadas ações afirmativas através de atividades de educação ambiental no ambiente escolar.

A unidade de conservação de Dourados-MS é primordial para que seja exercido o modelo da economia verde uma vez que é uma maneira fundamental para preocupação da questão socioambiental, pois a unidade de conservação traz benefícios a comunidade douradense, promovendo a sensibilização e valorização do Parque, quanto a sua importância divulgando para que eles preservem e tenham a consciência de conservação garantindo que as futuras gerações possam desfrutar dos recursos naturais oferecidos pelo PNMP como pode ser visto no decorrer do trabalho.

O Parque Natural Municipal do Paragem foi criado, instituído por Lei Municipal nº 3.009/07, de 22 de novembro de 2007 (DOURADOS, 2007), conforme Lei Federal 9.985/2002, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). O Capítulo III do SNUC trata das Categorias de Unidades de Conservação e em seu Artigo 11º, parágrafo 4º, define a criação de parques municipais dentro

dos critérios da categoria de unidade de conservação de Parque Nacional, como Unidade de Proteção Integral:

Art. 11. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

§ 1º O Parque Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

§ 4º As unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal (SNUC, 2000).

Segundo a Lei Complementar nº 055, de 19 de dezembro de 2002 que dispõe a Política Municipal de Meio Ambiente do Município de Dourados, conhecida como a Lei Verde, estabelece no Artigo 15, parágrafo III o Parque Municipal: tem como finalidade preservar os atributos excepcionais da natureza conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com atividades de pesquisa científica, educações ambientais e recreativas (DOURADOS, 2002).

O Parque Natural Municipal do Paragem é de grande importância, pois tem como objetivo preservar área de fundo de vale do Córrego Paragem, que no passado fazia parte da Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica. O PNMP é um dos poucos conjuntos de áreas verdes existentes no perímetro urbano de Dourados, possui uma área de 16,4 ha sendo a primeira Unidade de Conservação do município sem cadastro no SNUC mas

protegido por lei. A área do parque além de ser uma área verde protegida proporciona vários serviços ambientais como o seqüestro de carbono, a melhoria no clima urbano, a infiltração da água, a retenção de umidade, a diminuição de temperatura, a absorção de carbono, a evapotranspiração, entre outros aspectos naturais (IMAD, 2007).

É um dos aspectos naturais que o PNMP protege é a biodiversidade, que segundo Junior Ronaldo Weigand (2011) *et al.* baseado na Convenção sobre Diversidade Biológica (1992):

“Significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.”

Com a implementação do Parque Natural Municipal do Paragem e levando-se em consideração o subprograma de educação ambiental que consta no plano de manejo, a realização de projetos ambientais nessa área e voltados as crianças em parceria com as escolas, são relevantes e uma importante ferramenta na preservação do meio ambiente e na formação da criança.

O Parque Natural Municipal do Paragem não possui ainda uma estrutura para receber as crianças, isso dificulta algumas atividades que planejamos realizar como estar levando os alunos para estarem fazendo trilhas de interpretação ambiental, onde estariam podendo estar em contato com a natureza, observando as espécies de plantas e animais existentes no Parque.

A Educação Ambiental, de acordo com Dias (1994), se caracteriza por incorporar as dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais, ecológicas e éticas, o que significa que ao tratar de qualquer problema ambiental, devem-se considerar todas as dimensões.

A Agenda 21 global, em 1992, trazia em seu 25º capítulo, intitulado “A Infância e a Juventude no Desenvolvimento Sustentável”, a participação da juventude atual na tomada de decisões sobre meio ambiente, e desenvolvimento e na implementação de programas é decisiva para o sucesso a longo prazo da agenda 21.

Assim a Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento participativo

multissetorial, para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas a partir de suas realidades, propondo a conciliação entre proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (GARCIA, 2010).

Desse modo seria de grande valia conhecer a percepção ambiental da escola no sentido de promover a sensibilização da comunidade sobre a existência do Parque Natural Municipal do Paragem – PNMP e dos seus benefícios para a comunidade escolar.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta teve início em 2011 na disciplina de Projetos Integrados do Curso de Gestão Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) como estudo de caso sobre a unidade de conservação urbana com o plano de manejo do Parque Natural Municipal do Paragem (IMAD, 2007) e de um trabalho de conclusão do curso sobre participação social na gestão do PNMP (CAMPOS, 2011).

Em um primeiro momento foram identificadas as escolas do entorno do PNMP, bem como definida a Escola Estadual Professor Alcício Araújo. A partir do primeiro contato com a direção da escola foram planejadas as ações usando as seguintes ferramentas de gestão de projetos: A Análise SWOT/FOFA; Plano de ação; Identificação de Indicadores e Gestão para resultados.

Foram realizados vários encontros com a direção e a coordenação da escola, aplicados 13 questionários semiestruturados com questões abertas e fechadas com o objetivo de diagnosticar a percepção ambiental dos funcionários e professores.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as atividades foi possível registrar a percepção ambiental de professores e funcionários da Escola Estadual Professor Alcício Araújo. A grande maioria que responderam o questionário é do sexo feminino. Quanto ao papel que desempenha na escola 10 são docentes, dois são da coordenação e o outro não respondeu. O grau de escolaridade cinco possui ensino superior, sete possui especialização e somente um possui mestrado (Figura 1).

Figura 1: Grau de escolaridade.

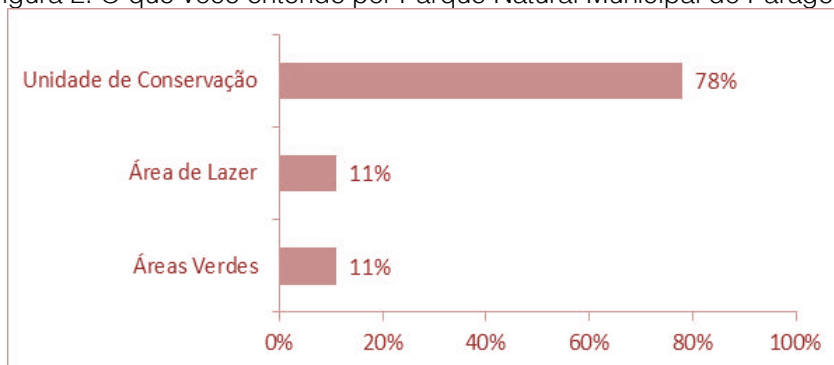


Fonte: Autor do trabalho

Quando questionados se a Escola Alcíio Araújo trabalha em sua prática cotidiana questões socioambientais a grande maioria respondeu que frequentemente trabalha questões socioambientais. E também tem projetos direcionados às questões socioambientais, entre eles, Projeto Meio Ambiente.

Em relação à Unidade de Conservação, 78% dos professores e funcionários tem o conhecimento da existência do mesmo, porém houve empate, 11% dos professores e funcionários citaram que a unidade de conservação é uma área verde e 11% acham que são áreas de lazer, como apresentado na figura 2.

Figura 2: O que você entende por Parque Natural Municipal do Paragem?



As pessoas podem marcar mais de uma caixa de seleção, então a soma das porcentagens pode ultrapassar 100%

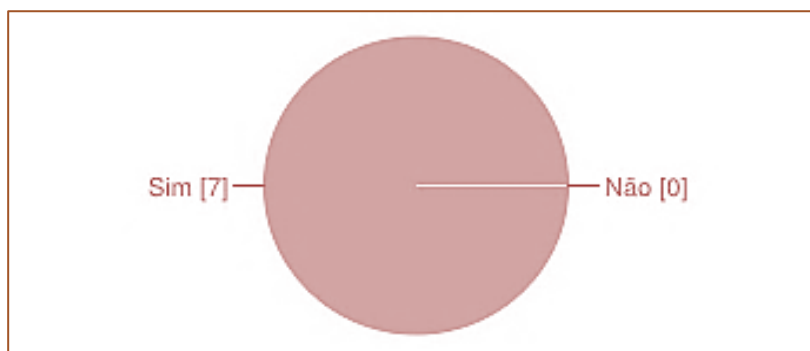
Fonte: Autor do trabalho

Segundo os 10 questionários respondidos pelos professores (figura 3), aborda que sete trabalham com a educação ambiental dentro da sala de aula e três não responderam essa pergunta, pois como apresentado na figura 2, a maioria conhece que o Parque Municipal é

uma unidade de conservação, no entanto essa

temática sobre unidade de conservação e áreas naturais protegidas nunca foram transmitidas na prática educativa.

Figura 3: Trabalha com educação ambiental em sala de aula?



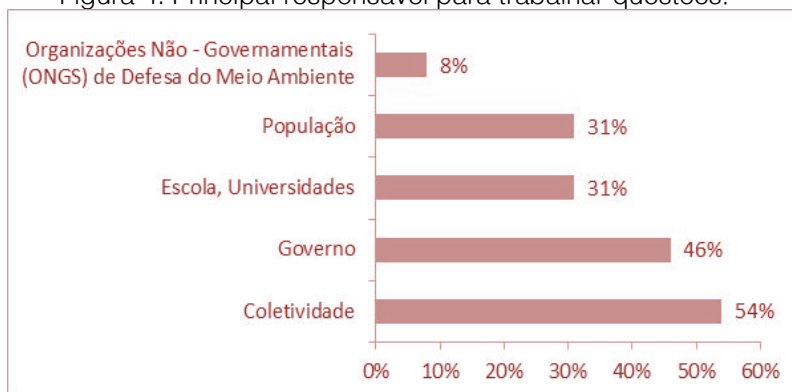
Fonte: Autor do trabalho

Sobre o principal responsável para trabalhar com as questões socioambientais (figura 4), a grande maioria respondeu que é a coletividade com 54%, em segundo lugar o Governo com 46%, houve empate entre população, escola e universidades com 31%

e por último as Organizações não-governamentais com 8%.

Todos responderam que a qualquer momento é ideal para a introdução dos alunos nas questões socioambientais.

Figura 4: Principal responsável para trabalhar questões.



As pessoas podem marcar mais de uma caixa de seleção, então a soma das porcentagens pode ultrapassar 100%.

Fonte: Autor do trabalho

#### 4. CONCLUSÕES

Com a aplicação dos questionários pode-se perceber que a percepção ambiental dos entrevistados é boa, por que a maioria dos

professores aborda a educação ambiental nas disciplinas, como também desenvolvem projetos com os alunos, com o objetivo de que sejam cidadãos críticos e ativos sobre as questões ambientais.

#### REFERÊNCIAS

[1] 1. Snuc - Sistema Nacional de Unidades de Conservação; Lei 9.985 de 18 de julho de 2000. Ministério do Meio Ambiente.

[2] 2. Campos, B. F. Participação social na gestão do Parque Natural Municipal do Paragem, Dourados/MS. – Dourados, MS: FCBA/UFMGD, 2011. 107 p.

[3] 3. Dias, G.F. Educação ambiental: princípios e práticas. São Paulo, Gaia, 1992.

[4] 4. Dourados/MS, Lei complementar nº 005, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2002. Institui a Política Municipal do Meio Ambiente do Município de Dourados.

[5] 5. Imad, Plano de Manejo do Parque Natural Municipal do Paragem, Instituto de Meio

Ambiente e Desenvolvimento - IMAD/UFGD, 2007. Coordenação Mario Vito Comar.

[6] 6. Garcia, Á. S. Comissões de Meio Ambiente e Qualidade de Vida na Escola: Os Desafios da Educação Ambiental como Política Pública. Dissertação de Mestrado. Campo Grande: UFMS, 2010.

[7] 7. Junior, R. W; SILVA, D. C; SILVA, D.O. Metas de Aichi: Situação atual no Brasil. Brasília, DF: UICN, WWF Brasil e IPÊ, 2011.

[8] 8. Pnuma. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão, 2011. Disponível em: [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy). Acesso em 20 de fevereiro de 2018.



# CAPÍTULO 4

## COMPORTAMENTO DA PERCOLAÇÃO DE POLUENTES HIDROCARBONETOS EM FUNÇÃO DA TEXTURA DO SOLO

*Laianne Batista Vieira Fogaça*

*Breno França Martins*

*Lara Letícia Galdino Amorim*

*Fabrcio Pelizer de Almeida.*

**Resumo:** O petróleo e seus derivados são os maiores pilares da economia mundial. Um de seus subprodutos, a gasolina, bastante utilizada no Brasil como combustível de automóveis, além de eliminar gases do efeito estufa durante sua combustão, pode contaminar solo e água antes mesmo de chegar aos consumidores: durante o transporte. Por meio de oleodutos a gasolina é conduzida das refinarias até os pontos estratégicos de distribuição e comercialização. Ocorrência de vazamentos em oleodutos subterrâneos provoca a contaminação do solo e, dependendo das condições físico-químicas deste, o contaminante sofre percolação, podendo atingir reservatórios subterrâneos e/ou superficiais de água, comprometendo o abastecimento de água potável para as regiões do entorno. Dado a existência de um mesmo contaminante - a gasolina - diferentes texturas de solo influenciarão na rapidez com que a fluido irá se infiltrar e no tempo gasto para atingir possíveis reservatórios subterrâneos. A literatura afirma que solos arenoso são mais susceptíveis à percolação, principalmente devido à sua granulometria e aos espaços vazios presentes neles. Já os solos argilosos tendem a ser mais resistentes à percolação, portanto conseguem reter o fluido nas camadas superficiais por mais tempo. O presente trabalho visa quantificar a diferença de tempo gasto por uma mesma quantidade de gasolina para se infiltrar nos solos argilosos e arenosos. Mediante a construção de simuladores de dutos foi observado o comportamento da mancha de contaminação em solos de ambas as texturas e, por meio de ferramentas matemáticas, foram obtidos gráficos que descrevem as diferenças de tempo e, conseqüentemente, a necessidade de se responder de forma mais ou menos urgente conforme o tipo de solo em que foi implantado um oleoduto.

**Palavra-chave:** Percolação, Gasolina, Solos, Oleodutos, Contaminação.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, observado nas últimas décadas em várias regiões brasileiras é acompanhado de uma expansão do setor de serviços, infraestrutura e das atividades industriais. Percebe-se um aumento gradativo do consumo de recursos naturais, com o intuito de ampliar o portfólio de bens produzidos e abastecer uma crescente população economicamente ativa.

Proporcional ao crescimento das cidades, a utilização de combustíveis tem aumentado significativamente em todo o mundo. Em consequência disto há necessidade de transportar e armazenar estes produtos em pontos estratégicos a fim de facilitar sua comercialização. Daí a necessidade de se construir os *oleodutos*, que de acordo com a Petrobrás (2014), são implantados para fazerem os subprodutos do petróleo chegarem até as refinarias e ajudam na hora de escoar a produção, além de serem alocados, em sua grande maioria, na costa direita do Brasil.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), em 2012 o consumo de gasolina no país aumentou quase 12%, em relação ao ano anterior. Esse desempenho abrange todas as formas de utilização dos derivados de petróleo, ou seja, não se limita aos combustíveis, compreendendo desde a produção de cosméticos, borrachas, medicamentos, lubrificantes, medicamentos, produtos de limpeza, plásticos e até tecidos sintéticos.

Em suma, o atual modelo de crescimento adotado no planeta é, majoritariamente, dependente da extração, refino e comercialização do petróleo. Diante disso, o monitoramento constante dessas atividades e equipamentos é de fundamental importância, pois a ocorrência de vazamentos em oleodutos pode ser potencialmente perigosa para o meio ambiente, especialmente em se tratando da gasolina, que possui baixa viscosidade, é bastante solúvel em água e de difícil remoção (CASARINI, 2006).

Na prática, a ocorrência de um vazamento em um oleoduto faz com que o produto ali transportado entre em contato com o solo. A depender da quantidade de combustível, ele tende a escoar verticalmente, atingido camadas mais profundas de solo, podendo chegar até os reservatórios de água subterrâneos. Nos quais a gasolina se

dissolve, alterando as propriedades químicas, físicas e biológicas da água, tornando-a imprópria para consumo.

É válido ressaltar que os aquíferos (reservatórios subterrâneos) representam uma fração importante de água doce do planeta e são responsáveis pelo reabastecimento de rios e lagos, além da sua utilização direta pelo homem através da escavação de poços.

Assim, o vazamento de oleodutos em grandes dimensões pode comprometer a qualidade da água a ser utilizada pelos seres vivos, especialmente em se tratando da gasolina. Contudo, é possível prevenir e/ou amenizar estes impactos, na medida em que se conhecem alguns fatores capazes de “frear” o escoamento do contaminante.

Entre estes fatores está a classe textural do solo no qual os dutos serão instalados. A classe textural refere-se inclusive a quantidade de espaços vazios no solo. Estes espaços podem ser compreendidos como o trânsito do líquido poluente, que começa a infiltrar no solo. Assim, parece claro que se o solo possui mais poros, há maior possibilidade de infiltração e escoamento, chegando mais rapidamente aos aquíferos.

Sabe-se que alguns solos são mais eficientes na retenção de fluidos, ou seja, devido sua composição granulométrica e as associações químicas que podem fazer, eles conseguem reter determinadas quantidades de um líquido em sua superfície, pois oferecem uma espécie de barreira que dificulta a percolação do contaminante.

Neste raciocínio, é para se supor, visando à proteção dos aquíferos, que solos arenosos exigem medidas emergenciais mais rápidas que os solos argilosos, na hipótese de ocorrer um sinistro (vazamento) no funcionamento de oleodutos? É possível definir uma função matemática que relacione o tempo de percolação com a profundidade atingida pelo contaminante?

Considerando a ocorrência de um vazamento no transporte de gasolina através de oleoduto, este projeto visa definir o gradiente de solo que apresenta maior urgência na tomada de ações corretivas. Serão analisadas as diferentes apresentações físicas das manchas de contaminação da gasolina, nos solos de textura arenosa e argilosa, e proposto um modelo matemático para esta situação, em função do tempo de percolação do contaminante.

## 2.OBJETIVO

Analisar o comportamento da mancha de contaminação no solo e propor um modelo matemático capaz de elucidar a percolação de hidrocarboneto em função de diferentes gradientes texturais em um solo tropical no decorrer do tempo.

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em detrimento às atividades industriais e aumento do uso de fontes de energia pela população em geral, percebe-se no último século, uma dependência considerável das sociedades quanto aos combustíveis fósseis, especialmente se observarmos a montagem de uma estrutura industrial e de mercado que atenda às demandas mundiais de produtos.

Daí a relevância de estudos que priorizem a avaliação do impacto ambiental nos corpos hídricos, na atmosfera e mais recentemente no solo.

Caracterizando esses materiais é possível identificar que os componentes principais do petróleo é o grupamento hidrocarboneto, composto basicamente de átomos de carbono e hidrogênio ligados entre si. Os hidrocarbonetos são amplamente utilizados no cotidiano para fabricação de plásticos, borrachas, parafina e combustíveis (gasolina, diesel, gás natural).

Esses compostos originam-se de combustíveis fósseis, formados pela decomposição de restos de animais e vegetais a milhões de anos. Eles possuem facilidade de oxidação e capacidade de liberação de muita energia, motivo pelo qual são tão utilizados como combustíveis.

A gasolina é basicamente composta pelos BTEX: hidrocarbonetos monoaromáticos, benzeno, etileno, tolueno, etilbenzeno, além de orto, meta e para xilenos. Estes compostos são muito solúveis em água, tornando a gasolina um potente contaminante de aquíferos, usados como fonte de abastecimento humano. Outro fator que aumenta consideravelmente a solubilidade da gasolina em água é o fato de, no Brasil, a ela ser adicionado o álcool etílico anídrico. De acordo com a Resolução nº 1 de 28/02/2013 do Conselho Interministerial do Açúcar e do

Álcool (CIMA) o percentual obrigatório de etanol anidro combustível na gasolina é de vinte e cinco por cento (25%).

Assim, especialmente em sua fase de licenciamento, a implantação de oleodutos deve atentar-se à prevenção e/ou diminuição dos riscos de acidentes. Neste sentido, a textura do solo em que o empreendimento será instalado é um dos fatores que interferem na intensidade do impacto causado em caso de vazamentos do combustível.

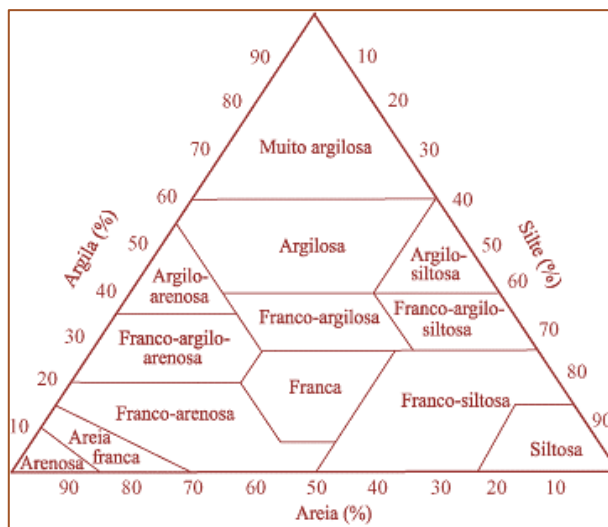
Os *solos argilosos* são aqueles com teor de argila superior a 35%, possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Ao passo que *solos arenosos* possuem teores de areia superiores a 70% e de argila inferiores a 15%, são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e, portanto, elevadas perdas por movimentação do fluido (EMBRAPA, 2003). A Figura 1 elucidada a classificação do solo conforme sua textura.

A classe textural é a característica de maior influência do transporte de substâncias no horizonte de solo. Com a ocupação das lacunas do solo, começa a atingir regiões (horizontes) mais profundas. Assim, se a textura do solo apresenta maior índice de vazios, esta ocupação tende a ser mais rápida, portanto o combustível alcança o reservatório subterrâneo mais rapidamente e inicia-se a interação gasolina-água.

“O termo *percolação* vem do latim *percolatio*, que significa filtragem” (PEREIRA, 2006, p.29), ou seja, refere-se à capacidade do solo permitir o escoamento vertical de um percentual do líquido vazado. Por indução, diz-se que solos com mais espaços vazios (porosos) tendem a segurar menos o líquido, ou seja, permitem que o fluido passe pelo solo mais livremente, ao passo que aqueles cuja porosidade é menor tendem a dificultar o escoamento vertical do contaminante.

Outro agravante da gasolina é a sua variada composição química que favorece o potencial patogênico, pois alguns hidrocarbonetos são facilmente absorvidos pelo organismo humano, tanto pela via oral, quanto respiratória ou dermal, de caráter carcinogênico em múltiplos órgãos humanos e depressantes do sistema nervoso central (CHAKRADEO et al., 1993).

Figura 3: Classificação textural de solo tropical.



Fonte: EMBRAPA, 2006

Na iminência do vazamento o líquido entra em contato com o solo e, por forças gravitacionais e interações intermoleculares, ocorrem o transporte do combustível dentro do horizonte do solo, convergindo e interagindo para a água. Estes fenômenos são dependentes de algumas variáveis, tais como, viscosidade do fluido, polaridade, compactação do solo e, principalmente, a sua textura.

Na água a gasolina se dissolverá parcialmente: sua fração de hidrocarbonetos é mais solúvel, devido a polaridade, de modo a alterar as propriedades da água primeiro (CORSEUIL, 1992). A alteração pode ser percebida visualmente, pois a viscosidade da água é aumentada e altera a coloração.

Paralelo a isso, a compactação de um solo arenoso pode torná-lo propício a instalação de oleodutos, pois diminuirá significativamente a velocidade de percolação da gasolina oriunda de um possível vazamento e à medida que este líquido percola pelo solo de maneira lenta, a suas propriedades contaminantes poderão ser atenuadas pelos processos (físicos, químicos e biológicos) de interação com o solo, tais como filtração, difusão, dispersão, diluição, absorção, adsorção, troca iônica e a biodegradação aeróbia e anaeróbia.

Desta forma, considerando-se que uma região na qual se encontra em pleno funcionamento um oleoduto e este sofre, acidentalmente, um vazamento, é relevante saber qual textura de

solo confere maior margem de segurança aos reservatórios de água subterrâneos.

Acatando-se o pressuposto de que solos argilosos são mais resistentes à percolação, este projeto visa quantificar esta resistência, comparando-a com solos de textura arenosa.

#### 4. METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar duas texturas de solo (arenosa e argilosa) quanto à permissividade de percolação de gasolina, angariou-se 24 garrafas de Polietileno de Tereftalato (PETs) – de capacidade de 2 litros cada para simular um duto com coluna de percolação.

A construção das colunas de percolação seguiu as etapas descritas a seguir e os procedimentos foram realizados da mesma forma para todas as colunas, totalizando 8 simuladores.

Como preparação inicial as garrafas escolhidas - que possuíam o mesmo formato - foram lavadas e tiveram seus rótulos retirados. A seguir foram delimitadas as indicações de corte: para a primeira e a segunda garrafa foram iguais, considerando 5,5 cm da base e 12 cm da parte superior (descontando-se a área da tampa). Já para a terceira garrafa foi retirado 5,5 cm de base. Ressaltando que os cortes de todas elas foram realizados acima das delimitações, permitindo uma área para a aplicação de cola e encaixe.



Figura 2: Aplicação da cola e encaixes.



Fonte: Autor do Trabalho

A cola foi aplicada na parte externa das áreas extras de delimitação do corte e foram encaixadas. Após a secagem foi aplicado silicone líquido na parte externa da coluna para vedação. Para evitar a perda de solo durante o experimento, foi realizado o corte de um pequeno pedaço do Tecido Não-Tecido (TNT), que foi acoplado à saída inferior da coluna com uma liga elástica. Estes processos foram registrados na Figura 2.

Para as texturas de solo as amostras foram montadas nas seguintes proporções: uma com 80% de argila, outra com 80% de areia, de modo que foram obtidas quatro colunas de percolação totalmente preenchidas com solos

80% argiloso e 20% arenoso e outras quatro preenchidas com solos 80% arenoso e 20% argiloso. Além disso, foi cortada a parte superior das garrafas e encaixada nas colunas de percolação, a fim de que a estrutura minimizasse a evaporação da argila dos solos e do líquido contaminante. Os referidos procedimentos são ilustrados ainda na Figura 2.

Após o encaixe da estrutura a mesma foi vedada com fita adesiva transparente, evitando assim a perda de material. O resultado final da montagem é apresentado na Figura 3.

Figura 3: Simuladores de dutos



Fonte: Autor do Trabalho

Em seguida, pela parte superior do simulador foi despejado lentamente 1000 mL do líquido contaminante em cada uma das colunas, permitindo a observação do comportamento

da mancha de percolação durante algumas horas.

Durante a observação da mancha de contaminação, foi anotada a profundidade atingida pelo contaminante a cada intervalo

de aproximadamente 3 minutos, pelo período máximo de 140 minutos. Os resultados obtidos foram dispostos em uma tabela e todos os procedimentos possuem registro fotográfico e algumas filmagens.

Assim, observou-se a percolação dos solos argilosos e arenosos, com suas respectivas repetições. Este experimento adotou duas medições de percolação – mínima e máxima –

para cada tipo de solo. A percolação mínima foi obtida pela medição da distância da linha de superfície do solo até o menor ponto da mancha de contaminação. E a percolação máxima refere-se à medida de distância entre a linha de superfície do solo até o máximo ponto da mancha de contaminação, visível pelo simulador do duto, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Demonstração da percolação máxima e mínima no simulador.



Fonte: Autor do Trabalho.

De posse dos valores de tempo e profundidade atingida e, auxiliados pela ferramenta matemática MINITAB e Excel, obteve-se o gráfico relacionando *profundidade x tempo* de cada textura de solo.

O delineamento experimental foi o de blocos com repetição com 2 tratamentos (solo argiloso e arenoso) e 4 repetições. O teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) foi aplicado para as médias observadas para avaliação dos desempenhos de cada solo contaminado.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizado o experimento e suas respectivas medições, foram plotados dois gráficos para cada tipo de solo – arenoso e argiloso – a fim

de se obter uma melhor visualização dos resultados e as funções matemáticas que descrevessem a linha de tendência da percolação (Figura 5 e Figura 6).

Baseando-se nas Figuras 5 e 6, conclui-se que o solo arenoso necessitou de maior tempo de percolação para atingir uma mesma distância, se comparado ao solo de textura argilosa, ou seja, a argila apresentou maior capacidade de retenção do fluido que a areia. Essa afirmação pode ser bem exemplificada, considerando que para o tempo de 20 (vinte) minutos o solo argiloso teve percolação máxima de 11 cm, enquanto que no solo arenoso foi observado 19 cm de mancha de contaminação para o mesmo tempo.

Figura 5: Gráfico de percolação do líquido e tempo gasto para o solo de textura argilosa.

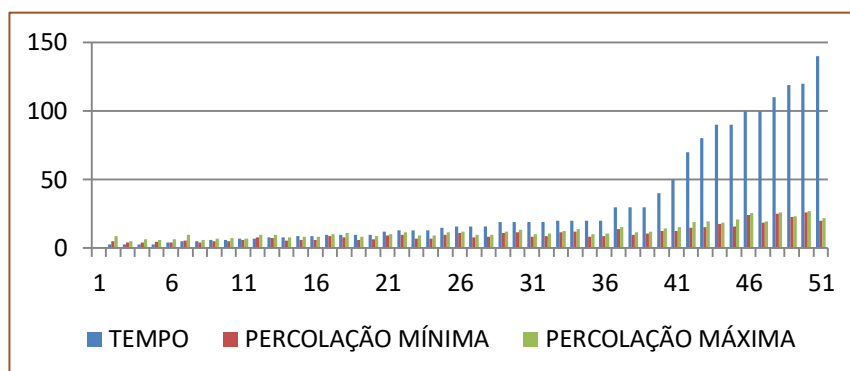
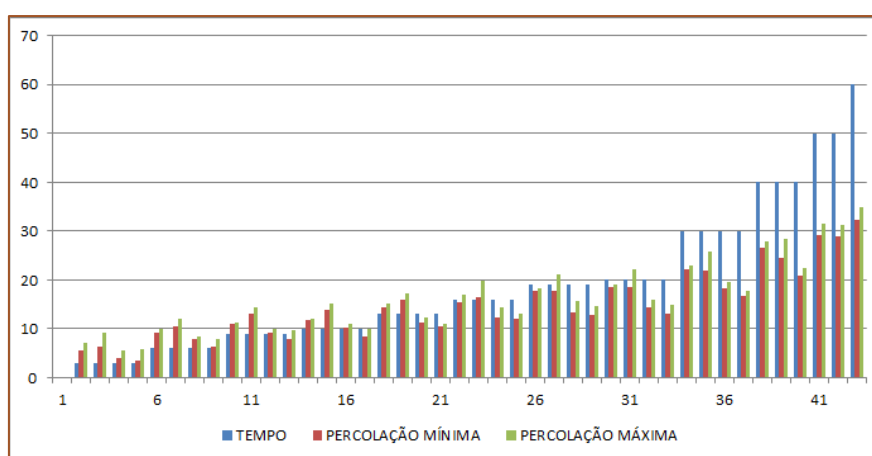


Figura 6: Gráfico de percolação do líquido e tempo gasto para o solo de textura arenosa.



Para o tempo de 40 (quarenta) minutos foi observado a percolação máxima de 18 cm no solo argiloso, enquanto o solo arenoso apresentou 28 cm de percolação. Portanto, foram estimadas equações com base na linha de tendência de cada gráfico. Para a percolação máxima do solo argiloso, foi obtida a representação matemática descrita na equação 1.

$$y = 0,0081t^2 - 0,074t + 6,9355$$

$$y' = 0,0162t - 0,074$$

$$R^2 = 0,8484$$

A equação 1 refere-se a tendência de percolação máxima do solo argiloso. A segunda equação ( $y'$ ) é a representação matemática da derivada de  $y$  em função do tempo, ou seja, é a taxa de variação do líquido. Quanto ao  $R^2$ , este denota ao percentual de ajuste dos valores ao modelo de equação, ou seja, para o  $R^2$  obtido,

84,84% dos dados se ajustam ao modelo de equação proposto.

Para a percolação mínima do solo argiloso, foi estimada a equação 2:

$$y = 0,0083t^2 - 0,083t + 5,0002$$

$$y' = 0,0166t - 0,083$$

$$R^2 = 0,8492$$

A leitura destas equações segue de modo análogo a anterior, ressaltando-se a proximidade entre os valores de  $R^2$  para ambas percolações, haja visto tratar-se do mesmo solo. Para a mistura de solo arenoso, através do gráfico da Figura 15 também obteve-se a equação 3, referente à percolação máxima:

$$y = 0,0078t^2 + 0,1922t + 6,6862$$

$$y' = 0,0156t + 0,1922$$

$$R^2 = 0,8072$$



De modo similar, estimou-se a equação 4 para a percolação mínima do solo arenoso.

$$y = 0,0068t^2 + 0,2072t + 5,3987$$

$$y' = 0,0136t - 0,2072$$

$$R^2 = 0,8092$$

Uma análise comparativa dos valores de  $R^2$  para as duas texturas de solo, permite

concluir que os dados se ajustam mais ao modelo argiloso que ao arenoso, numa diferença de 4%. Justifica-se pelo fato de as medições do solo argiloso apresentar menor variação entre as percolações máximas e mínimas e, as medidas foram coletadas em espaços de tempo mais curtos. Os valores medidos nas equações estimadas, os dados foram organizados conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Taxa de Variação do líquido em função da classe textural do solo e o tempo considerado no experimento

t	Solo Argiloso		Solo Arenoso	
	$y'_{(máx)}$	$y'_{(mín)}$	$y'_{(máx)}$	$y'_{(mín)}$
3	-0,003	-0,033	0,239	0,248
10	0,088	0,083	0,348	0,343
19	0,234	0,232	0,488	0,466
20	0,250	0,249	0,504	0,479

Ressalta-se, à partir da tabela, que o solo arenoso apresenta maior taxa de variação do que o solo argiloso. Com auxílio do software MINITAB, foi plotado o gráfico de percolação máxima, apresentado na Figura 7. Percebe-se que o solo arenoso atingiu maior percolação em tempo menor, se comparado ao argiloso,

conforme a legenda de cores, que indicam a profundidade da percolação. Para a percolação mínima, de ambos os solos, também é confirmada a maior rapidez de percolação do solo arenoso, conforme Figura 12.

Figura 7: Gráfico 3D de percolação máxima para ambos os solos em função do tempo de observação do experimento.

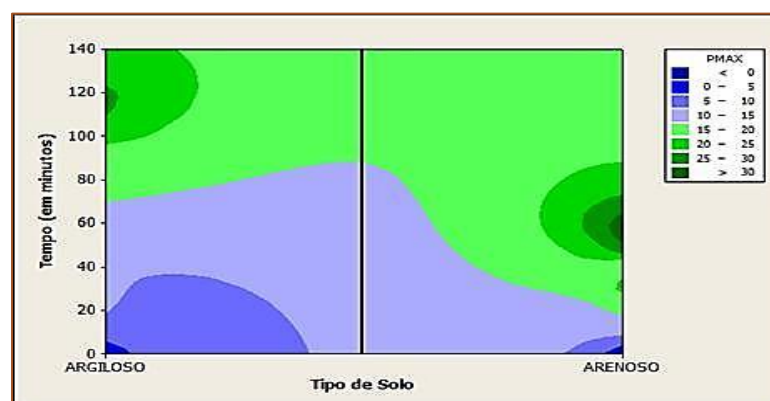
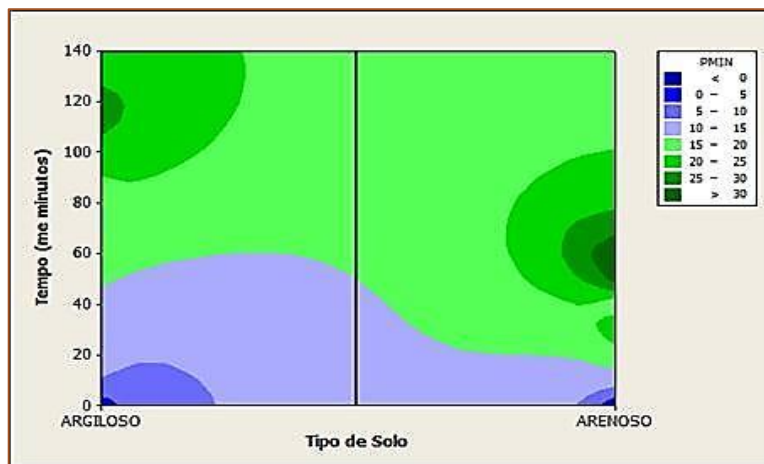


Figura 8: Gráfico 3D de percolação mínima para ambos os solos em função do tempo de observação do experimento.



O Teste de Tukey permitiu uma análise da significância do experimento, ou seja, foi confirmada a diferença estatística significativa entre as texturas de solo. Essa disparidade,

no teste, é comprovada pelas letras distintas (*a* e *b*) que indicam a divergência entre as médias, conforme mostrado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Resultado do Teste Tukey<sup>1</sup> para as médias de percolação mínima por tipo de solo considerado no experimento.

Classe Textural do Solo	Médias – Percolação Mínima (em cm)
Arenoso	11,88 a
Argiloso	8,01 b

<sup>1</sup> Letras iguais indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Por não haver repetição nas letras, entende-se que todos os parâmetros são divergentes entre os dois solos. Caso contrário, o teste acusaria alguma semelhança à significância 5%.

Quanto aos parâmetros da percolação máxima, foi observada a mesma disparidade

que a mínima, com indicação das letras *a* e *b*. Essa divergência pode ser comprovada com a observação da percolação para a distância de 10 cm nos solos: enquanto o arenoso demorou, pelo menos 10 minutos, no argiloso foi preciso aguardar, em média, 15 minutos.

Tabela 4. Resultado do Teste Tukey<sup>1</sup> para as médias de percolação máxima por tipo de solo considerado no experimento.

Classe Textural do Solo	Médias – Percolação Máxima (em cm)
Arenoso	13,59 a
Argiloso	9,95 b

<sup>1</sup> Letras iguais indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Neste experimento as percolações ocorreram de forma muito rápida, ou seja, se o oleoduto fosse construído nas condições aqui impostas, a contaminação de reservatórios de água seria em um curto espaço de tempo, o que potencializaria largamente suas conseqüências, somado à dificuldade de detecção de um vazamento imediatamente após sua ocorrência.

Na prática, esta situação é um pouco diferente, pois se considera que o sinistro ocorre a uma vazão menor que aquela considerada no experimento, além disso, é obrigatória a instalação de mantas de impermeabilização, que protegem ainda mais o solo. Outro fator limitante é o fato de que mesmo a quantidade de 1000 mL ser considerada grande para a área do duto, o raio da coluna de percolação não permitia ao solo admitir todo o volume de contaminante simultâneo à sua inserção.

## REFERÊNCIAS

- [1] Bratberg, D., Hopkins, L. Risk Based Corrective Action and Risk Assessment Procedures in the United States: a 1995 Survey. In: Proceedings of the 1995 Petroleum Hydrocarbon and Organic Chemicals in Ground Water: Prevention, Detection, and Restoration Conference, Houston, Texas. Nov. p. 25-31.
- [2] Brunetti, G.; Plaza, C.; Clapp, C.E. & Senesi, N. Compositional and functional features of humic acids from organic amendments and amended soils in Minnesota, USA. Soil Biol. Biochem., 39:1355-1365, 2007.
- [3] Casarini, D.C.P. Padrões de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas. Anais do Workshop de Biodegradação promovido pela Embrapa, Campinas, 1996.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O êxito na realização do experimento confirmou que é possível determinar funções matemáticas, cujos gráficos descrevem o comportamento da mancha de contaminação em função da textura do solo ao longo do tempo, desde que seja analisado um mesmo contaminante.

Nas medições efetuadas foi confirmada a maior capacidade do solo argiloso em reter parte da gasolina as camadas mais superficiais. Ou seja, na hipótese de ocorrer um sinistro, o solo arenoso carece de ações emergenciais mais rápidas, se comparado com um solo argiloso, visto que a areia permite que o contaminante infiltre com maior facilidade, podendo atingir reservatórios de água e contaminar uma fração significativa de solo.

- [4] Corseuil, H.X. Enhanced Degradation of Monoaromatic Hydrocarbons in Sandy Aquifer Materials by Inoculation Using Biologically Active Carbon Reactors. PhD dissertation, Ann Arbor, MI, EUA, 1992.

- [5] Corseuil, H. X.; Marins, M. Dal M. Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: O problema é grave? Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.2, n.2, p.50-54, 1997.

- [6] Domenico, P. A. e Schwartz, F. W. 1998. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons Inc., New York, EUA, 2ª Ed.

- [7] Ferreira, D. F. Programa computacional SISVAR – UFLA, versão 5.3, 2010.

- [8] Minitab Statistical Software Version 16 For Windows. (2010) Inc. Minitab. Duxbury Press.

# CAPÍTULO 5

## PREVENÇÃO E CONTENÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS CAUSADOS PELA EXPANSÃO URBANA EM BELO HORIZONTE/MG

*Juliana Pinheiro Gonçalves*

*Eduardo Teixeira Gregório*

*Camila Moreira de Assis*

*André Bicalho Luz*

*Bárbara Carolina de Oliveira Passos*

*Bianca de Castro Sampaio*

*Jeisiane Rodrigues Pinto*

*João Cláudio Dimeira*

*Nayla Izabel Souza Moreira*

**Resumo:** Um processo erosivo ocorrente na Região Oeste de Belo Horizonte, no bairro Buritis, foi analisado a fim de se descobrir se a urbanização o afetaria, além de propor medidas de prevenção e contenção. Este foi denominado como ravina; realizaram-se análises morfológicas do solo para que seu tipo e horizontes fossem estabelecidos, além de indicar se o solo era susceptível à erosão. Através de uma análise estatística, descobriu-se uma relação entre as percentagens de alguns componentes do solo. Verificou-se que a área em estudo, com o auxílio da declividade, do tipo de solo e do alto nível de urbanização possui alta susceptibilidade a sofrer processos erosivos. Um método de prevenção seria a não ocupação da área, visto sua alta declividade e o tipo de litologia extremamente friável. Os métodos de contenção mais indicados para a área seriam a revegetação do local em conjunto com as paliçadas. As plantas mais indicadas são a Leucena (*Leucaena leucocephala*), a Puerária (*Pueraria phaseoloides*) e a Sesbãnea (*Sesbania virgata*), que são de portes arbustivo-arbóreas, podendo ser utilizadas em consórcio com as gramíneas. É importante esclarecer que a recuperação de qualquer área deve ser realizada através de muitos estudos e por uma equipe técnica multidisciplinar, em que os aspectos social, econômico e ambiental sejam considerados na tomada de decisões.

**Palavra-chave:** Processos erosivos. Análises. Urbanização. Diagnósticos. Buritis. Belo Horizonte.

## 1 INTRODUÇÃO

A erosão é caracterizada pelo desgaste da superfície da Terra, e este processo pode ocorrer de forma natural, sendo causado pela ação hídrica, eólica, glacial ou por outros agentes geológicos, podendo ocorrer também por meio antropogênico, em que a interferência humana altera este processo natural, acelerando sua ação e intensidade. Existem principalmente três níveis de processos erosivos, classificados de acordo com sua intensidade, causa e profundidade: os sulcos, ravinas e voçorocas (SILVA, 2007).

As consequências mais graves de erosões são: eliminação de terras férteis, devastação de estradas e outras obras de engenharia, riscos de desabamentos de residências, assoreamento de rios e receptáculos, recobrimento de solos férteis nas planícies de inundação, devastação de habitats, rebaixamento do lençol freático no entorno com secagem de nascente, alteração de pastagens e culturas agrícolas, diminuição da produção de cisternas e complicação de acesso a determinadas áreas (TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012).

Segundo Carvalho, Lima e Mortari (2001), a prevenção dos processos erosivos inicia-se com a adoção de um planejamento de uso e ocupação do solo da região escolhida, envolvendo um Plano Diretor, uma definição do limite para ocupação, expansão do perímetro urbano e disciplina dos loteamentos, a fim de se definir restrições de uso e ocupação do solo justificáveis do ponto de vista social e econômico.

No caso da urbanização, obras como loteamento, sistema viário, infraestrutura urbana e área industrial ocorrem por intervenções antrópicas que se caracterizam pela remoção da cobertura vegetal, terraplanagem, cortes, aterros, desmatamentos, sistemas de drenagem e escavações. Tais intervenções acarretam impactos ambientais, como processos erosivos, modificações da paisagem, escorregamentos, poluições atmosféricas, do solo e hídrica, resultando em consequências como os assoreamentos, inundações e enchentes, além de contaminações do ar, solo e água (UFMS, 2014).

O fato de que alguns solos se erodem mais rapidamente do que outros, em condições ambientais equivalentes, deve-se à vulnerabilidade que estes possuem quanto à erosão, de acordo com os seus diferentes

atributos físicos e químicos. O tipo de uso do solo e a sua cobertura vegetal são fatores que interferem bastante no processo erosivo. Quando um solo é utilizado de forma correta e existe uma cobertura vegetal, ocorre a proteção de perda de material, pois este fica protegido de forma direta e indireta contra os elementos modificadores das formas do relevo (KAWAKUBO *et al.*, 2005).

Uma vez que formas acentuadas de erosão encontram-se instaladas, torna-se praticamente inviável sua eliminação, tornando-se necessária sua contenção. Para realizar o controle de um processo erosivo, primeiramente deve-se isolar a área afetada, realizar análises químicas e texturais do solo, além de construir estruturas que diminuam a movimentação e a perda de sedimentos (TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012). De acordo com o autor, as principais medidas de contenção de um processo erosivo são:

- **Revegetação:** a cobertura vegetal é uma forma de proteção natural contra a erosão e tem como benefícios a dispersão da água, proteção do solo contra a precipitação direta, melhora da estrutura do solo através da adição de matéria orgânica, decomposição das raízes de plantas e diminuição da velocidade de escoamento da água.
- **Paliçadas:** são estruturas estáticas de arrimo formadas por uma sucessão de estacas posicionadas próximas umas das outras, utilizadas para conter terrenos instáveis. Para isso, constrói-se uma cortina e escava-se de um lado, sem que haja perigo de deslizamento. As cortinas devem ser construídas com mourões de eucalipto de 2,20 m de altura e 15 cm de diâmetro, podendo também ser utilizados bambus como materiais.
- **Obras de dreno:** para isso, pode-se utilizar a técnica de marcação do terreno, para que ocorra o acompanhamento das curvas de nível num tipo de sulco ou canal, interceptando as águas das enxurradas e conduzindo o excesso de água pelo canal, pois é necessário que haja a drenagem da água, criando uma infiltração forçada e desviando os fluxos de água da erosão.
- **Retaludamento:** essa técnica oferece maior consistência aos taludes, que são superfícies inclinadas limitantes de um maciço de terra, rocha ou ambos. Para isso, deve-se aplicar métodos de



conservação do solo (controle de escoamento de água e manutenção da proteção do solo) aliados a métodos de caráter preventivo e corretivo. Também é preciso controlar a vazão, a declividade ou a natureza do terreno para contenção de erosões. Para que haja controle de vazão, é necessário desviar ou conduzir a água por caminhos preferíveis em relação ao sulco

- **Erosivo.** O controle do sulco é obtido com retaludamento ou adição de obstáculos que diminuem a velocidade de escoamento da água.
- **Terraceamento:** os terraços consistem em sulcos ou valas e são construídos na direção de maior declive (transversalmente), aumentando a penetração de água no solo e controlando a área erodida. Tem como principais objetivos diminuir as perdas de solo, diminuir a velocidade e volume das enxurradas, aumentar a infiltração de água, reduzir o pico de descarga dos cursos da água e amenizar a topografia. Cada terraço tem a função de proteger a faixa que está abaixo ao receber água da faixa que se encontra acima deste. É fundamental que seja feito em áreas com grande ocorrência de chuva, cuja intensidade e volume conseguem superar a capacidade de infiltração da água do solo.

Segundo Araújo (2005), o bairro Burity apresenta relevo acidentado, altas declividades, encostas íngremes e subsolo bem instável, possibilitando, assim, os escorregamentos e processos erosivos. Grande parte do bairro encontra-se inserido no Grupo Sabará, significando que a litologia típica é um filito, rocha extremamente friável, apresentando xistosidade. Sendo assim, o bairro que antes proporcionaria à sua população residencial uma satisfatória qualidade de vida vem se transformando em um espaço desordenado e caótico, devido à grande concentração de edificações, crescimento populacional, diminuição das áreas verdes e impermeabilização do solo.

Deste modo, o local de estudo foi escolhido devido à preocupação com o crescente registro de ocorrências e acidentes por processos erosivos, sendo que o objetivo principal deste trabalho é identificar o processo erosivo ocorrente na região e propor uma medida de prevenção e contenção. Para

atingir tal objetivo, focou-se nas seguintes etapas:

- Identificar os aspectos físicos do solo, tais como: geologia, declividade, vegetação, processos naturais e antrópicos.
- Realizar estudos em campo, além de análises morfológicas do solo e com ferramentas computacionais.
- Discutir uma medida de prevenção da área de estudo.
- Propor um método que reduza o nível do processo erosivo.

## 2 METODOLOGIA

Foram realizadas visitas a campo, nos dias 21 e 29 de março de 2014, nos períodos da tarde e manhã, respectivamente, para que o solo fosse coletado a fim de ser analisado, sendo que, além disso, foram realizadas algumas medições do processo erosivo.

No dia 21, a temperatura se manteve entre os 25° C e 28° C, além de não ter ocorrido precipitação acumulada (INMET, 2014). Foram demarcados três pontos para a coleta do solo (FIG. 1), em que foram retiradas três amostras, em cada ponto, com o auxílio de um trado, com profundidades variando da superfície aos 45 cm, para que se obtivesse grau de variabilidade. Normalmente, a amostra mais superficial do perfil do solo contém um maior teor de matéria orgânica, sendo que o teor de material inorgânico vai aumentando, de acordo com a profundidade. No dia 29, a temperatura se manteve entre os 25° C e 28° C, além de não ter ocorrido precipitação acumulada (INMET, 2014).

Figura 1: Localização dos pontos de coleta do solo



Fonte: GOOGLE EARTH (Adaptado), 2011



Foi realizada a medição da erosão em si com o auxílio de uma trena, dividindo-a em seis áreas de 5 m<sup>2</sup> e marcando-se sete pontos, onde a profundidade em cada ponto foi demarcada, para que fosse gerada a localização do processo erosivo propriamente (FIG. 2).

Figura 2: Localização dos pontos para medição



Fonte: GOOGLE EARTH (Adaptado), 2011

Foram utilizados o trado Holandês (FIG. 3) e sacos plásticos para a retirada e acondicionamento do solo. A medição da área de estudo foi realizada através de trena, e o GPS foi utilizado para a demarcação das coordenadas e as respectivas elevações dos pontos de coleta (FIG. 4). O GPS foi configurado no DATUM WGS84, pois os pontos coletados foram amostrados através do *Google Earth*, que utiliza este mesmo DATUM.

Figura 3: Coleta e acondicionamento de solo, com o auxílio do trado e saco plástico



Figura 4: Coleta das coordenadas UTM e elevações através do GPS



Os programas *Google Earth* e *ArcGIS* foram utilizados com o propósito de localizar e georreferenciar as informações obtidas através do GPS, como coordenadas UTM e elevação. O *ArcGIS* também foi utilizado no processamento dos dados e na confecção de mapa.

As análises geotécnicas foram realizadas de acordo com Santos *et al.* (2006). Com o solo amostrado, foram realizadas as análises de cor, granulometria, consistência, estrutura e grau de estrutura. Estas análises possuem a finalidade de descrever as características morfológicas dos horizontes que compõem o perfil de solo, para que se tenha uma visão integrada deste na paisagem.

Para realização da análise da cor, é adequado quebrar os agregados ou torrões para definir se esta é a mesma por dentro e por fora. A caracterização foi realizada em laboratório, através da tabela de cores de *Munsell* (*Munsell book of color*), material utilizado na determinação de cores de solos (SANTOS *et al.*, 2006). Como a caracterização foi realizada em laboratório, a amostra estava seca e foi analisada em dois tipos de ambiente: com luz natural e luz artificial. Segundo a notação de *Munsell*, a cor do solo é determinada por um matiz (*hue*), um valor ou tonalidade (*value*) e um croma ou intensidade de saturação (*chroma*). O matiz simboliza o comprimento de onda dominante da luz refletida pelo objeto. No esquema seguido por *Munsell*, o matiz é representado por um número (de 0 a 10) e uma ou duas letras maiúsculas (R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P e RP), conforme Ker *et al.* (2012).

A análise granulométrica é a proporção das frações que compõem a massa do solo: areia

(parte mais grossa), silte e argila (parte mais fina), sendo que, em campo, para se estimar a proporção dessas frações, utiliza-se o tato. Foi utilizado o Sistema Americano ou Triângulo Americano para determinar a classe textural do solo (SANTOS *et al.*, 2006). Para a realização desta análise, foi enviada uma amostra de solo – aproximadamente 100 g – ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA, 2014) –, para a determinação real das porções de areia, silte e argila.

A análise de consistência é utilizada para determinar a força existente entre as partículas do solo e de adesão entre estas e outros materiais, conforme a variação de grau de umidade. Para sua determinação, foi necessário descrevê-la nos três estados de umidade: seco, úmido e molhado (SANTOS *et al.*, 2006).

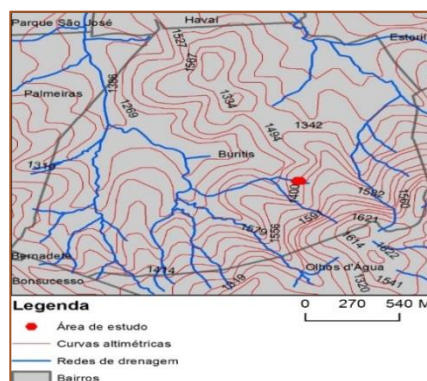
A estrutura refere-se ao padrão de arranjo das partículas primárias do solo, formando os agregados, separadas pelas superfícies de fraqueza. O relato da estrutura foi realizado através da avaliação visual das unidades estruturais com vista desarmada, e o tamanho das unidades estruturais foi utilizado na caracterização deste. O grau de estrutura é a forma como as unidades estruturais se encontram. O grau da estrutura também foi analisado e, assim, as condições de coesão dentro e fora dos agregados foram manifestadas em fraca, moderada ou forte (SANTOS *et al.*, 2006). Todas as análises, exceto a granulométrica, foram realizadas no laboratório de Geotecnia do Centro Universitário de Belo Horizonte.

Realizou-se a confecção de um diagrama de dispersão, para que fosse descoberta a relação entre as variáveis do solo com o processo erosivo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área estudada encontra-se no bairro Buritis (FIG. 5), na região Oeste de Belo Horizonte, dentro da Bacia do Ribeirão Arrudas.

Figura 5: Localização da área de estudo



Fonte: IBGE (Adaptado), 2014

No mapa, foram adicionadas curvas altimétricas para mostrar a declividade da região, além das redes de drenagem, pois foi verificado que há uma drenagem a montante da área de estudo que, somada à alta declividade, influencia de forma intensa a velocidade de escoamento superficial da água, esta resultante da precipitação, não permitindo que ela infiltre e faça a recarga de cursos hídricos, causando grande susceptibilidade à erosão hídrica. A área em estudo encontra-se a aproximadamente 1400 m de altitude, com as curvas altimétricas indo de 20 em 20 m.

O processo erosivo foi identificado como ravinamento, que ocorre quando a água precipitada se concentra em um sulco e aprofunda, podendo alcançar grandes profundidades. A ravina possui 30 metros de comprimento, com profundidades variando de 0,15 metros a 3 metros. Foi identificado também outro tipo de erosão, nas paredes da ravina, denominado como pináculos, os quais são formados pelas gotas de precipitação, que rompem as partículas do solo, deixando somente a rocha no seu topo. A litologia típica encontrada é o filito, rocha extremamente friável, com frente bem intemperizada. A declividade na área estudada é bem intensa, fazendo com que o escoamento superficial da água seja turbulento, favorecendo a erosão hídrica.

A análise da cor apresentou os seguintes resultados, em luz ambiente e em luz natural, respectivamente, conforme os três pontos de coleta de solo:

- **Ponto 1:** A notação 5YR 6/4 representa a cor com matiz 5YR, valor 6 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde a cor bruno-avermelhado-claro (*Light reddish brown*). As cores vermelhadas são

resultantes da presença de óxidos de ferro (Fe) livres, com participação predominante de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), e indicam boas condições de drenagem (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 2:** A notação 10R 5/4 representa a cor com matiz 10R, valor 5 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor vermelho-acinzentado (*Weak red*). As cores acinzentadas devem-se à presença de ferro na forma reduzida (Fell), indicando ambiente imperfeito, há muito mal drenado, sujeito a hidromorfismo acentuado (KER *et al.*, 2012).
- **Ponto 3:** A notação 10YR 6/6 representa a cor com matiz 10YR, valor 6 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelado-brunado (*Brownish yellow*). As cores amareladas indicam a presença de gibbsita [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ]. Assim refletem condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012).
- **Ponto 1:** A notação 5YR 6/6 representa a cor com matiz 5YR, valor 6 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelo-avermelhado (*Reddish yellow*). As cores amareladas indicam a presença de goethita [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ] e a virtual ausência de hematita. Essas refletem

condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 2:** A notação 2.5YR 6/4 representa a cor com matiz 2.5YR, valor 6 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor bruno-avermelhado-claro (*Light reddish brown*). As cores vermelhadas são resultantes da presença de óxidos de ferro livres, com participação predominante de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), indicando boas condições de drenagem (KER *et al.*, 2012).
- **Ponto 3:** A notação 10YR 7/6 representa a cor com matiz 10YR, valor 7 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelo (*Yellow*). Refletem condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012). Sendo assim, o solo apresenta resumidamente cores pálidas, indicando que sua fertilidade é baixa, denominando-o deste modo como distrófico.

A análise granulométrica da amostra foi realizada em triplicata para que fosse conferido um grau de variabilidade e observasse que os resultados encontram-se bem próximos, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Análise granulométrica do solo

Pontos de coleta	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
1	49%	40%	11%
2	52%	36%	12%
3	47%	42%	11%

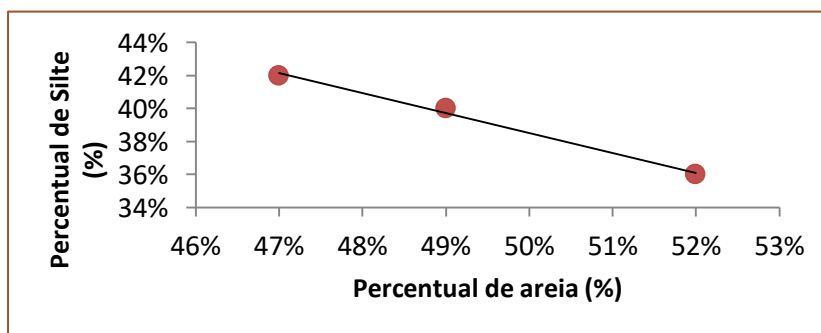
A classe textural encontrada neste solo através dos dados da Tabela 1 é denominada como Franco, possuindo textura média e sendo conhecida pelo nome comum de solo franco, significando que este possui grandes quantidades de areia e silte, fazendo com que se torne muito susceptível à erosão, já que a quantidade de argila, que é o componente

responsável por dar coesão às partículas, encontra-se aquém do indicado.

Ao se analisar os dados, com o auxílio do programa *Microsoft Excel*, foi possível dimensionar a percentagem de silte sabendo, inicialmente, a percentagem de areia (FIG. 6). Assim, é mostrado que quanto maior for a percentagem de silte, menor será a percentagem de areia.



Figura 6: Diagrama de dispersão dos componentes do solo



Na análise de consistência, observou-se o mesmo padrão para as três amostras analisadas.

O solo, quando seco, apresentou consistência macia, em que sua massa é frágil e fracamente coerente, fazendo com que este se quebre facilmente em grãos individuais ou em material pulverizado sob pressão muito leve. Quando úmido, o solo apresentou consistência friável, pois, sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador, o material esboroa-se facilmente, agregando-se por compressão posterior. O solo molhado apresentou consistência ligeiramente plástica, pois há a formação de um fio que pode ser facilmente deformado. Além disso, quanto à pegajosidade, o material analisado mostrou-se ligeiramente pegajoso, uma vez que aderiu facilmente ao polegar e indicador, desprendendo-se de um deles facilmente quando a pressão foi cessada. Assim, observou-se que este solo possui grande susceptibilidade à erosão hídrica, ocasionada pela precipitação, em que a presença de uma quantidade mínima de água já ocasionou uma ruptura à estabilidade do solo.

Ao se realizar a análise de estrutura para as três amostras selecionadas, verificou-se que todas apresentaram as mesmas características: o tipo de estrutura é o de bloco angular, uma vez que suas unidades estruturais apresentaram faces planas e ângulos vivos na maioria dos vértices. Além disso, verificou-se que possuem tamanho de estrutura médio, desfazendo-se em pequeno e muito pequeno. As amostras apresentaram grau de estrutura fraco, pois as unidades estruturais são pouco frequentes em relação à terra solta. Deste modo, verificou-se que, mesmo que a estrutura do solo seja em bloco, fornecendo assim uma boa retenção de água e nutrientes, o grau de estrutura entre eles é fraco, mostrando que não há coesão entre os grãos, favorecendo e muito sua ruptura.

Foi também observado que, na área de estudo, o solo em si é denominado como Cambissolo (EMBRAPA SOLOS, 2008), sendo que este é determinado pela profundidade – até 50 cm -, além de possuir estrutura e grau de organização fracos. Possui um início de formação do horizonte A, com aproximadamente cinco centímetros (cm) de profundidade, influenciado pela vegetação encontrada acima dele, ainda fracamente desenvolvido. Possui também, logo abaixo deste, um horizonte B, com aproximadamente 20 cm de profundidade, fracamente desenvolvido, com estruturas extremamente fracas denominado como Bi, que significa solo incipiente, ou seja, em início de formação, possuindo cor pálida, típico do material encontrado no horizonte C, encontrado logo abaixo deste, com aproximadamente 1,5 metro (m) de profundidade que está em transformação, possuindo altos teores de areia e silte. Além disso, há uma cobertura pedológica alóctone associada aos horizontes do solo, conhecida também por colúvio, que é o material constituído pelo filito intemperizado, não possuindo nenhum grau de organização, e encontra-se totalmente solto, tendo sofrido deslizamento, vindo de uma parte superior, provavelmente do horizonte C, onde se depositou. Devido à direção do mergulho da rocha, pode-se afirmar que a área está relativamente estável, já que a construção encontra-se em sentido contrário a este, além de possuir aproximadamente dois metros de profundidade de solo.

A medida de prevenção mais adequada para a área de estudo seria a não ocupação do terreno, pois a erosão natural existente foi altamente intensificada pelo processo de urbanização do local. Com o auxílio das imagens de satélite (figuras 1 e 2), foi verificado que, no momento da terraplanagem para a construção do imóvel ao lado da área

de estudo, ocorreu a deposição de grande parte deste solo exatamente na área estudada. Com isso, após intensas precipitações, o processo erosivo existente, mas recoberto pelo solo da terraplanagem, ressurgiu e tornou-se muito mais intenso, causando prejuízos na construção do imóvel. Após algum tempo, foram tomadas algumas medidas de contenção para o próprio imóvel, o qual beneficiou de certa forma a área estudada, através da canalização da água precipitada, diminuindo o volume que escoava pela ravina.

Uma alternativa de contenção deste processo erosivo seria a utilização de paliçadas de madeira ou bambu, que são usadas tanto para conter as paredes da ravina como para reduzir a velocidade de escoamento superficial da água, contribuindo para a retenção dos sedimentos transportados. Com o tempo, sedimentos serão acumulados na base da paliçada, possibilitando grandes chances de surgimento de vegetação e, no caso, se o bambu for utilizado ao invés da madeira, ele poderá brotar no solo, funcionando como uma barreira natural. Esta contenção tem que ser dimensionada a fim de suportar e resistir à pressão e à força da água precipitada, que escoam superficialmente, de maneira turbulenta, carregada de grandes e pequenos sedimentos.

Outra medida viável para a contenção da erosão seria a revegetação da área juntamente com a paliçada; porém faz-se necessário corrigir o pH do solo, uma vez que este é distrófico, não conferindo fertilidade alta. Esta correção poderá ser feita através da adição de cálcio ou algum fertilizante mineral composto de cálcio e fosfato. Após a correção, a vegetação deverá conter, de preferência, espécies leguminosas, que têm como função uma boa fixação biológica de nitrogênio e uma boa cobertura de solo. Alguns exemplos podem ser citados, como a Leucena (*Leucaena leucocephala*), uma espécie perene e arbórea, que tem boa tolerância a ambientes ligeiramente úmidos e suporta consórcio com gramíneas; a Puerária (*Pueraria phaseoloides*), uma espécie perene e trepadora, que apresenta uma boa cobertura da superfície e é facilmente adaptável a ambientes úmidos, quentes e úmidos, sendo muito utilizada em focos de processos erosivos, além da Sesbânea

(*Sesbania virgata*), do tipo arbustivo-arbórea, muito ramificada e altamente adaptável a ambientes úmidos, pois, além de possuir uma boa tolerância climática, é muito utilizada para recuperação de áreas degradadas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que o tipo de solo encontrado na área estudada não possui horizontes formados, fazendo com que o material encontre-se bastante solto. A litologia típica também é extremamente friável, característica que, somada ao Cambissolo, confere grande susceptibilidade à erosão.

Assim, a medida de prevenção mais adequada para a área em estudo encontra-se de acordo com o que é verificado no Plano Diretor de Belo Horizonte e no Zoneamento Ecológico Econômico. Estes dois instrumentos são utilizados nas políticas básicas de desenvolvimento urbano e para descobrir informações sobre o potencial social e a vulnerabilidade natural de certas localidades.

As alternativas de contenção mais adequadas para determinado processo erosivo encontram-se em conjunto para um melhor aproveitamento, já que ao utilizá-las é possível conter e revegetar ao mesmo tempo. Além disto, estas podem ser utilizadas neste processo com grande possibilidade de sucesso, pois a ravina encontra-se estável, o que facilita e eleva a potencialidade de recuperação desta área. As plantas mencionadas para a revegetação são de portes arbóreo-arbustivos; elas aumentam a fixação do nitrogênio e se adaptam facilmente ao clima úmido, podendo ser utilizadas em consórcio com as gramíneas. É importante ressaltar que a cobertura vegetal do processo erosivo é essencial, desta forma a utilização das gramíneas deve sempre estar vinculada à recuperação da área.

Deste modo, foi verificado que tais medidas são as mais adequadas para a recuperação da área estudada, mas é importante esclarecer que a recuperação de qualquer área deve ser realizada através de muitos estudos e por uma equipe técnica multidisciplinar, em que os aspectos social, econômico e ambiental sejam considerados na tomada de decisões.

## REFERÊNCIAS

- [1] Araújo, E. H. G. Análise Multi-Temporal de Cenas do Satélite Quickbird Usando um Novo Paradigma de Classificação de Imagens e Interferências Espaciais: Estudo de Caso Belo Horizonte, MG. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelos Drs. Hermann Johann Heinrich Kux e Teresa Galloti Florenzano, aprovada em 18 de Maio de 2006.
- [2] Carvalho, J. C.; Lima, M. C.; Mortari, D. Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. Goiânia - GO, Maio 2001. 10 p. Disponível em: [http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio\\_erosa\\_o/articles/Artigos/P0406.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosa_o/articles/Artigos/P0406.pdf). Acesso em: 26 fev. 2014.
- [3] INMET - Instituto Nacional de Meteorologia: Boletim informativo das condições atmosféricas em Belo Horizonte. Coordenadoria de Defesa Civil – Centro de Monitoramento e alertas de risco. Minas Gerais - MG, 2014.4 p.
- [4] Embrapa Solos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro – RJ: 2008. 232 p. Disponível em: [http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/curs\\_o\\_rad\\_2008.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/curs_o_rad_2008.pdf). Acesso em: 07 maio 2014.
- [5] Google Earth. Imagem aérea de satélite. Aplicativo: 2011. Acesso em: 12 mar. 2014.
- [6] Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bases georreferenciadas de Belo Horizonte. Brasília – DF. 2014.
- [7] Ima - Instituto Mineiro de Agropecuária. Resultado Laboratorial realizado pelo IMA no Laboratório de Química Agropecuária. Análise granulométrica. Contagem: 2014, 1 p.
- [8] Kawakubo, F. S. *et al.* Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. São Paulo - SP, Abril 2005. 8 p. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2014.
- [9] Ker, J. C. *et al.* Pedologia: Fundamentos. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Minas Gerais: 2012. 1. ed. 343 p.
- [10] Munsell, C. Munsell soil color charts. Nova York. GretagMacbeth. 20 p. 2000.
- [11] Santos, R. D. *et al.* Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa – MG. 2005. 5. ed. 50 p. Disponível em: [http://chasqueweb.ufrgs.br/~elviogiasson/SOL0020%20-%20G%C3%AAnese%20e%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Solos/Textos/Manual\\_de\\_Descri%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_Coleta\\_de\\_Solo\\_no\\_Campo.pdf](http://chasqueweb.ufrgs.br/~elviogiasson/SOL0020%20-%20G%C3%AAnese%20e%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Solos/Textos/Manual_de_Descri%C3%A7%C3%A3o_e_Coleta_de_Solo_no_Campo.pdf). Acesso em: 27 mar. 2014.
- [12] Silva, A. M. Caracterização dos fatores naturais e antrópicos responsáveis pelo desencadeamento das feições erosivas na cabeceira do córrego Campo Alegre. Uberlândia – MG, 18 dez. 2007. 162 p. Disponível em: [http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao\\_anexos/009\\_AntonioMarianodaSilva.pdf](http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_AntonioMarianodaSilva.pdf). Acesso em: 26 fev. 2014.
- [13] Teixeira, N. C.; Guimarães, C. D. C. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil. UFSJ – MG, 28 out. 2012. 14 p. Disponível em: [http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes\\_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS\\_DE\\_CONTENCAO.pdf](http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf). Acesso em: 14 mar 2014.
- [14] UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Erosão: III Semana de Engenharia Ambiental. Planejamento, Conservação e Soluções. Disponível em: <http://www.pgta.ufms.br/>. Acesso em: 11/03/2014.



# CAPÍTULO 6

## RECOMPOSIÇÃO DA MATA CILIAR NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

*Franciso Marcondes de Almeida*

*Andréa Teresa Riccio Barbosa*

**Resumo:** Esse artigo apresenta orientações técnicas para a recomposição de Mata Ciliar para o Estado de Mato Grosso do Sul. A vegetação ciliar por ser um ecossistema que ocorre ao longo de cursos d'água, merece destaque dentre os demais ecossistemas existentes no Estado, sobretudo pelas constantes agressões que tem sofrido ao longo dos anos, por conta da expansão da agricultura, da pecuária, da mineração de areia, dos empreendimentos turísticos e residenciais mal planejados. A contribuição desse trabalho é a elaboração de um material específico de recomposição de Mata Ciliar para o Estado de Mato Grosso do Sul, pelo fato da não existência documental e bibliográfica completa sobre o tema.

**Palavra-Chave:** Ecossistemas ciliares, recuperação de áreas degradadas, sustentabilidade

## 1. INTRODUÇÃO

A população do Brasil promoveu enormes alterações nos ambientes naturais, devido seu crescimento populacional e econômico ao longo dos anos. As margens dos rios, lagos, córregos, lagoas, riachos, nascentes e olhos d'água foram grandemente modificadas pela mão do homem, justamente onde se encontram as matas ciliares, que apesar da sua importância na qualidade do meio ambiente foram alteradas. A mata ciliar, como o próprio nome menciona, atua como os cílios dos olhos, protegendo da poluição e de todo o tipo de impurezas ou sujeiras de tal maneira que ao redor dos cursos d'água (rios, riachos, córregos, lagos, lagoas, nascentes, represas, etc.) evite que o nosso meio ambiente sofra maiores agressões.

De acordo com Martins (2010) o termo mata ciliar ou ripícola representa comunidades vegetais, com estrutura de floresta, mas com presença de arbustos, cipós e extrato herbáceo, de extensão longa e estreita (faixas), situadas ao longo das margens dos rios e ao redor de nascentes e corpos d'água.

As florestas ripícolas, portanto, abrigam, nutrem, colaboram na propagação da diversidade de espécies da flora e da fauna (FELFILI & SILVA JÚNIOR, 1992; FELFILI et al., 1995) entre todas as fitofisionomias dos biomas. Essa vegetação ribeirinha protege as margens dos corpos d'água, evitando o seu assoreamento, regularizando sua vazão, filtrando os poluentes, fornecendo abrigo, alimentação e propagação da fauna nativa.

Observa-se que apesar da reconhecida importância ecológica na atualidade, os aumentos da pressão urbana e agrossilvipastoril, devido ao desenvolvimento econômico acelerado e a não observação da legislação vigente que protegem as matas ciliares, estas vem sendo degradadas em ritmo vertiginoso. Dessa forma, cede espaço para a especulação imobiliária, a agricultura, a pecuária, o reflorestamento e o florestamento.

Nota-se que a eliminação dessas matas causou uma série de problemas ambientais como o assoreamento dos cursos d'água, as alterações climáticas, a extinção de diversas espécies da flora e fauna, a erosão dos solos, a contaminação dos cursos d'água, prejudicando a qualidade de vida da sociedade.

De uma maneira geral, a derrubada das árvores tem contribuído para os problemas causados ao meio-ambiente, que assolam a comunidade estadual na atualidade. A recomposição dessas matas ciliares degradadas já figura entre as maiores preocupações da sociedade, de Mato Grosso do Sul, principalmente por causa da escassez de projetos de recomposição. Salienta-se que em diversos locais do Estado, tem-se observado grandes dificuldades na sua implantação, avaliação e monitoramento, principalmente devido a pouca disponibilidade de informações técnicas sobre o quê, quando e como plantar nas margens dos riachos, rios, córregos, lagos, lagoas, olhos d'água e nascentes, principalmente, no Mato Grosso do Sul.

Devido a essas alterações e aos prejuízos por elas causados tornou-se necessária a recomposição dessas áreas. Entretanto, recuperar esses ambientes fluviais de uma maneira mais eficiente exigirá conhecimentos pouco divulgados de como os ambientes funcionam, quais são as espécies que fazem parte desses ambientes no Mato Grosso do Sul, entre outros.

Faz-se necessário que os órgãos fiscalizadores responsáveis pela manutenção ambiental tenham uma postura mais adequada na preservação das florestas remanescentes e que produtores e trabalhadores rurais, bem como a sociedade em geral tenha consciência sobre a real importância da conservação das matas ciliares.

## 2. OBJETIVO

Dentro desse contexto, a proposta do trabalho foi realizar um estudo de métodos adequados para a recomposição de matas ciliares no Estado do Mato Grosso do Sul. Considerando-se os diferentes aspectos referenciados (legais, físicos, ecológicos, hidrográficos, biológicos, edáficos), nos métodos, nas técnicas e nos modelos de plantio. Possibilitando, dessa forma, que as instituições, governos e a sociedade estadual, operacionalizem diversas ações na área de educação ambiental, com vistas à conscientização de crianças, jovens e adultos sobre os benefícios proporcionados pelas florestas ribeirinhas.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia baseou-se em experiências profissionais, dados de campo, coletas de informações bibliográficas disponíveis nas mais diferentes literaturas técnicas e científicas. Dessa forma, foi possível desenvolver metodologias e estratégias de recomposição da mata ciliar para viabilizar o plantio no solo de Mato Grosso do Sul. Algumas características importantes foram determinadas e descritas, tais como o solo e aspectos biológicos.

### 4. RESULTADOS

O produtor rural tem conhecimento da importância do solo para o crescimento das plantas, as quais retiram dele a água e os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. E os solos têm as suas diferenças em termos de fertilidade e capacidade de retenção da água, que ocorre em função da sua textura e estrutura.

Neste contexto, as plantas presentes nas margens dos cursos d'água desenvolvem melhor em alguns tipos de solos que em outros solos que não estão adaptados. Existem plantas que crescem mais em solos alcalinos, ou seja, solos com índice de PH acima de 7 (básicos), e outras espécies vegetais que desenvolvem melhor em PH abaixo de 7 (ácidos). Tem plantas que são tolerantes a solos mais secos e outras a solos encharcados e isso estão em função de um solo ter uma boa drenagem e solos mal drenados, respectivamente.

Com relação a textura do solo, algumas espécies vegetais do Estado de Mato Grosso do Sul desenvolvem bem em solo arenoso e outras em solos médios e argilosos. A estrutura do solo pode ser também avaliada através da densidade, da porosidade, do índice de flocculação, da compactação e da infiltração de água no solo. A melhoria da estrutura é acompanhada pelo aumento da permeabilidade, pelo decréscimo na erodibilidade, pela redução no escoamento superficial da água e, conseqüentemente, pela redução da erosão hídrica. Estes indicadores físicos determinam a qualidade dos solos.

A análise das características dos solos ciliares no Estado de Mato Grosso do Sul é fundamental para gerar informações capazes de promover passos importantes na recomposição das matas ribeirinhas,

contribuindo significativamente para a manutenção do volume e qualidade da água ofertada à população.

O fator clima é o responsável pela modificação das rochas. Na maior parte do território do Mato Grosso do Sul predomina o clima tropical ou tropical de altitude, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias termométricas que variam entre 25°C na baixada do Paraguai e 20°C no Planalto. No extremo meridional ocorre o clima subtropical, em virtude de uma latitude um pouco mais elevada e do relevo de planalto. As geadas podem acontecer no sul do Estado; observa-se o mesmo regime de chuvas de verão e inverno seco, e a pluviosidade anual é, também de aproximadamente 1500mm.

No Mato Grosso do Sul, percebe-se grande variação de temperaturas, sendo registradas pelo menos uma vez ao ano temperaturas máximas próximas de 40°C e mínimas próximas a 0°C. Onde a temperatura e o índice de chuvas forem maiores, a ocorrência de degradação da rocha será maior.

Tem se observado ao longo das margens dos cursos d'água do Mato Grosso do Sul que os teores de fertilidade do solo são muito variáveis segundo cada região. Dessa forma, o local onde a área degradada será recomposta tem que ter a sua análise prévia, para saber qual é a espécie a ser recomendada para o plantio de acordo com a característica de solo apresentado.

A escolha de estratégias voltadas para a recuperação de áreas ciliares é realizada em função dos seus conhecimentos biológicos e ecológicos. Essas áreas, normalmente, são constituídas por diversas espécies animais e vegetais e os aspectos físicos do ambiente (por exemplo o solo e relevo), que irão interagir entre si, exercendo importante influência umas às outras.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é a dinâmica dos ambientes naturais, pois podem ser alterados através dos tempos. Entretanto, é preciso saber como é que funciona na prática a dinâmica dessas áreas e conhecer os princípios que a rege, antes de se desenvolver qualquer ação voltada à recuperação de áreas ciliares degradadas. Isto porque não podem ser tratados isoladamente, pois são interligados.

Se o produtor rural tem o objetivo de recompor a sua mata ciliar deve buscar o

entendimento de como esse ambiente funciona; como ele foi formado através do tempo e o que influenciou nessa formação, além de defender como é seu ambiente florestal (árvores, arbustos, plantas trepadeiras, cipós e ervas) e animal de diversos tipos. Todos, de alguma maneira se relacionam, portanto, o seu entendimento é importante para a realização da recomposição desses ambientes.

De acordo com o mapa dos Biomas Brasileiros, o Cerrado, o Pantanal e a Mata Atlântica se estendem pelo Estado de Mato Grosso do Sul, sendo que o Cerrado recobre a maior parte de sua extensão territorial com 61% de sua área total, seguido do Pantanal com 25% e da Mata Atlântica com 14%. Do ponto de vista da distribuição geográfica, quatro grandes regiões fitoecológicas compõem a vegetação da região: as Florestas Estacionais Semidecíduais, as Florestas Estacionais Deciduais, o Cerrado e o Chaco, além de outras áreas de vegetação natural.

Ao longo dos anos essa vegetação original foi sendo substituída por usos antrópicos, principalmente nos biomas Cerrado e Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual), do Mato Grosso do Sul. Com a necessidade da recuperação da vegetação na região, deve-se prestar atenção aos aspectos fitogeográficos. Percebendo-se que a região apresenta diferentes tipos de vegetação natural, que apresenta um grupo de espécies e um conjunto de associações entre as espécies. No projeto GeoMS que realizou o mapeamento da cobertura vegetal e o uso da terra, foram discriminadas 65 classes de fisionomias da cobertura vegetal e uso da terra das diferentes regiões fito ecológicas naturais e antrópicas, sendo que para as Áreas de Vegetação Natural foram definidas oito regiões fito ecológicas. Portanto, no aspecto fitogeográfico do Estado do Mato Grosso do Sul há diferentes tipos de formações vegetacionais (ALMEIDA et al, 1998).

Ao recompor uma parte ou total da vegetação ciliar degradada deve-se procurar respeitar sempre que possível a sua composição florística, escolhendo espécies nativas regionais, cuja escolha é importante, porque tais espécies já estão adaptadas às condições ecológicas locais. Uma espécie pode ser considerada "nativa" no Estado do Mato Grosso do Sul, mas não necessariamente ela ocorrerá em todo o Estado. Além disso, espécies regionais, com

frutos comestíveis pela fauna, ajudarão a recuperar as funções ecológicas das florestas, inclusive na alimentação de peixes. Dessa forma, essas interações entre os componentes do ambiente ciliar, demonstram a necessidade de entender alguns aspectos importantes na recomposição da mata ciliar.

As espécies nativas são aquelas naturais de uma determinada região, que durante muito tempo vem interagindo com o ambiente e, assim, passou por um rigoroso processo de seleção natural que gerou espécies geneticamente resistentes e adaptadas ao local onde ocorrem. Possuem papel fundamental, pois controlam o excesso de água das chuvas no solo, evitam a perda de água dos rios e oceanos, gerenciam a filtração e a absorção de resíduos presentes na água, evitam o escoamento e a erosão do solo, além de fornecerem alimentação e abrigo para agentes polinizadores.

De acordo com as regras do novo Código Florestal, o reflorestamento de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) como a Mata Ciliar, deve ser feita preferencialmente com espécies nativas. Foi publicado pelo Rural BR um infográfico, dividido por bioma, que relaciona as espécies nativas que podem ser usadas para a recomposição. No infográfico, o produtor pode clicar na localização da sua propriedade e descobrir em que bioma ela está e visualizar a lista de espécies. No caso das Áreas de Preservação Permanente, apenas as nativas são autorizadas. A regra é a mesma para todas as propriedades do Brasil. Essas espécies permitidas variam em cada região, conforme o bioma. O Mato Grosso do Sul está dividido em três biomas: Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal.

No Cerrado são abrigadas 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas. São exemplos de espécies nativas de maior incidência no bioma do Cerrado: Cajueiro do Campo, Aroeira Brava, Aroeira do Cerrado, Mangabeira, Erva-mate, Palmeira, Coco Jerivá, Baba de Boi, Jaruvá, Ipê da Flor Verde, Ipê Verde, Caroba, Ipê-amarelo do Cerrado, Ipê Roxo, Ipê Rosa, Ipê Roxo Anão, Ipê Roxo da Mata, entre outros.

A Mata Atlântica tem como espécies nativas de maior incidência o Araçá Branco, Cambuca, Pitanga Anã do Cerrado, Guapuriti, Carambola da Mata, Batinga, entre outros.

O Pantanal é o menor bioma em extensão no Brasil, mas é um das maiores extensões



úmidas contínuas do mundo. São exemplos de espécies nativas de maior incidências no bioma do Pantanal: Bocaiúva, Carvoeiro, Timbó, Cambará, Jequitirana, Cumbaru, entre outros.

As espécies exóticas são aquelas introduzidas de outras regiões ou de outro país. Observa-se que não sofreram o processo de seleção natural e, dessa forma, não servem de substituto ideal para a vegetação nativa, uma vez que não desempenham as mesmas funções dentro do ecossistema.

As espécies exóticas são amplamente usadas como objetivos econômicos para a produção de celulose, látex, entre outros. Porém, é necessário ressaltar que um plano de manejo das espécies exóticas deve ser feito e tem fundamental importância para não deslocar as espécies nativas. Exemplo de espécies exóticas: Eucalipto, Seringueira (para o Mato Grosso do Sul), Acácia Mangium, Cedro Australiano, Chuva de Ouro, Flamboyant, Teca, Uva Japonesa, Neem.

A planta invasora é definida como uma espécie exótica que prolifera sem controle e passa a representar ameaça para as espécies nativas e para o equilíbrio dos ecossistemas. As invasoras se adaptam às condições do ambiente no qual se inserem, e além de suas vantagens competitivas naturais, são favorecidas pela ausência de inimigos naturais (predadores) que lhe permite multiplicar e degradar os ecossistemas. Elas competem com as espécies nativas por recursos como território, água e alimento. A presença de plantas invasoras pode acontecer de maneira natural, entretanto, as atividades e movimentações humanas são a principal razão na introdução de espécies exóticas em praticamente todas as regiões. Fatores humanos como migração, colonização de novas terras, aumento de população e o intenso comércio internacional e nacional de plantas facilitam a introdução de exóticas. O desmatamento e a degradação de áreas verdes também facilitam as invasões nos ecossistemas locais. Finalmente, as mudanças climáticas podem incentivar ou forçar a migração de espécies que tentam sobreviver. O combate às espécies invasoras em áreas ciliares, via de regra, é um procedimento complexo, custoso e sem resultados garantidos, fora o risco de efeitos adversos imprevistos.

As espécies invasoras com frequência se tornam dominantes e suas consequências negativas tendem a se agravar à medida que sua adaptação se completa, um exemplo é a Leucena, que não permite que outras espécies se instalem.

Observa-se que uma planta poderá ser considerada uma espécie invasora em um local e não em outro. E ainda, para uma mesma espécie de planta, o conceito e a legislação regional, mudará conforme o local. Nota-se que antes da divisão do Estado, a seringueira era considerada uma espécie nativa; com a chegada da divisão ela passou a ser nativa no Mato Grosso e exótica no Mato Grosso do Sul. Espécies de pastos gramíneas de origem africana como o capim gordura, colômbio, baquearia, se apresenta em áreas de recuperação impedem a regeneração de espécies importantes, dessa forma é considerada uma invasora. Entretanto, em uma pastagem alimentam o gado. As vassourinhas, bracinga, fumo bravo são espécies muito importantes para a recomposição da mata ciliar, porém, em pastagens e em lavouras são consideradas invasoras.

Os cipós e as lianas aparecem naturalmente em clareiras, que por um lado fornecem alimentos para espécies animais e por outro, dificultam a recomposição das outras espécies vegetais por cobrirem as copas dessas árvores, dificultando o seu desenvolvimento e estrangulando em alguns casos. Dessa forma, se faz necessária a realização de podas dos cipós para assegurar um melhor desenvolvimento das outras plantas presentes. Este aspecto é muito importante porque a seção II do Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente do Novo Código Florestal diz que em situação de recomposição de mata ciliar deverá ser realizada com espécies nativas e típicas da vegetação ripária existente na região.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recomposição de matas ciliares tem sido um desafio para os ambientalistas e órgãos do governo. Apesar da reconhecida importância ecológica das florestas ciliares, os impactos antrópicos sobre a vegetação vem se intensificando nos últimos anos, resultando em uma série de problemas ambientais, como a erosão dos solos,

assoreamento dos cursos d'água e perda de biodiversidade.

Os ecossistemas ciliares apresentam distintos padrões de espécies, estando as áreas antropizadas em processo de degradação acentuada, tornando-se prioritária a conservação dos poucos remanescentes de mata ciliar existente e a restauração de áreas degradadas. Assim o conhecimento da flora, associados às informações sobre a dinâmica sucessional das espécies, constitui fatores importantes para a recomposição de matas ciliares, pois permite que se possa estabelecer um modelo de manejo e conservação adequado, importante para a manutenção da diversidade biológica.

A retirada das matas ciliares tem importante impacto no ciclo de água de uma bacia hidrográfica. Um rio sem as matas ciliares se torna vulnerável e com assoreamento ocorre a perda da diversidade biológica, portanto a preservação de um rio depende da qualidade da água e do seu entorno. O processo de ocupação no Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição de nossas matas ciliares, ao longo do tempo, a cobertura vegetal nativa foi sendo substituída por cultivos agrícolas, por pastagens e pelo urbanismo. Neste contexto, as matas ciliares não escaparam da destruição, ao contrário, foram alvo de todo tipo de degradação. Atualmente, está se pagando um preço alto pela falta de planejamento diante da natureza.

Existe a necessidade urgente de se recompor as áreas de matas ciliares com maiores estudos e sua aplicação com medidas severas de proteção a estes ambientes, principalmente, com a intenção de proteção das nascentes de corpos d'água devido ao risco iminente de ficar completamente sem água. É preciso recompor as matas ciliares que acompanham os nossos rios. O conhecimento dos aspectos hidrológicos da área de mata ciliar é de suma importância na elaboração de um projeto de recomposição da mata ciliar. A menor unidade de estudo a ser adotada é a microbacia hidrográfica. Recomenda-se a continuidade e intensificação de pesquisas sobre a mata ribeirinha visando subsídios para sua recuperação e preservação.

É imprescindível a conscientização dos diferentes segmentos da sociedade sobre a importância dessas florestas, de como motivar o produtor para esta questão, a qual não é tarefa fácil. Entretanto, não impossível, que pode ocorrer através de campanhas de educação ambiental para as populações ribeirinhas e para os produtores, para que eles passem a considerar a mata ciliar como uma parte importante da propriedade.

Por fim, espera-se que as ideias e as ações de recomposição de mata ciliar sejam cada vez mais valorizadas na sociedade, porque é um bem precioso e necessita que seja preservado ou recomposto para o bem da presente e futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, S, Proença, C; Sano. S. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA – CPAC. 1998
- [2] Martins, Sebastião Venâncio. Restauração Florestal em áreas de preservação permanente e reserva legal. Viçosa-MG, CPT, 2010.

- [3] Silva, João dos Santos da. Projeto GeoMS: melhorando o Sistema de Licenciamento Ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul. Campinas, SP. Embrapa Informática Agropecuária, 2011.



# CAPÍTULO 7

## *PLANEJAMENTO URBANO E SANEAMENTO AMBIENTAL: AS CAUSAS DE ALAGAMENTO EM BRAGANÇA - PARÁ*

*Adryely Julianne Silva da Silva*

*Glorgia Barbosa de Lima de Farias*

**Resumo:** Em Bragança, município brasileiro do Estado do Pará, a impermeabilização do solo, a disposição inadequada dos resíduos em vias públicas e a falta de saneamento básico em diversos setores da Cidade, têm se mostrado como fator importante para a geração de caos urbanos, como o alagamento. Bragança é uma Cidade que apresenta consequências sociais, ambientais e econômicas, devido aos alagamentos constantes em períodos chuvosos, por conta de sua infraestrutura danificada e pela falha no seu planejamento urbano. Este trabalho propõe analisar o planejamento urbano no Município, considerando os aspectos sanitário, ambiental e infraestrutural; e propor medidas ou ações para mitigar os impactos causados pela disposição inadequada de resíduos e pela ausência de infraestrutura e saneamento, bem como sensibilizar a população para práticas mais sustentáveis e ambientalmente adequadas.

## 1. INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados com a ausência de saneamento nas cidades brasileiras são antigos e estão diretamente relacionados com a ausência de planejamento urbano. No Estado do Pará não é diferente. Diversos municípios estão desassistidos no que tange aos serviços de saneamento; como tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem e a gestão de resíduos; e em função disso tornam-se constantes os impactos ambientais, econômicos e principalmente sociais, os quais podem ser agravados quando da ocorrência de desastres naturais, como os alagamentos, inundações e enxurradas. De acordo com (Ministério das Cidades/IPT, 2007) Resumidamente, alagamento é um fenômeno de acúmulo de águas em uma área que apresenta problemas no sistema de drenagem urbana. A inundação é o crescimento do nível dos rios além do seu vazamento normal; é quando ocorre um transbordamento das águas sobre as áreas próximas ao curso do rio, atingindo a planície de inundação ou áreas de várzea. A enxurrada apresenta-se com um escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.

No que corresponde às enchentes, PENA (2016) afirma:

*As enchentes são fenômenos naturais, mas podem ser intensificadas pelas práticas humanas no espaço das cidades. Um problema que parece não ter uma solução rápida é o elevado índice de poluição, causado tanto pelo descaso da população quanto por sistemas ineficientes de coleta de lixo ou de distribuição de lixeiras pela cidade. Com isso, ocorre o entupimento dos bueiros que seriam responsáveis por conter parte da água que eleva o nível dos rios.*

Os alagamentos se tornam um problema bastante frequente no cotidiano das famílias brasileiras, do interior e das capitais. Segundo o Manual de Desastres (2003), os alagamentos causam a acumulação de águas no leito das ruas e nos perímetros urbanos devido às fortes precipitações pluviométricas, o que gera problemas em cidades com sistemas de drenagem deficientes, com destaque para as cidades mal planejadas ou

aquelas que crescem de forma desordenada, dificultando a realização de obras de drenagem e esgotamento sanitário, resultando em perdas materiais e humanas.

Os alagamentos são adversidades recorrentes no cotidiano dos brasileiros, tanto nas cidades como no meio rural. O município de Bragança no Estado do Pará é um exemplo disto, já que embora seja uma cidade histórica, não houve planejamento para a expansão urbana. De acordo com dados do IBGE (2016), conta com uma população estimada de 122.881 habitantes; e pela característica turística da cidade, com rica cultura e culinária, há uma forte procura pela mesma em momentos de festividades locais e na época de veraneio, o que contribui para o aumento da população, e consequente demanda por recursos e infraestrutura de saneamento. A impermeabilização do solo, a disposição inadequada dos resíduos sólidos e a ausência de saneamento em diversos setores da cidade, contribuem para as situações de alagamento, a qual poderia ser amenizada se a legislação fosse cumprida.

Entre as principais normas que regulam o setor de saneamento estão a Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e pela Lei 9.433/1997, relacionado à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Verificam-se nestas leis os requisitos para garantir a sustentabilidade dos investimentos em saneamento. O descumprimento da legislação na cidade de Bragança-PA leva a impactos sociais, ambientais e econômicos, decorrentes dos alagamentos; resultado de uma infraestrutura deficiente e da ausência ou da falha de planejamento urbano (SOUZA et al 2007). Em função disso buscou-se estudar e compreender as situações de alagamento ocorridos na cidade, especificamente nos bairros do Taíra, Vila Sinhá, Riozinho e Aldeia. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo principal analisar as causas de alagamento na cidade de Bragança-Pará, considerando o aspecto de saneamento básico; e como objetivos específicos: a) Identificar os impactos socioambientais que os alagamentos podem acarretar para a sociedade, b) verificar de que forma a ausência de sistema de saneamento ambiental pode influenciar na ocorrência de alagamentos na cidade de Bragança-PA, e c) propor medidas para mitigar os efeitos dos alagamentos na área de estudo.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida através de levantamento bibliográfico, visita técnica, registros fotográficos, entrevistas, aplicação de questionários semiestruturados e análise dos resultados.

As etapas metodológicas foram desenvolvidas no período de novembro de 2016 a agosto de 2017. A pesquisa avançou em três etapas pré-campo, campo e pós-campo.

## 3. PRÉ-CAMPO

Na pesquisa compreendeu-se as atividades de levantamento bibliográfico em artigos científicos, livros, monografias e dissertações acerca das temáticas: desastres, inundações, vulnerabilidades, saneamento e alagamentos. A atividade subsidiou a estruturação dos questionários, entrevistas e etapas seguintes.

No entanto, além dos quatro bairros em estudo, a pesquisa é contínua, e tem o intuito de pesquisar, estudar e investigar os demais bairros da cidade, para identificar tais problemas no que diz respeito ao saneamento básico e impactos socioambientais. Na próxima etapa da pesquisa serão aplicados questionários, que possibilitarão abranger toda a área urbana do município, buscando também informações a partir da Prefeitura Municipal, Secretaria de Infraestrutura e demais órgãos públicos cabíveis a tais questões.

## 4. CAMPO

Nesta etapa foram desenvolvidas visitas técnicas com o intuito de observar as áreas de estudo a partir de um olhar crítico pautado na identificação das problemáticas relacionadas às causas de alagamento. Foram feitos registros fotográficos de modo a subsidiar as análises da pesquisa, os quais tiveram como foco o registro das problemáticas relacionadas à ausência de infraestrutura nas áreas estudadas. Foram desenvolvidas também visitas a instituições municipais para obtenção de informações sobre as áreas em estudo. A Prefeitura Municipal de Bragança-PA foi visitada para obtenção de informações referentes à temática e para tal foi feita uma entrevista com o atual vice-secretário de planejamento; posteriormente será feita visita à Secretaria de Infraestrutura do município com vistas à

complementação das informações fornecidas pela Prefeitura.

Durante as visitas técnicas aos locais de maior incidência de alagamentos, foi possível compreender as dificuldades dos moradores através de conversas informais relacionadas às problemáticas existentes na área de estudo.

## 5. PÓS-CAMPO

Na etapa de pós-campo foram feitas as análises das informações obtidas durante as entrevistas, assim como às observações feitas durante as visitas nos bairros em estudo, e a investigação de quais legislações devem ser regidas e aplicadas no Município.

## 6. RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com as etapas metodológicas permitiram compreender a situação dos bairros em estudo, uma vez que as informações resgatadas ratificaram a necessidade de desenvolvimento de projetos infraestruturais na área.

Segundo entrevista feita em 2016 no mandato do Ex-Secretário de Planejamento da Prefeitura de Bragança, Paulo Tarcísio Pinheiro, não existem projetos de infraestrutura para os bairros em estudo. Os projetos não são específicos para bairros, mas sim, para a cidade como um todo. Alguns projetos implantados há anos, estão sendo concluídos somente agora e não há previsão de novos projetos.

De acordo com as informações, observa-se que embora os moradores passem todos os anos por situações de alagamento, eles pouco compreendem o que origina tal problemática e o que de fato significa esta situação. Os entrevistados entendem o alagamento apenas do ponto de vista infraestrutural, como decorrido da ausência de sistema adequado de drenagem e de gerenciamento de resíduos. Porém, não há a compreensão de que os alagamentos são processos naturais que ocorrem em regiões próximas a cursos de água, e que a ausência de planejamento urbano e a ocupação desordenada são fatores que contribuem para estas situações.

De acordo com a Lei nº 11.445/07 que rege o saneamento básico no Brasil, é direito de

todos o acesso ao saneamento básico, e essa visão de planejamento parte do município e do Estado. Assim, proporcionando uma melhor qualidade de vida para a população. Porém, em alguns bairros da cidade de Bragança, como os que estão em estudo, este acesso se encontra fragmentado, e assim, possibilitando uma melhor compreensão sobre os aspectos ambientais atingidos pelos alagamentos.

Nota-se que para a maioria dos entrevistados, a adoção de práticas sustentáveis, como a disposição adequada dos resíduos e a

utilização da educação ambiental como instrumento de sensibilização da comunidade, é fundamental para alcançar a preservação do meio ambiente e a diminuição de ocorrências de alagamento.

Na figura 1 é possível notar a ausência de saneamento nos bairros em estudo; as imagens (A, B, C e D) demonstram situações como ausência de sistema de drenagem, disposição inadequada de resíduos em corpos hídricos e ausência de manutenção da infraestrutura existente.

Figura 1 – (A) Infraestrutura de drenagem ausente, bairro do riozinho; (B) Infraestrutura de drenagem comprometida, bairro da Aldeia; (C) Ausência de saneamento básico, bairro da Vila Sinhá; (D) Lixo acumulado no canal que limita o bairro do Taíra.



Fonte: Silva, 2016.

É perceptível que existe a preocupação por parte dos moradores em dispor os resíduos nos dias certos de coleta, porém, algumas vezes o caminhão coletor não passa, fazendo com que o lixo fique amontoado, o que atrai animais que espalham os resíduos pelas ruas, resultando em entupimento de esgotos. No entanto, a atual gestão da Prefeitura Municipal juntamente com a Secretaria de Infraestrutura tem disponibilizado contêineres em alguns bairros e pontos estratégicos da cidade para o acondicionamento adequado dos resíduos.

Constatou-se também que partes dos entrevistados não sabem o horário exato em que o coletor de lixo passa pelos bairros, assim, os moradores acabam depositando os materiais em horário inadequado. Os moradores que residem próximo das avenidas principais, dispõem de duas coletas de lixo diariamente e uma coleta no final de semana; e ainda assim, não há organização da disposição dos materiais em todos os dias de coleta. Nas áreas periféricas, o coletor passa apenas uma vez ao dia e três vezes na semana. Dessa forma, é possível compreender a fundamental importância e a



aplicação da lei 12.305/2010 que rege a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que abrange instrumentos importantes para permitir o prosseguimento do enfrentamento dos principais problemas socioambientais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

A lei também prediz sobre a prevenção e a redução na ascendência de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de mecanismos para beneficiar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (o que pode ter valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (o que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Assim, faz-se necessário o cumprimento das legislações municipais em Bragança-PA, referente à temática, que na prática não se observa a efetividade da mesma. No entanto, assim como outras cidades, Bragança possui o Plano Diretor do Município, o qual em seu art. 3º fala que é um instrumento básico da política de desenvolvimento urbano, sob os aspectos físico, social, econômico e administrativo, objetivando o desenvolvimento sustentável do Município, tendo em vista as aspirações da coletividade, e de orientação e referência, obrigatórias para o Poder Público e para a iniciativa privada que atua no Município.

## 5. CONCLUSÃO

Embora não existam dúvidas sobre a importância da atividade de limpeza urbana para o meio ambiente e para a saúde da comunidade, o gerenciamento adequado de resíduos sólidos ainda é falho em Bragança-PA, já que a cidade não conta com ações fundamentais para a correta gestão dos resíduos, tais como a coleta seletiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ibge. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <[www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br)>. Acesso em: 06 de setembro de 2017.
- [2] Manual de Desastres. Desastres Naturais –vol. I. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília-DF, 2003.
- [3] Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2007) Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília:

A pesquisa mostrou que não há preocupação por parte dos moradores em separar os resíduos produzidos, e todos os resíduos, orgânicos ou inorgânicos, são depositados em apenas um recipiente e dispostos para a coleta pública. Esta disposição nas vias públicas contribui de forma significativa para os alagamentos que ocorrem em períodos chuvosos, uma vez que são carregados pelas enxurradas e acabam entupindo bueiros e canais.

Devido à ausência de saneamento, em situações de alagamento, a água contaminada pelo lixo e por esgotos entra em contato com a população ou mesmo é levada para dentro das casas e estabelecimentos comerciais; verifica-se que os problemas relacionados com a ausência de saneamento, e de gestão de resíduos sólidos municipais são aspectos que contribuem para a perda da qualidade ambiental. Desta forma, observa-se a importância de projetos e práticas educativas nas escolas e nas comunidades, de modo que ocorra uma sensibilização e treinamento da população para o desenvolvimento de boas práticas socioambientais, visando contribuir para a minimização dos problemas ambientais. É importante que haja um comprometimento por parte do poder público e da sociedade para o desenvolvimento correto de todas as etapas de gerenciamento de resíduos (armazenamento, coleta, transporte e destinação final adequada), bem como o investimento em infraestrutura de saneamento para a área de estudo.

Observa-se, portanto, que as causas de alagamento estão fortemente relacionadas com a ausência de políticas públicas integradas, que busquem conciliar aspectos infra estruturais, culturais, econômicos e ambientais.

Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

- [4] Pena, Rodolfo F. Alves. "O problema das enchentes"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/enchentes.htm>>. Acesso em 02 de julho de 2016.
- [5] Souza, C.M.N.; Freitas, C.M.; Moraes, L.R.S. Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, n. 4, p. 371-379, 2007.



# CAPÍTULO 8

## COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVINHEMA-MS: ORIGENS E DESAFIOS PARA ATUAÇÃO NA ÁREA DE RESÍDUOS

*Fernando Antonio Bataghin*

*Marcelino de Andrade Gonçalves*

*Flávia Akemi Ikuta*

*Icléia Albuquerque de Vargas*

*Marcela Avelina Bataghin Costa*

**Resumo:**Essa pesquisa teve por objetivo identificar a origem do comitê de bacia hidrográfica do Rio Ivinhema e caracterizar a forma de atuação, dificuldades e potencialidades na área dos resíduos, especialmente nos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). O método foi de revisão bibliográfica seguida de estudo de caso. O Comitê dessa bacia hidrográfica foi criado pela resolução CERH/MS N° 013 / 2010, como um órgão colegiado formado por representantes da sociedade civil e do poder público, com caráter normativo, deliberativo e jurisdicional, estabelecido pela Lei Federal n. 9.433, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Os maiores entraves na execução de projetos relacionados aos RSS pelo Comitê da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema são de origem financeira, que limitam o funcionamento dentro das expectativas e atribuições estabelecidas pela legislação. É urgente o estabelecimento funcional do Comitê dessa Bacia Hidrográfica, onde o desafio será implementar, através de um modelo de gestão descentralizada e compartilhada, a construção de um processo de autossustentação que atenda as demandas locais e regionais, com o objetivo de se atender a sustentabilidade da região.

**Palavra-chave:** Resíduos, Saúde, Gestão, Legislação.

## 1. INTRODUÇÃO

Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) trata-se de um órgão público, mantido por recursos públicos e vinculado organicamente à estrutura administrativa de um estado, do Distrito Federal ou da União (CARDOSO, 2003). A origem dessa denominação deriva da junção das designações “Comitê”, do latim *committere* – confiar, entregar, comunicar – que é empregado para dar significado à comissão, à junta, à delegação, à reunião de pessoas para debate e execução de ação de interesse comum, e o conceito de “Bacia Hidrográfica” estabelecido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001).

A dimensão ampla e o carácter do conceito de Bacia Hidrográfica tornam difícil a identificação dos atores com as responsabilidades demandadas. Cardoso (2003), expõe sobre como esses territórios são desprovido de imagem e identidade, e embora o conceito de bacia hidrográfica é muito apropriado às geociências, o fato de esse território ser considerado a unidade de gestão e com isso possuir de um arcabouço institucional próprio para administração e deliberação ganhou um novo estatuto na área política territorial.

A criação dessa nova unidade territorial de gestão, instituída na implementação da política, como algo dado e que simplesmente as pessoas têm que compreender, surge como um potencial gerador de conflitos, particularmente no Brasil onde os municípios são unidades fortes em termos administrativos e políticos. De certa forma o comitê de bacia hidrográfica vem na contracorrente do fortalecimento do municipalismo, já que cria uma instância supramunicipal. Isso pode gerar um choque de interpretação de poderes, bem como o comitê pode ser visto como um espaço político de disputa entre os municípios que dele fazem parte e, portanto, ficar à mercê das práticas políticas clientelistas tradicionais.

O surgimento dos Comitês de bacia hidrográfica em nível nacional estão vinculados à promulgação da Lei Federal n. 9.433, em 8 de janeiro de 1997, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH). Essa política publica tem como objetivos, de acordo com seu Art. 2º:

“I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL 1997).

A principal competência de um comitê é a construção e aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. Esse plano apresenta como conteúdo mínimo as definições no artigo 7º da Lei nº 9.433/1997 (BRASIL 1997) e regulamentado pela Resolução nº17 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos de 2001. Dentre as atribuições dos Comitês de Bacia Hidrográfica que devem ser estabelecidas por este plano, está a elaboração de programas e projetos a serem implementados para solução física e para ações reguladoras que garantam o cenário pretendido pelo comitê para determinada bacia e o acompanhamento de sua implementação para garantir a efetivação das metas nele estabelecidas, bem como a realização dos programas nele priorizados (ANA, 2011).

Dado o aumento dos efeitos da degradação ambiental sobre os territórios das bacias hidrográficas, a gestão destas assume crescente importância no Brasil (JACOBI; BARBI, 2007). Uma alternativa para todos esses problemas seria o desenvolvimento de sistemas adequados de gestão e de procura permanente de inovações tecnológicas, e na adoção de medidas estruturais e não estruturais para a gestão integrada e preditiva desse ambiente (TUNDISI, 2006). Dentre os potenciais agentes de degradação ambiental dentro das bacias hidrográficas estão os resíduos, sobre tudo os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), que apesar de representarem uma pequena parcela em relação ao total de resíduos gerados, são fontes potenciais de propagação de doenças e apresentam um risco adicional a saúde da comunidade em geral, especialmente quando gerenciados de forma inadequada (SILVA; HOPPE 2005).

## 2. OBJETIVO

Essa pesquisa tem por objetivo identificar a origem dos comitês de bacia hidrográfica no estado de Mato Grosso do Sul e caracterizar a forma de atuação, dificuldades e potencialidades existentes na área dos resíduos, em especial os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema.

## 3. METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado para este trabalho foi composto por revisão bibliográfica seguida de estudo de caso. A pesquisa bibliográfica representa a coleta e armazenagem de dados de entrada para a revisão, processando-se mediante levantamento das publicações existentes sobre o assunto ou problema em estudo, seleção, leitura e fichamento das informações relevantes (CALDAS 1986).

De acordo com Santos (2012), a revisão da literatura, também conhecida por “revisão bibliográfica”, “estado da arte” ou ainda por “estado do conhecimento”, demonstra o estágio atual da contribuição acadêmica em torno de um determinado assunto. Ela proporciona uma visão abrangente de pesquisas e contribuições anteriores, conduzindo ao ponto necessário para investigações futuras e desenvolvimento de estudos posteriores, sem contar que ainda pode revelar várias fontes de informação sobre o tema pesquisado que passariam despercebidas pelo pesquisador ou só seriam encontradas com muita dificuldade.

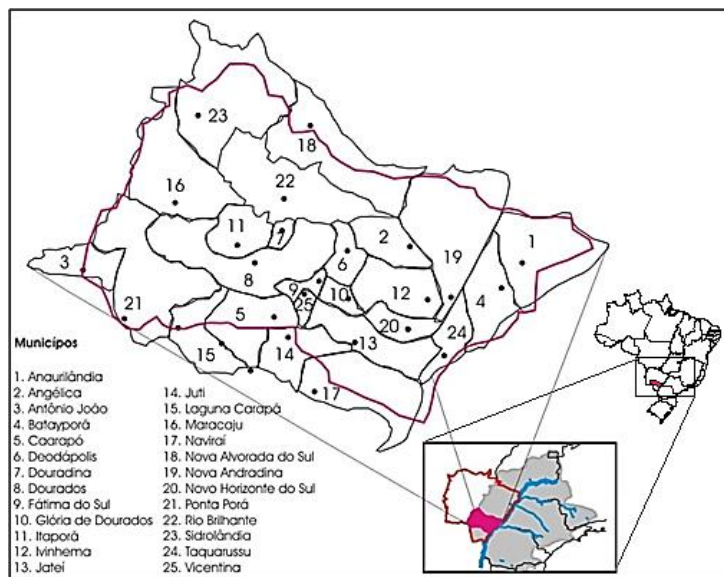
O estudo de caso possui o objetivo de conseguir informações ou conhecimento do problema a ser estudado, procurando a resposta, ou que se queira descobrir, sendo que, este pode ser feito com diversas formas

de coleta de dados como aplicação de questionários, testes, entrevistas (LAKATOS; MARCONI 1996). Nessa pesquisa, o estudo de caso foi realizado por entrevista junto a Presidência do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema-MS, sendo conduzida através de questionário semiestruturado, com a finalidade de permitir maior abrangência nas respostas.

A bacia hidrográfica do Rio Ivinhema está localizada entre as latitudes de 21° e 23°S e as longitudes de 53°30' e 56°W e, encontra-se integralmente dentro dos limites brasileiros na região Centro-Oeste, no Estado de Mato Grosso do Sul, fazendo fronteira com o Paraguai na sua porção sudoeste. Hidrograficamente encontra-se inserida na bacia do rio Paraná, abrangendo uma área de aproximadamente 46.688,75 Km<sup>2</sup>.

A Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema, possui 25 municípios inseridos ao longo de sua extensão. Destes, 15 encontram-se integralmente inseridos na bacia hidrográfica e 10 parcialmente (Figura 1). A população absoluta residente nestes 25 municípios encontra-se distribuída de forma não uniforme totalizando aproximadamente 675 mil pessoas (IBGE, 2010). A porção centro-sul da bacia hidrográfica apresenta as maiores concentrações populacionais, especialmente por conta da cidade de Dourados que apresenta a maior população da unidade de gerenciamento, com quase 200 mil pessoas (Diagnóstico BHRI, 2014). A bacia hidrográfica apresenta a segunda maior concentração populacional do estado do Mato Grosso do Sul, ficando atrás somente da BHRM (bacia hidrográfica do Rio Miranda) que concentra cerca de 1,3 milhões de pessoas (IBGE, 2010). Embora apenas 13 dos 25 municípios estejam totalmente inseridos na área a bacia, todos serão incluídos na pesquisa.

Figura 1: Localização e municípios pertencentes a bacia hidrográfica do Rio Ivinhema-MS.



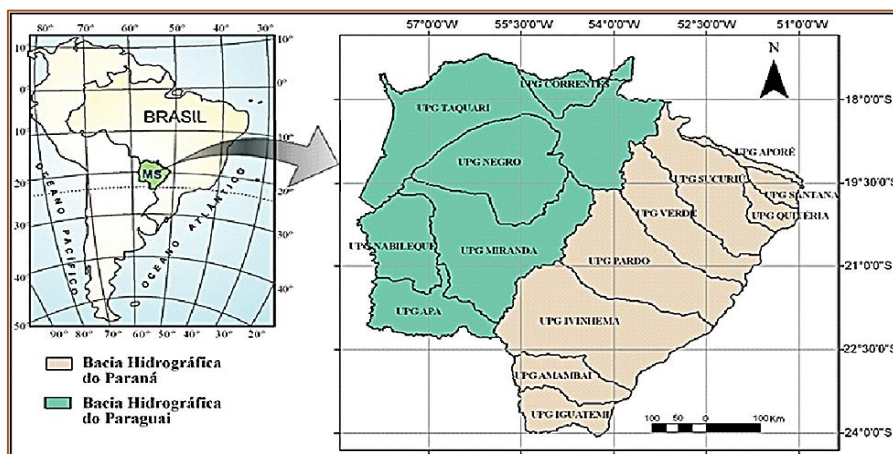
Fonte: Adaptado de GONÇALVES (2008)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Comitês de bacia hidrográfica no Estado de Mato Grosso do Sul começaram a ser articulados a partir da promulgação da Lei Estadual números 2.406 de 29 de janeiro de 2002, que instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos no Estado e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (MATO GROSSO DO SUL 2002).

Atualmente existem construídos no Estado de Mato Grosso do Sul um Comitê de bacia hidrográfica de nível Federal (CBH Paranaíba), e três de nível Estadual – CBH do Rio Miranda, CBH do Rio Santana-Aporé e CBH do Rio Ivinhema. Porém, para o Estado estão previsto 15 Comitês de bacia hidrográfica, sendo que seis fazem parte da Bacia do Alto Paraguai (BAP) e nove integram a Bacia do Paraná (Figura 2).

Figura 2: Localização das bacias hidrográficas no Estado de Mato Grosso do Sul.



A criação e instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema foi dada pela

Resolução CERH/MS N° 013, de 15 de dezembro de 2010 (MATO GROSSO DO SUL



2010). O comitê foi composto, segundo está mesma resolução, por dois membros da União (sendo um da Funai - Fundação Nacional do Índio); três do Estado; seis dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; onze dos Usuários das águas de sua área de atuação; e onze das Entidades Cíveis de recursos hídricos com sede e atuação comprovada na bacia.

Em 15 de Dezembro de 2011, através da Resolução CERH/MS Nº 16, foi aprovado o Regimento Interno do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. Dentre suas finalidade e competência cabe destacar: **Art. 5.** II – apoiar a integração da gestão ambiental e dos recursos hídricos; IV - apoiar a integração entre as políticas públicas e setoriais, visando o desenvolvimento sustentável da bacia como um todo; VII - apoiar a criação e a integração de instâncias regionais de gestão de recursos hídricos da Bacia, tais como: os comitês de sub-bacias, consórcios intermunicipais, associações de usuários, organizações de ensino e pesquisa, organizações não governamentais e outras formas de organização. **Art. 6.** XVI - desenvolver e apoiar iniciativas em educação ambiental em consonância com a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (MATO GROSSO DO SUL 2011).

A recente criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema, faz com que muitas ações previstas ainda não estejam sendo colocadas em prática. Quando perguntado sobre a existência de Câmaras técnicas responsáveis pelos Resíduos Sólidos, a referência é que ainda não existe uma câmara técnica constituída especificamente para essa finalidade. Até o momento existem três câmaras constituídas: a de Instrumentos de Gestão – que trata da gestão do comitê; a de Instrumentos Legais – que trata das análises da legislação e discussão de novas decisões via Comitê; e a de Educação Ambiental.

Dentro da Câmara Técnica de Educação Ambiental foi realizado um colóquio sobre a temática dos Resíduos Sólidos. Esse contou com a participação da UFMS-CPNA e algumas prefeituras da bacia hidrográfica. No entanto, a adesão da sociedade a esse tipo de evento, bem como as próprias reuniões do comitê da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema não tem sido expressiva, e normalmente fica restrita a participação de setores públicos ou daqueles que demandam da utilização direta

dos recursos hídricos, como é o caso dos sindicatos de trabalhadores rurais. O maior interesse e adesão do poder público deve-se ao fato que existe uma necessidade financeira implícita em sua participação. Por ex. se determinada administração municipal não participa ou não apresenta seus Planos Municipais de Resíduos Sólidos, perde o acesso a recursos financeiros importantes que são destinados pela União.

Atualmente não existem projetos na área de Resíduos de Serviços de Saúde ou mesmo de Resíduos Sólidos sendo executados ou financiados pelo comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. Da mesma forma, não existem informações sistematizadas sobre ambas as temáticas. Isso ocorre porque este comitê não tem recursos financeiros para por em prática tais atividades. Além disso, este Comitê não possui personalidade jurídica, logo ele não pode trabalhar na captação direta de recursos financeiros, soma-se a isso o fato de não existir no Mato Grosso do Sul uma Agência de Águas que atua na outorga de uso da mesma, oque facilitaria a captação de recursos. Atualmente o trabalho de outorga tem sido desempenhado pelo IMASUL – Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul, mas este não opera a captação financeira. Assim têm-se dois desafios: primeiro a implementação da outorga da água pelo órgão legalmente competente e um segundo desafio será o estabelecimento de uma cobrança pela outorga de uso da água. Dessa forma o comitê teria recursos financeiros para seu efetivo funcionamento, como por exemplo: ter uma sede (própria ou alugada), ter pessoal trabalhando efetivamente e exclusivamente no Comitê (atualmente todos os membros possuem outras atividades profissionais) e depois para a execução de projetos de interesse da sociedade geral da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, como na área de resíduos.

A possibilidade de realização de projetos na bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, tais como projetos interventores na área de Resíduos de Serviços de Saúde, dependem da obtenção de recursos financeiros junto a instituições públicas. Isso porque ocorre apenas o fomento de custeio para viagens e alimentação. Então, se houverem recursos oriundos por ex. da FUNASA, da Agencia Nacional de Aguas (ANA), do Ministério do Meio Ambiente Federal, da Secretaria de Meio Ambiente de Estadual ou Ministério das Cidades, que são as possíveis fontes de



fomento para projetos, então poder-se-ia desenvolver, a critério da apreciação e aprovação em assembleia do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema, projetos sobre a questão de resíduos, especificamente dos Resíduos de Serviços de Saúde que nesta Bacia Hidrográfica tem se mostrado problemático, face as dificuldade de gestão e gerenciamento pelos municípios.

## 5. CONCLUSÕES

O processo político que vem sendo construído ao longo da história, evidentemente, vem carregado de velhos vícios, entretanto, a própria dinâmica própria dos comitês de bacia hidrográfica pode trazer novos ares. Não há dúvida que os comitês já estão contribuindo para fortalecer o papel dos diversos atores sociais na discussão e criação de políticas públicas que contemplem os interesses de uma camada maior da população. O que seria inadmissível é que se reforcem as elites políticas e ampliem as desigualdades (CARDOSO 2003).

Os maiores entraves na execução de projetos relacionados aos Resíduos pelo Comitê dessa bacia hidrográfica são de origem financeira, que em suma limitam o funcionamento dentro das expectativas e atribuições estabelecidas

pela legislação. Embora recente, a Política Estadual dos Recursos Hídricos no Estado que criou os Comitês de Bacias Hidrográficas como integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos foi estabelecida ainda em 2002, e a Política Nacional de Recursos Hídricos acaba de completar 20 anos de existência, e por isso são esperadas ações efetivas nessa área.

Nessa perspectiva, é urgente o estabelecimento funcional do Comitê dessa Bacia Hidrográfica, onde o desafio será implementar, através de um modelo de gestão descentralizada e compartilhada, a construção de um processo de autossustentação que atenda as demandas locais e regionais, com o objetivo de se atender a sustentabilidade da região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT: 59/300.182/2015 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq: 300667/2015-9, pelo apoio financeiro ao projeto. À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul por permitir a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ana. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Agência Nacional de Águas. Brasília: SAG, 2011. 64 p.
- [2] Barrella, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. /n: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas ciliares: Conservação e recuperação. EDUSP, 2ª ed., São Paulo, p.187-207, 2001
- [3] Brasil. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997. 13 p.
- [4] Broch, S. A. O. . Mato Grosso do Sul. A fronteira é hídrica no Estado das Águas. Revista Techno, Brasil, p. 200-201, v. 1. 2003.
- [5] Caldas, M. A. E. Estudos de revisão de literatura: fundamentação e estratégia metodológica. São Paulo: Hucitec, 1986.
- [6] Cardoso, M. L. M. Desafios e potencialidades dos comitês de bacias hidrográficas. Cienc. Cult. 2003, vol.55, n.4, pp. 40-41.
- [7] Diagnóstico BHRI - Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema. 2014. 349p.
- [8] Houaiss. Dicionário da Língua Portuguesa. Editora Objetiva, 2001.
- [9] Ibge - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- [10] Jacobi, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. Rev. Katál. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 237-244, jul./dez. 2007.
- [11] Lakatos, E M.; MARCONI, M. de A. Técnica de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- [12] Mato Grosso do Sul. Lei Nº 2.406, de 29 de Janeiro de 2002. Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. 2002. 14 p.
- [13] Mato Grosso do Sul. Resolução CERH/MS Nº 013, de 15 de Dezembro de 2010. Aprova a criação e instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema e dá outras providências. 2010. 4 p.
- [14] Mato Grosso do Sul. Resolução CERH/MS Nº 16, de 15 de Dezembro de 2011. Aprova o

Regimento Interno do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. 2011. 10 p.

[15] Santos, V. O que é e como fazer 'revisão da literatura' na pesquisa teológica. *Fides Reformata*. v. 17, n. 1, p. 89-104, 2012.

[16] Silva, C. E.; Hoppe, C. Diagnóstico dos resíduos de serviço de saúde no interior do Rio

Grande do Sul. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 10, n. 2, p. 146-151, 2005.

[17] Tundisi, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. *Revista USP*, São Paulo, n.70, p. 24-35, jun./ag. 2006.

# CAPÍTULO 9

## *GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE DOURADOS - MS, BRASIL*

*Fernando Antonio Bataghin*

*Marcelino de Andrade Gonçalves*

*Flávia Akemi Ikuta*

*Icléia Albuquerque de Vargas*

*Marcela Avelina Bataghin Costa*

**Resumo:** Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar a situação dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) no município de Dourados - MS, identificando o papel da administração pública municipal em relação a essa temática. O estudo foi desenvolvido através de revisão bibliográfica seguida de estudo de caso. Foram identificados 479 estabelecimentos geradores, dos quais 54 estão sob a administração municipal. No município a secretaria de Serviços Urbanos é responsável pela gestão dos RSS. Embora o município possua Plano Diretor, este não apresenta diretrizes para a gestão dos RSS, além de não possuir um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). De forma efetiva não ocorrem atividades educativas específicas sobre a gestão e gerenciamento dos RSS, além de existir um desconhecimento parcial da legislação sobre os RSS entre os gestores. A terceirização da coleta, tratamento e disposição final dos RSS, que ocorre no município, trouxe avanços significativos sobre a forma de gerenciamento dos RSS e apresenta-se como uma alternativa viável, uma vez que o poder público municipal não possui recursos ou quadros técnicos para a instalação de sistemas de tratamento de RSS neste momento.

**Palavra-chave:** Resíduo, Saúde, Estabelecimento Gerador, Gestão, Legislação.

## 1. INTRODUÇÃO

Resíduos de serviços de saúde (RSS) podem ser definidos genericamente como todos aqueles produtos ou subprodutos oriundos de atividades exercidas nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, sendo que a sua natureza e quantidade dependem do tipo de estabelecimento, dos procedimentos realizados, de fatores sazonais, e até da alimentação adotada (NAIME et al. 2004).

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são gerados por estabelecimento prestadores de assistência médica, odontológica, laboratorial, farmacêutica e instituições de ensino e pesquisa médica relacionada tanto à população humana quanto à veterinária. Os RSS, apesar de representarem uma pequena parcela em relação ao total de resíduos gerados em uma comunidade, são fontes potenciais de propagação de doenças e apresentam um risco adicional aos trabalhadores dos serviços de saúde e a comunidade em geral, quando gerenciados de forma inadequada (SILVA; HOPPE 2005).

Define-se como gestão o processo de conceber, planejar, definir, organizar e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos. Este processo compreende as etapas de definição de princípios, objetivos, estabelecimento da política, do modelo de gestão, das metas, dos sistemas de controles operacionais, de medição e avaliação do desempenho e previsão de quais os recursos necessários; de forma correlacionada à gestão. Já o termo gerenciamento deve ser entendido como o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos no processo de gestão (ARAÚJO 2002). Pode-se dizer que o gerenciamento dos RSS inclui a execução de procedimentos adequados nos âmbitos interno e externo ao estabelecimento gerador, incluindo as etapas de segregação, acondicionamento, identificação, coleta interna, armazenamento temporário, tratamento, armazenamento externo, coleta e transporte externos, e disposição final (ANVISA 2004).

O correto gerenciamento dos RSS repercute na minimização dos acidentes de trabalho, das infecções hospitalares e dos riscos associados aos resíduos perigosos. Também resulta em diminuição dos custos do manejo,

pois a segregação dos RSS possibilita a reciclagem e repercute em menores massas de resíduos que necessitam de tratamento específico, ao evitar-se a contaminação de resíduos comuns por agentes potencialmente perigosos (ANVISA 2006; BRASIL 2002).

A responsabilidade pela gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos e resíduos de serviços de saúde, segundo o que estabelece a Constituição Federal de 1988 (artigos 23, 24 e 30), a União e os Estados não estão obrigados a executar tarefas de limpeza pública, coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos e, por conseguinte, dos resíduos de serviços de saúde (BRASIL 1988). Diante disso, os Municípios são obrigados a legislar e executar a gestão dos resíduos sólidos, prestando serviços de saneamento a população através de um adequado ordenamento territorial, pois seus interesses predominam sobre os da União e dos Estados, já que se tratam de serviços públicos de interesse local.

Atualmente a gestão e gerenciamento dos RSS, são regidos pelas resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) RDC 306/2004 – que Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (BRASIL 2004); e também em nível nacional, Pelo Conselho Nacional de Meio (CONAMA) Resolução 358/2005 - que dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente (BRASIL 2005), tendo como suporte legal a lei Federal 6.938/81.

## 2.OBJETIVO

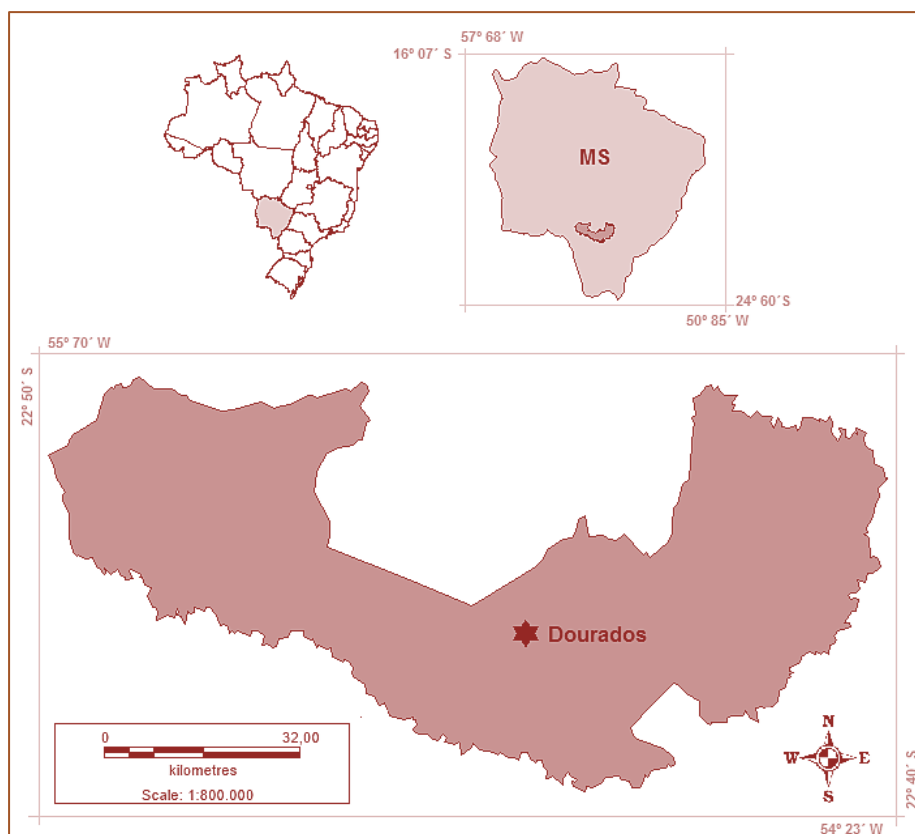
O objetivo dessa pesquisa é diagnosticar a situação dos RSS no município de Dourados, no Estado de Mato Grosso do Sul, identificando o papel, as responsabilidades, as atribuições e formas de atuação da gestão pública municipal em relação a temática resíduos de serviços de saúde dentro da área de estudo.

### 3. METODOLOGIA

Essa pesquisa foi desenvolvida no município de Dourados-MS, localizada entre as latitudes de 22°40' e 22°50' S e as longitudes de 54°20' e 55°70' W, encontra-se integralmente dentro dos limites da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema no Estado de Mato Grosso do

Sul (Figura 1). A população absoluta residente neste município é de aproximadamente 200 mil pessoas (IBGE 2010). Sua extensão territorial é de 4.086,237 Km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 47,9 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE 2016).

Figura 1: Localização do município de Dourados-MS, Brasil.



Fonte: O autor

Esta pesquisa consiste em um estudo exploratório e descritivo da situação dos RSS no município de Dourados-MS, que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, através de revisão bibliográfica e estudo de caso. Este último consistiu na aplicação de formulários e visitas de campo junto ao gestor municipal responsável pela organização do sistema que administra os RSS na bacia hidrográfica e também junto a Agência Municipal de Vigilância Sanitária.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica (CALDAS 1986; SANTOS 2012), procedimento adotado em busca do aprofundamento na estruturação teórico-metodológica da pesquisa, visando o entendimento e construção do conhecimento

científico da temática em questão. Seguiu-se o estudo de caso com o objetivo de conseguir informações ou conhecimento do problema a ser estudado, procurando as respostas, ou o que se queira descobrir, sendo que, este pode ser feito com diversas formas de coleta de dados como aplicação de questionários, testes, entrevistas (LAKATOS; MARCONI 1996). Nessa pesquisa, o estudo de caso foi realizado por entrevista, sendo conduzida através de questionário semiestruturado (com a finalidade de permitir maior abrangência nas respostas), junto ao Gestor de Administração Pública Municipal ou seus agentes designados, a saber, Secretário de Administração da Secretaria responsável pelos RSS e Diretor da Agência Municipal de



Vigilância Sanitária no município que é objeto deste estudo.

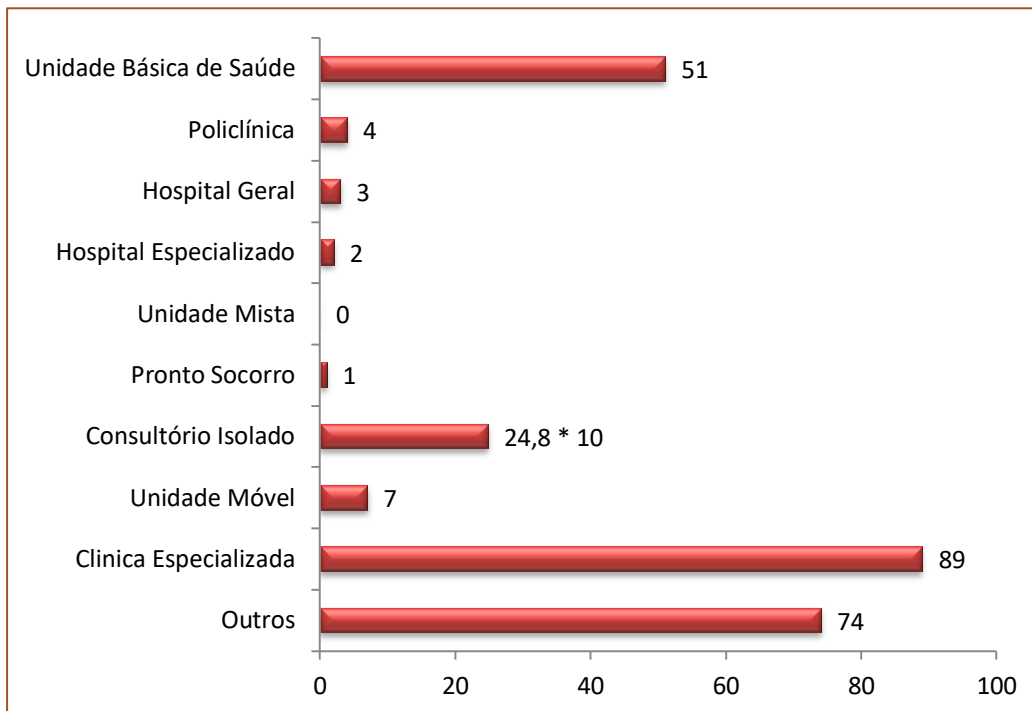
Dado o grande número de classificações de estabelecimentos geradores de RSS pelo sistema DATASUS (2014), do Governo Federal, estas foram adaptadas em 10 categorias segundo o que estabelece o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006): 1) Posto de Saúde ou Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde; 2) Policlínica; 3) Hospital Geral; 4) Hospital Especializado; 5) Unidade Mista; 6) Pronto Socorro Geral ou Pronto Socorro Especializado; 7) Consultório Isolado; 8) Unidade Móvel Fluvial ou Terrestre (inclusive nível pré-hospitalar na área de Urgência e Emergência); 9) Clínica Especializada/Ambulatório Especializado ou Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia; 10) Outros = Farmácia, Unidade de Vigilância em Saúde, Cooperativa, Centro de

Parto Normal Isolado, Hospital /Dia- Isolado, Central de Regulação de Serviços de Saúde, Laboratório Central de Saúde Pública – LACEN, Secretaria de Saúde.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o que estabelece a legislação vigente (BRASIL 1988), as administrações municipais representam o poder público responsável direto pelos resíduos de serviços de saúde dos estabelecimentos geradores que estão sob sua administração e, pelo princípio da responsabilidade compartilhada, corresponsável pelos RSS nos seus respectivos territórios (PUGLIESI 2010). No total foram identificados 479 estabelecimentos geradores no município de Dourados – MS, distribuídos nas dez classificações estabelecidas e apresentados a Figura 2.

Figura 2: Distribuição dos estabelecimentos geradores de RSS no município de Dourados -MS.



Fonte: O Autor.

Embora exista um número considerável de estabelecimentos geradores de RSS no município de Dourados-MS, este não possui ou mantém cadastramento/informação organizadas sobre esses estabelecimentos geradores de RSS públicos quanto privados. A Vigilância Sanitária mantém os processos de concessão de alvará sanitários, pelos

quais pode-se obter essas informações sobre estes estabelecimentos geradores RSS em funcionamento, no entanto a Gestão Municipal não dispõe desses dados.

Um instrumento de planejamento urbano, que tem por função sistematizar o desenvolvimento físico, econômico e social do

território municipal, visando o bem-estar da comunidade local é o plano diretor. O município estudado possui plano diretor estabelecido e com atualizações, no entanto, não apresenta dentre as temáticas a questão dos resíduos sólidos ou dos resíduos de serviços de saúde. Segundo Saboya (2007), o plano diretor é um documento da gestão pública municipal que sintetiza e torna explícitos os objetivos consensuados para o Município, estabelecendo princípios, diretrizes e normas a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento, especialmente os gestores públicos, convirjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos. Os princípios, diretrizes e normas devem ser observados tanto pelos agentes públicos e quanto privados que atuam no território do município. Em adição, também não apresenta o Plano ou Programa de Gerenciamento (Integrado) de Resíduos Sólidos e/ou de Resíduos do Serviço de Saúde, documento que apresenta um levantamento da situação atual do sistema de limpeza urbana, como pré-seleção das alternativas mais viáveis e com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes (sobre aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais) para todas as fases da gestão dos resíduos sólidos, incluindo os resíduos de serviços de saúde, desde a sua geração até a disposição final (BRASIL, 2007).

No âmbito das atividades realizadas pela gestão pública municipal, torna-se imprescindível a existência no poder executivo municipal uma secretaria responsável pela gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde, na qual o profissional responsável pela gestão tenha formação adequada a fim de garantir o bom gerenciamento dos RSS no município, independente de estar ou não ligado a secretaria responsável pelos RSS. Em Dourados o departamento responsável pela gestão dos RSS é a Secretaria de Serviços Urbanos e o responsável direto tem como formação o curso de Engenharia Civil.

A coleta dos RSS no município é terceirizada, ocorre uma vez por semana através de veículo específico sem basculante, sendo esta coleta regida pelas normas ABNT NBR 12.810/1993, ANVISA RDC 306/2004 e CONAMA 358/2005 (ABNT 1993; BRASIL 2004; BRASIL 2005). As empresas

terceirizadas que realizam a coleta também são responsáveis pelo tratamento e disposição final dos RSS. Essa prestação de serviço nos estabelecimentos geradores de responsabilidade da gestão pública municipal tem um custo mensal de aproximadamente R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais). Sendo que não existe uma estimativa precisa sobre o valor para todos os estabelecimentos geradores de RSS do município. A terceirização do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde surgiu como uma alternativa viável, tanto do ponto de vista prático quanto do ponto de vista econômico, em função dos preços pagos pelas municipalidades às empresas em detrimento dos custos totais para o gerenciamento público destes RSS (FERREIRA, 2012). Além disso, a situação permite observar que, neste momento, a municipalidade pesquisada não possui recursos para a instalação de sistemas de tratamento de RSS, nem contam com quadros técnicos para gerenciar esse tipo de atividade, resultando na dificuldade em assumir essa etapa de manejo.

O Código de Sanitário do Estado de Mato Grosso do Sul (Lei Estadual Nº 1.293/1992), que estabelece a responsabilidade do poder público na educação em Saúde, onde se destaca a redação dada pelos Art. 319 - As Secretarias de Saúde do Estado e dos Municípios promoverão, de modo sistemático e permanente, as atividades de educação em saúde, através de seus órgãos e Entidades oficiais ou particulares (MATO GROSSO DO SUL, 1992). Admitindo o papel do poder público executivo municipal na formação/capacitação dos profissionais que atuam nos estabelecimentos geradores públicos e particulares, questionou-se com que regularidade a Secretaria Responsável, de forma especial a Secretaria de Saúde, ou mesmo a Municipalidade oferece cursos de atualização para os funcionários atuantes na área de RSS. O município estudado não realiza e nunca realizou curso de formação que envolvesse a temática RSS para os funcionários de estabelecimentos públicos ou privados, fato temerário às boas práticas de gerenciamento desses resíduos.

Uma preocupação adicional é o fato dos funcionários responsáveis pela coleta não utilizarem todos os equipamentos de proteção individual, foi relato a utilização de apenas luvas e botas, em detrimento dos demais itens de proteção necessários a proteção pessoal e ao cumprimento da legislação vigente. Em

adição, o entrevistado aponta a alta rotatividade do pessoal que atua tanto na coleta interna dos estabelecimentos geradores como nas empresas terceirizadas que realizam a coleta externa dos RSS, aos quais, o poder público, não exige curso específico sobre RSS para exercerem tais atividades. Importante mencionar que a Resolução ANVISA RDC 306/2004 em seu Capítulo III - Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde determina que esse gerenciamento deve abranger todas as etapas de planejamento dos recursos físicos, dos recursos materiais e da capacitação dos recursos humanos envolvidos no manejo dos RSS (BRASIL, 2004).

## 5. CONCLUSÕES

Os avanços tecnológicos na área da medicina contribuíram significativamente para a melhoria dos serviços médico-hospitalares. Concomitante com essa melhoria seguiu-se a aumento na geração dos resíduos de serviços de saúde. Diante disso, o poder público e das autoridades competentes atuaram para desenvolver uma legislação mais coerente dada à relevância da temática. A atuação dos órgãos públicos na temática RSS ocorre desde a gestão desses até o processo de monitoramento e fiscalização dos atores envolvidos na geração de tais resíduos.

O estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010 significou um importante avanço no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. No entanto, no ambiente estudo dessa pesquisa, se por um lado os novos textos legais trazem avanços conceituais significativos com relação à segurança ocupacional e do meio ambiente na questão dos RSS, por outro lado, são visíveis as dificuldades enfrentadas na adequação dos serviços com os RSS, além do treinamento de profissionais para a adequação às normas vigentes. O gerenciamento adequado dos resíduos de serviços de saúde, enfrenta obstáculos como desconhecimento da legislação sobre os RSS, a inadequação do processo de gestão destes e em muitos casos, do perfil e da rotatividade do pessoal envolvido, o que em muitas vezes tornam vulneráveis algumas etapas do manejo desses resíduos.

O desconhecimento da legislação em vigor por parte dos atores envolvidos reflete a

necessidade de serem realizadas ações de divulgação e/ou treinamentos pelos órgãos competentes a nível federal e estadual, especialmente para gestores de RSS, para que estas sejam conhecidas e rigorosamente seguidas, de maneira que as pessoas ligadas diretamente com o gerenciamento dos RSS tenham maior consciência de seus atos. A ausência de capacitação é considerada um obstáculo com que se deparam os gestores municipais, uma vez que não se percebeu uma eficácia no processo de implantação de planos e ou programas de gestão dos RSS. Embora a presença de um Plano Diretor seja positiva à gestão municipal, a inexistência de diretrizes para a gestão dos RSS, e ausência de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, compromete o desenvolvimento eficiente e eficaz das atividades de gestão e gerenciamento desses resíduos.

A situação dos RSS, embora contenha aspectos a serem melhorados, apresenta um quadro positivo no município uma vez que adota o modelo a terceirização gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, responsável pela coleta externa, transporte, tratamento e disposição final. Dessa forma, esse tipo de terceirização da trouxe avanços significativos sobre a forma de gerenciamento dos RSS, haja vista que antes desse processo, os RSS não passavam por qualquer tratamento, sendo na maior dos casos queimados em local específico, depositados sem tratamento em valas sépticas ou mesmo destinados ao "lixão" do município em questão. A terceirização apresenta-se como uma alternativa viável, tanto do ponto de vista prático quanto do ponto de vista econômico, em função dos preços pagos pela municipalidade às empresas em detrimento dos custos totais para o gerenciamento público destes RSS. Entretanto, possíveis ineficiências no processo de coleta pelas terceirizadas, bem como o não cumprimento da legislação tanto em termos de frequência de coleta como de adequação as normas de segurança de seus funcionários por parte dessas empresas, levanta o questionamento se o tratamento e destinação final destes RSS estão ocorrendo de forma adequada por estas empresas, necessitando de investigação adicional.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT: 59/300.182/2015 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico - CNPq: 300667/2015-9, pelo apoio financeiro ao projeto. À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul por permitir a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

- [1] Abnt, Associação Brasileira de Normas de Técnicas NBR 12.810: Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento, Rio de Janeiro, 1993.
- [2] Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº. 306, de 07 de Dezembro de 2004.
- [3] Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- [4] Araújo, V.S. Gestão de Resíduos Especiais em Universidades: Estudo de Caso da Universidade Federal de São Carlos. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2002.
- [5] Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.
- [6] Brasil - Ministério da Saúde. Saúde ambiental e gestão de resíduos de serviços de saúde. Brasília; 2002.
- [7] Brasil. Ministério da Saúde, Resolução da Diretoria Colegiada. RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de saúde – Diretrizes Gerais. 25 p, 2004.
- [8] Brasil. Poder Executivo. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. 9 p.
- [9] Brasil. Ministério da Saúde. 2006. Tipo de estabelecimento. Disponível em: [http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/cnes/tipo\\_estabelecimento.htm](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/cnes/tipo_estabelecimento.htm). Acesso em 10 Out. 2015.
- [10] Brasil. Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Lei Federal de Saneamento Básico. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. 19 p.
- [11] Caldas, M.A.E. Estudos de revisão de literatura: fundamentação e estratégia metodológica. São Paulo: Hucitec, 1986.
- [12] Datasus. Estabelecimentos Cadastrados no Estado Mato Grosso do Sul. Disponível em [http://cnes.datasus.gov.br/Lista\\_Tot\\_Es\\_Municipio](http://cnes.datasus.gov.br/Lista_Tot_Es_Municipio).

[asp?Estado=50&Nome](http://cnes.datasus.gov.br/Lista_Tot_Es_Municipio.asp?Estado=50&Nome)

Estado=MATO%20GROSSO%20DO%20SUL. Acesso em 12 Out. 2015.

- [13] Ferreira, E.R. Gestão e gerenciamento de resíduos de serviços de saúde pela administração pública municipal na UGRHI do Pontal do Paranapanema – SP. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). EESC-USP, São Carlos-SP. 2012.
- [14] Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/BKK>. Acesso em: 06 jun. 2016.
- [15] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro: Ibge, 2010.
- [16] Lakatos, E.M.; MARCONI, M.A. Técnica de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- [17] Mato Grosso do Sul. Lei nº 1.293/1992 de 21 de Setembro de 1992. Dispõe sobre o Código Sanitário do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Campo Grande, MS. 1992.
- [18] Naime, R.; SARTOR, I.; GARCIA, A.C. Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde. Espaço Saúde. v. 5, n. 2, p. 17-27, 2004.
- [19] Pugliesi, E. Estudo de evolução da composição dos resíduos de serviços de saúde (RSS) e dos procedimentos adotados para o gerenciamento integrado, no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos-SP. 2010. 356 p. Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental) — EESC-USP, São Carlos-SP. 2010.
- [20] Saboya, R. Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos. Tese (Doutorado Pós-Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. 231p. 2007.
- [21] Santos, V. O que é e como fazer 'revisão da literatura' na pesquisa teológica. Fides Reformata. v. 17, n.1, p. 89-104, 2012.
- [22] Silva, C.E.; Hoppe, C. Diagnóstico dos resíduos de serviço de saúde no interior do Rio Grande do Sul. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 10, n. 2, p. 146-151, 2005.



# CAPÍTULO 10

## O RIO DOCE NO TRECHO URBANO DOS BAIROS ESPLANADINHA, SÃO PEDRO E UNIVERSITÁRIO EM GOVERNADOR VALADARES- MG

*Miriele Marques de Souza*

*Daniela Martins Cunha*

*Fábio Monteiro Cruz*

**Resumo:** A expansão urbana desordenada e o aumento populacional trazem consigo uma série de consequências que atingem os recursos hídricos. Esse quadro de desequilíbrio dos recursos hídricos localizados na área urbana é resultado de ações da sociedade no meio ambiente, não se limitando somente às descargas de efluentes, mas principalmente, ao uso e ocupação inadequada das bacias hidrográficas. O objetivo geral do artigo é analisar e apresentar a situação de degradação ambiental do rio Doce, na cidade de Governador Valadares- MG, no trecho urbano compreendido entre os Bairros Esplanadinha, São Pedro e Universitário. E para a avaliação desses impactos foram utilizados alguns procedimentos, tais como: visita “in loco”, realização de fotos, anotações em campo e pesquisas bibliográficas. Assim, ao longo do trecho estudado foi possível observar uma grande quantidade de impactos ambientais gerados pela população, como a disposição inadequada de lixo na margem do rio Doce, despejo de esgotos “in natura” e desmatamento. Após a análise dos resultados foi possível notar que há muito que se fazer em relação a essa problemática, cobrando ações das políticas públicas e a divulgação de informações básicas à população.

**Palavra-chave:** rio Doce; degradação ambiental; impactos ambientais.



## 1 – INTRODUÇÃO

O crescimento tecnológico aliado ao aumento da industrialização causa um maior impacto no meio ambiente, uma vez que a quantidade de resíduos sólidos aumenta e, em contrapartida, há diminuição dos recursos naturais. Os problemas ambientais enfrentados no século XXI são próprios do modelo de desenvolvimento tecnológico e econômico impostos à sociedade como fórmula para um crescimento a qualquer custo e em curto prazo, mas se confronta diretamente com o tão desejado desenvolvimento sustentável (MARTINE, 1996).

De acordo com Rocha (2015), durante o século XX os avanços industriais aceleraram as transformações ambientais. Pereira Neto (2007) afirma que com o avanço tecnológico e industrial houve um incremento de produtos e bens de baixa vida útil, fortalecendo a capacidade do ser humano de utilizar os limitados recursos naturais. Rocha (2015) também confirma que o modo de vida baseado no consumismo e na utilização desenfreada dos recursos ambientais, provavelmente, levará o planeta ao seu esgotamento.

O uso intensivo desses recursos naturais pode provocar degradações ambientais como, por exemplo, a eliminação de florestas, exaustão e contaminação química, contaminação e rebaixamento dos níveis potáveis, poluição atmosférica, entre outros (ROCHA, 2015).

Segundo a Lei 6.938 de agosto de 1981, degradação ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente (BRASIL, 1981). Assim, degradação ambiental pode ser conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental. Em outras palavras, degradação ambiental corresponde a um impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2008).

De acordo com Araújo *apud* Neto (2013) grande parte dos danos ambientais que ocorrem na superfície terrestre está situada nas bacias hidrográficas. Portanto, é necessário ter conhecimento da formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação não sejam apenas temporárias e sem grande eficácia. Para Botelho *apud* SANTOS (2014), a bacia hidrográfica pode ser conceituada como uma área da superfície

terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água.

A bacia do rio Doce abrange 228 municípios em sua totalidade. Suas águas percorrem cerca de 850 km desde a nascente (Serra da Mantiqueira – no município de Ressaquinha) até o oceano Atlântico, no povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo (CBH-DOCE, 2014). Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce- CBH (2014) em relação às questões hídricas e ambientais da bacia, uma análise dos processos de ocupação e crescimento econômico ocorridos nos últimos 50 anos demonstra que estes aconteceram de uma forma totalmente desordenada, sem levar em conta os possíveis reflexos futuros.

Na zona rural encontram-se vastas áreas em estado avançado de desertificação, lagoas eutrofizadas, nascentes desprotegidas e processos erosivos. Da cobertura vegetal original, mais de 90% foi extinta (MITTERMEIER et al., 1982; FONSECA, 1985 *apud* SANTOS, 2014). Nas cidades, praticamente todo o esgoto e lixo são lançados nos cursos d'água ou em suas margens. Associadas a estes, concentrações pontuais de grandes indústrias podem comprometer tanto qualitativa quanto quantitativamente os usos múltiplos dos recursos hídricos (CBH- DOCE, 2014).

No entorno do rio Doce, temos casos de agressão ambiental que refletem hábitos cotidianos, como por exemplo, a extração de areia, esgoto não tratado, população ribeirinha, lixo e entulhos, além do desmatamento e mau uso do solo, que gera como consequências o surgimento de doenças, o assoreamento, a poluição e a morte do rio, a possível falta de água para o abastecimento da cidade, dentre outras. A geração de resíduos sólidos e esgoto nos centros urbanos aumentaram exponencialmente nas últimas décadas, gerando a necessidade de uma gestão adequada à destinação final dos mesmos.

Em tese, hoje há coleta seletiva em alguns bairros da cidade, está em fase de construção a ETE- Estação de Tratamento de Esgoto nos bairros observados, mas o grande entrave é a falta de divulgação de informações básicas à vida da população e os altos custos para o remanejamento correto das redes de esgoto e da coleta e manejo de resíduos sólidos, pois não há no município

aterro sanitário e o lixão é considerado desativado, apesar de ainda haver o despejo incorreto do lixo e inúmeras famílias que sobrevivem dos resíduos descartados no local. Todo lixo recolhido na cidade é levado para o Aterro Sanitário Central de Resíduos do Vale do Aço, no município de Santana do Paraíso, gerando um alto custo para os cofres públicos. Contudo, ainda assim, gera-se o descarte incorreto de ambos (resíduos e esgoto), em locais que afetam o meio ambiente, e em especial os corpos d'água, tanto nos rios como nos lençóis freáticos, a partir do seu acúmulo em locais inapropriados e despreparados para tal (ALBERTE et al., 2005).

Estudos relacionados à degradação ambiental em bacias hidrográficas são de vital importância para o entendimento de aspectos da relação sociedade-natureza. Tal análise constitui-se num instrumento que pode fornecer subsídios para um planejamento que tenha por meta a qualidade de vida e a sustentabilidade ambiental (MENEGUZZO, 2006).

De acordo com Silva (2006) a artificialização do meio natural assume um caráter antissocial e antiambiental, na medida em que provoca a dilapidação do meio ambiente e secundariza o bem-estar humano, ao mesmo tempo tem-se mostrado ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral apresentar de forma descritiva o processo de degradação ambiental do rio Doce no trecho urbano dos bairros Esplanadinha, São Pedro e Universitário. Os objetivos específicos estabelecidos são: a) Identificar os atuais impactos ambientais negativos provocados pela ocupação antrópica às margens do rio Doce; b) Descrever estes impactos.

## 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

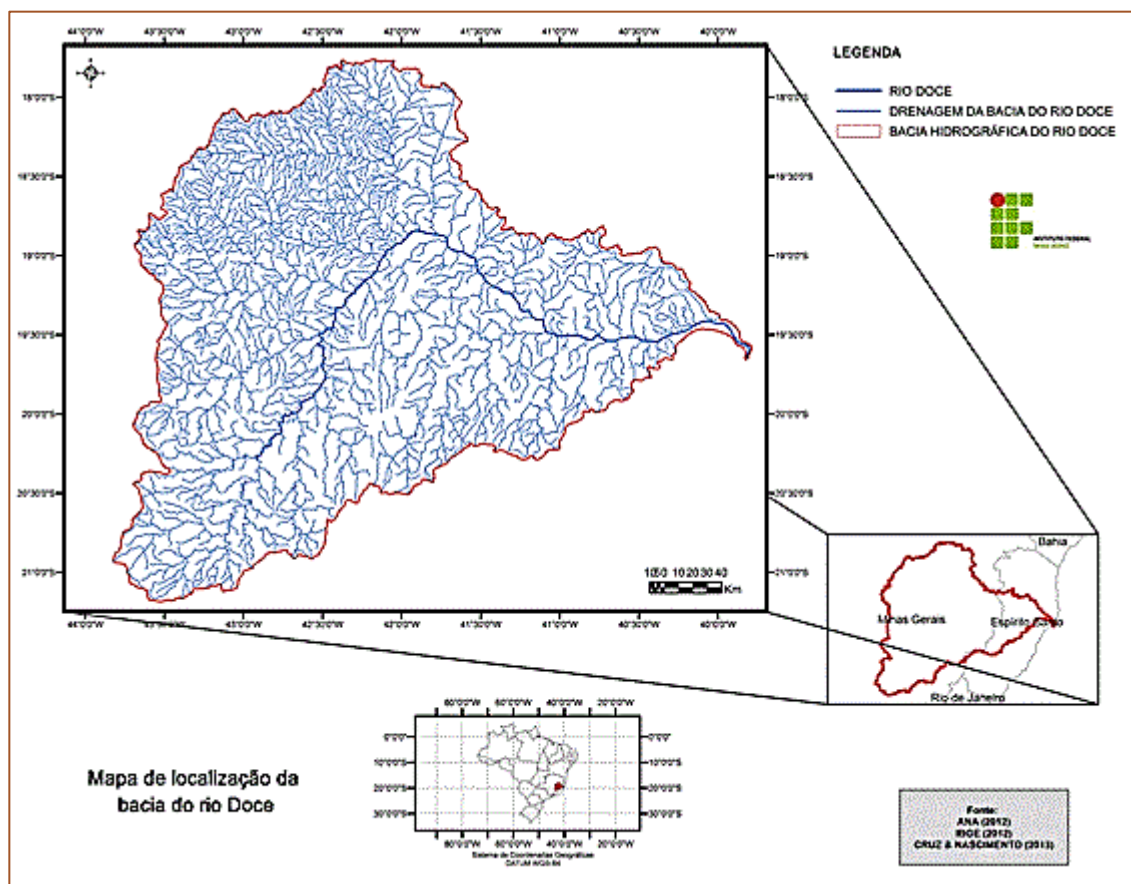
### 2.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Doce (Figura 01) apresenta uma significativa extensão territorial, cerca de 850 km<sup>2</sup>, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo. Abrange, total ou parcialmente, áreas de 228 municípios, sendo 203 em Minas Gerais e 26 no Espírito Santo e possui uma população total da ordem de 3,5 milhões de habitantes (CBH- DOCE, 2014).

O Rio Doce tem como formadores os rios Piranga e Carmo, cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço, onde as altitudes atingem cerca de 1.200 m. Seus principais afluentes são: os rios Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande, Casca, Matipó, Caratinga e Manhauçu em Minas Gerais e Pancas, São José e Guandu no Espírito Santo (CBH- DOCE, 2014).

Segundo o CBH-Doce (2014), a bacia abriga o maior complexo siderúrgico da América Latina. Três das cinco maiores empresas de Minas Gerais no ano de 2000, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, a ACESITA e a USIMINAS. Além disso, nela se encontra a maior mineradora a céu aberto do mundo, a Companhia Vale do Rio Doce. Tais empreendimentos industriais, que apresentam níveis de qualidade e produtividade industrial que estão entre os maiores do mundo, desempenham papel significativo nas exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose. Além deles, a bacia contribui na geração de divisas pelas exportações de café (MG e ES) e polpa de frutas (ES).

Figura 01 – Mapa da bacia hidrográfica do Rio Doce.



Fonte: ANA (2012), IBGE (2012), CRUZ & NASCIMENTO (2013).

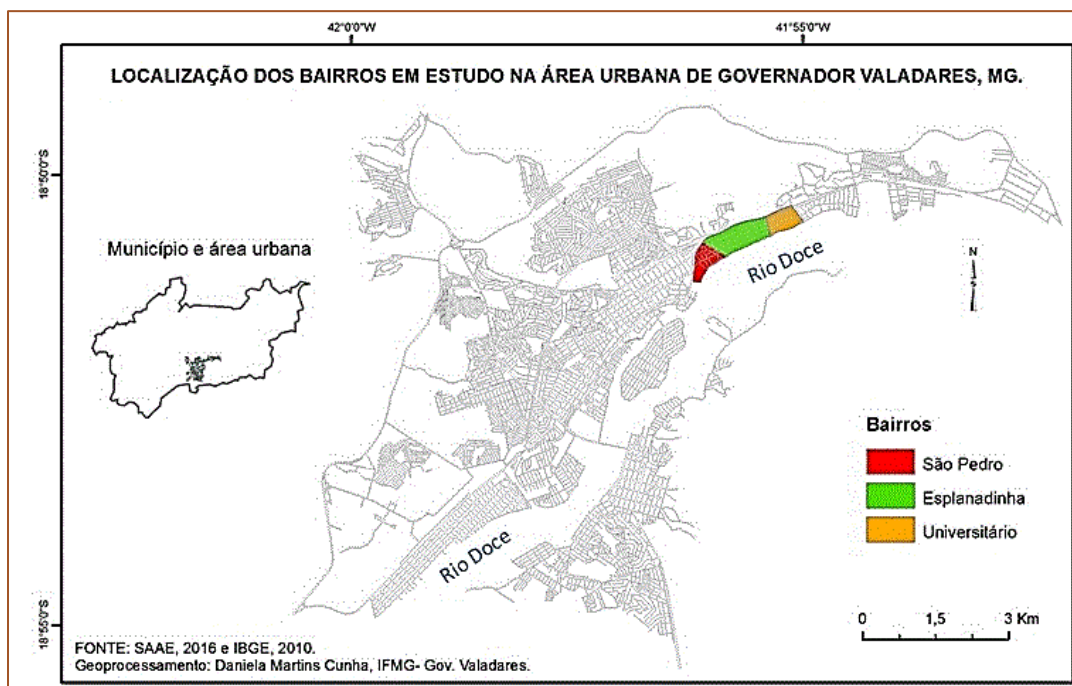
A partir de dados da Fundação João Pinheiro (2001), pode-se inferir que o PIB da bacia do rio Doce representa em torno de 15% do PIB do Estado de Minas Gerais (estimado em 122 bilhões em 2001), sendo que somente o município de Ipatinga contribui com 5,4% deste valor (CBH- DOCE, 2014).

A cidade de Governador Valadares possui aproximadamente 263.689 habitantes (IBGE, 2014), situada ao leste de Minas Gerais e sua

emancipação data de 1938, sua economia situa-se em torno da agricultura, indústria e mineração, sendo o último o principal motivo da formação da cidade (CBH- DOCE, 2014).

O trecho urbanizado do rio Doce escolhido para estudo compõe-se de três bairros, a saber: Esplanadinha, São Pedro e Universitário (Figura 2), situados à margem esquerda do rio Doce.

Figura 2: Localização dos bairros Esplanadinha, São Pedro e Universitário.



Fonte: SAAE (2016), IBGE (2010)

Segundo levantamento do cadastro de imóveis por bairro, gerado pelo departamento de Informática/SEPLAN, da Prefeitura Municipal de Governador Valadares, os bairros Esplanadinha, São Pedro e

Universitário possuem, respectivamente os seguintes números de ruas e moradores: 12 e 2.342, 18 e 6.027 e, 13 e 1.778. Além disso, observa-se no quadro 1 a situação dos lotes destes bairros em 2015:

Quadro 1: Levantamento de imóveis por bairro

Situação dos Lotes	Bairros		
	Esplanadinha	São Pedro	Universitário
Nº. De lotes	198	999	383
Nº. de lotes vagos	32	46	18
Nº. De lotes construídos	166	953	365

Fonte: Departamento de Informática- SEPLAN/PMGV, 2015.

No bairro São Pedro e em parte do Universitário encontra-se um calçadão às margens do rio Doce utilizado para práticas de exercícios físicos e lazer, além de ser utilizado por bares e pizzarias. Têm-se também três córregos que cortam os bairros, sendo eles: Córrego Figueirinha, Córrego Olaria e Córrego Jota Peres. O Córrego Olaria deságua no Córrego Figueirinha que deságua

no rio Doce. E o córrego Jota Peres também deságua no rio doce.

## 2.2 – TIPO DE ESTUDO REALIZADO

Para a elaboração desta pesquisa utilizou-se uma abordagem descritiva e qualitativa associada à pesquisa bibliográfica, que serviram como referencial teórico para que se tivesse uma melhor compreensão sobre o

objeto a ser pesquisado, bem como um contato direto dos pesquisadores com o ambiente. Realizou-se uma visita “*in loco*” em um sábado, dia 10 do Janeiro de 2015, dia escolhido aleatoriamente, para observação e obtenção de fotos e informações.

Na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado. O objetivo da amostra é de produzir novas informações (DESLAURIERS *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Segundo Gil (1996) as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre as variáveis. [...] juntamente com a exploratória, são as que realizam os pesquisadores preocupados com a atuação prática.

### 2.3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PESQUISA DE CAMPO

Para a realização dessa pesquisa obteve-se dados através de recursos bibliográficos diversos como livros, artigos, pesquisa junto à administração municipal.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Historicamente é possível perceber que as pessoas migravam do campo para as cidades e se aglomeravam próximo ao leito de rios para que o acesso à água e, conseqüente captação e descarte de rejeitos, ocorresse de forma simples, sem estruturas complexas, possibilitando que as atividades inerentes à vida do ser humano fossem facilitadas, o que se aplica a maior parte das cidades brasileiras.

O morador urbano, independentemente de classe social, anseia viver em um ambiente saudável que apresente as melhores condições para vida, ou seja, que favoreça a qualidade de vida: ar puro, desprovido de poluição, água pura em abundância entre outras características tidas como essenciais. Entretanto, observar um ambiente urbano implica em perceber que o uso, as crenças e hábitos do morador citadino têm promovido alterações ambientais e impactos significativos no ecossistema urbano

(MUCELIN; BELLINI, 2008 *apud*, OLIVEIRA, 2013).

Existe uma grande divergência quando se observa os locais da pesquisa. Deseja-se um ambiente em excelentes condições, cobra-se do governo uma melhoria, mas o que se observa é que a população continua a poluir o ambiente ao redor de suas moradias, mesmo existindo a coleta de resíduos nos bairros estudados, foi possível observar uma grande resíduos dispensados em locais inadequados.

Nos bairros observados tem-se a coleta de lixo úmido três vezes na semana e a coleta seletiva duas vezes, mas ainda se percebeu o descaso em relação à limpeza dos logradouros. Acontece de forma inadequada e exagerada o descarte de lixos às margens do rio Doce como também diretamente em seu leito. Dentre os grandes problemas resultantes do lixo acumulado tem-se o mau cheiro, a proliferação de insetos e roedores, transmissores de doenças, os quais encontram nos resíduos as condições adequadas de abrigo, alimentação e reprodução, e também o aspecto estético desagradável, que causa a falta de equilíbrio com o meio ambiente.

Em vários trechos encontra-se o esgoto sendo descartado “*in natura*”, o que ocasiona a poluição do solo, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e são um perigoso foco de disseminação de doenças. O excesso de resíduos doméstico e não doméstico pode causar assoreamento e diminuir o nível de oxigênio nos rios, colocando em risco a vida aquática e de todos que dependem dela (COPASA, 2015).

Com a construção da ETE- Estação de Tratamento de Esgoto, no bairro Santos Dumont II as redes de esgoto dos bairros observados serão transferidas para a estação e o mesmo passará a ser tratado. No bairro Universitário um trecho está fechado ao acesso de moradores e automóveis devido às obras realizadas.

No areal Colodetti & Lopes existente no bairro Esplanadinho não se obteve acesso a qualquer documentação deste, mas segundo a proprietária, ele é legalizado. Ainda assim é possível que o mesmo cause danos ambientais como: depreciação da qualidade do ar devido aos gases gerados pela combustão interna do motor a diesel, contaminação dos cursos d'água causado pelos resíduos (óleos, graxas) dos



maquinários, eliminação temporária das áreas de refúgios de peixes (TOBIAS et al. 2010).

Os bairros também sofrem com alagamentos. E o lixo que é colocado às margens do rio, com a cheia retorna as casas. Após a enchente, no processo de limpeza domiciliar constata-se que os moradores mais uma vez depositam estes mesmos resíduos as margens do rio.

Mucelin e Bellini *apud* Oliveira (2014) explicam que a vivência cotidiana muitas vezes mascara circunstâncias visíveis, mas não perceptíveis. Mesmo contemplando casos de agressões ao ambiente, os hábitos cotidianos concorrem para que o morador urbano não reflita sobre as consequências de tais hábitos, mesmo quando possui informações a esse respeito.

Segundo o atual Código Florestal, Lei nº 12.651/12, no seu art. 4º, estabelece como áreas de preservação permanente:

*“as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 m (trinta metros) a máxima de 500m (quinhentos metros)”.*

Nos bairros observados, verificou-se em vários trechos, que a Área de Preservação Permanente (APP) é utilizada de diferentes formas pelos moradores e transeuntes, alguns cuidam dos espaços de forma a evitar a poluição, mesmo que seja apenas visual, outros utilizam para práticas esportivas e de lazer, bares e pizzarias utilizam os calçadões para colocarem suas cadeiras e mesas, também se encontram vários pescadores a margem do rio, alguns realizam a prática apenas como diversão, como também outros sobrevivem da pesca.

## REFERÊNCIAS

[1] Albert, Elaine P. Varela; Carneiro, Alex Pires; KAM, Lin. Recuperação De Áreas Degradadas Por Disposição De Resíduos Sólidos Urbanos. Diálogos & Ciência. Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III, n. 5, jun. 2005.

[2] Brasil. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938/1981. Senado Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm). Acessado em 25 de jan. 2015.

## 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atividades antrópicas aliadas à falta de consciência por parte da população, à ausência de fiscalização e à omissão dos poderes públicos são fatores que contribuem significativamente para a intensificação dos processos de degradação dos cursos d’água. Mesmo havendo leis para preservar e minimizar tais agressões, elas não são respeitadas pela população, nem pelo poder público, o qual deveria fiscalizar e proteger a área.

Os órgãos fiscalizadores e regularizadores do uso da água têm se mostrado impotentes para, pelo menos, minimizar o problema e, além disso, a sociedade não tem se mostrado sensibilizada com os problemas ambientais que o rio Doce vem enfrentando, para assim encontrar soluções para os mesmos, criando uma nova postura comprometida com a responsabilidade social e qualidade ambiental.

É necessária a implantação da Educação Ambiental nas escolas como parte do processo de aprendizagem da criança e também trabalhos de conscientização na comunidade para que as famílias tenham atitudes ambientalmente corretas. A responsabilidade socioambiental de cada pessoa deve ser colocada em prática e não ser apenas teoria em livros ou conteúdo para a mídia em geral. Deve ser concretizada em práticas ambientalmente corretas.

Os fatos evidenciam o pouco interesse da comunidade e do poder público em recuperar a área estudada, apesar da construção da ETE em andamento, e diante da importância do tema exposto, recomenda-se que este estudo seja base para trabalhos futuros, e que seja utilizado como instrumento de informação e consciência ambiental para a sociedade.

[3] Brasil. Código Florestal. Lei nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Senado Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm). Acessado em 23 de fev. 2015.

[4] Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH- DOCE). Caracterização da Bacia. Disponível em <http://www.cbhdoce.org.br/>. Acessado em 18 de fev. de 2015.

[5] Companhia de Saneamento de Minas Gerais- Copasa. Pesquisa escolar. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/>

COPASA\_Esgoto. pdf. Acessado em 13 de maio de 2015.

[6] Gerhardt, Tatiana Engele; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. 1ª ed. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2009.

[7] Gil, A. C., 1996. Como elaborar projeto de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 175 p. 2002.

[8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Cidades. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/EHC>. Acessado em 23 de janeiro de 2015.

[9] Martine, George. População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: Verdades e contradições. 2 ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1996

[10] Meneguzzo, Isonel Sandino. Análise da degradação ambiental na área urbana da Bacia do Arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR.: uma contribuição ao planejamento ambiental. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006. Disponível em: <[http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/8080/dissertacao\\_meneguzzo.pdf;jsessionid=B7BDB9ACB97159AF5A777EA958E8BE5F?sequence=1](http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/8080/dissertacao_meneguzzo.pdf;jsessionid=B7BDB9ACB97159AF5A777EA958E8BE5F?sequence=1)>. Acesso em 10 de mar. 2015.

[11] Oliveira, Amanda Lima. Análise descritiva da degradação ambiental do Rio Doce no trecho urbano do Bairro São Paulo ao Bairro São Tarcísio em Governador Valadares/MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Minas Gerais, campus Governador Valadares. Disponível em: [http://www.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_s\\_governador\\_valadares/TCC\\_AMANDA\\_LIMA.pdf](http://www.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_s_governador_valadares/TCC_AMANDA_LIMA.pdf). Acessado em 23 de jan. de 2015.

[12] Neto, Caetano Palma. Diagnóstico socioambiental da bacia hidrográfica do Rio Carahá. Disponível em [file:///C:/Users/usuario/Downloads/971-1964-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/971-1964-1-SM%20(1).pdf). Acessado em 01 de fev. de 2015.

[13] PEREIRA NETO, João Tinôco. Gerenciamento do lixo urbano – aspectos técnicos e operacionais. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2007, 129 p.

[14] Prefeitura Municipal de Governador Valadares. Levantamento do cadastro de imóveis por bairro. Departamento de Informática/SEPLAN, Maio/2015.

[15] ROCHA, Jefferson Marçal da. A gestão dos recursos naturais: uma perspectiva de sustentabilidade baseada nas aspirações do “lugar”. Disponível em [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro\\_1/gt/conhecimento\\_local/Jefferson%20Marcal%20da%20Rocha.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro_1/gt/conhecimento_local/Jefferson%20Marcal%20da%20Rocha.pdf). Acessado em 08 de fev. de 2015.

[16] Sánchez, Luiz Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

[17] Santos, Aline Rocha. Análise descritiva da degradação ambiental do Rio Doce no do Bairro São Tarcísio em Governador Valadares/MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental), Instituto Federal de Minas Gerais, campus Governador Valadares. Disponível em [http://www.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_s\\_governador\\_valadares/TCC\\_Aline.pdf](http://www.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_s_governador_valadares/TCC_Aline.pdf). Acessado em 15 de jan. de 2015.

[18] Silva, Odair Vieira da. Sistemas Produtivos, Desenvolvimento Econômico e Degradação Ambiental. Revista Científica Eletrônica Turismo. Junho. 2006. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/GraGOVnOvL7CVqE\\_2013-5-20-16-53-38.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/GraGOVnOvL7CVqE_2013-5-20-16-53-38.pdf)>. Acessado em 15 de fev. de 2015.

[19] Tobias, Ana Cristina Tobias; Rocha, Ana Carolina; Ferreira, Francisco; SOUSA Marcos de Moraes. Avaliação dos Impactos Ambientais causados pela extração de areia no leito do Rio Piracanjuba – Município de Silvana GO. Disponível em <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/avaliacao%20dos%20impactos.pdf>. Acessado em 03 de fev. de 2015.

# CAPÍTULO 11

## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: PERCEPÇÃO DO ALUNO DO CURSO TÉCNICO EM ENFERMAGEM

*Dayane Clock*

*Jane Terezinha Sgrott*

*Roni Regina Miquelluzzi*

*Márcia Bet Kohls*

*Therezinha Maria Novais de Oliveira*

**Resumo:** Os resíduos sólidos de saúde representam uma ameaça à saúde pública e ao meio ambiente não somente pela sua quantidade, mas pelo alto potencial de risco de propagação de doenças, sendo assim, o seu gerenciamento é necessário e requer não apenas a organização e sistematização das fontes geradoras, mas, fundamentalmente, o despertar de uma consciência humana e coletiva dos profissionais que atuam nos estabelecimentos de saúde. Assim, considera-se relevante conhecer como o manejo dos resíduos sólidos dos serviços de saúde vem sendo construído na formação do técnico em enfermagem. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a percepção do aluno do curso técnico em enfermagem em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde. Para a coleta de dados foi utilizado um questionário que foi enviado para todos os alunos do curso técnico em enfermagem do IFSC – Câmpus Joinville. No curso técnico de enfermagem ficou evidente a abordagem do gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde (GRSS) durante o curso ao analisar os resultados obtidos com esta pesquisa. Fato este de suma importância para a percepção dos alunos do curso para o entendimento do processo do GRSS.

**Palavra-Chave:** Ensino de enfermagem, meio ambiente, saúde.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a abordagem de questões da interface saúde e meio ambiente têm se tornado uma temática importante para pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, ao possibilitar a análise e a intervenção para preservar a vida no Planeta. Embora a relação entre saúde e meio ambiente se faça mais presente, quando da divulgação de situações e eventos catastróficos e ameaçadores ou, quando dados alarmantes sobre a degradação ambiental são divulgados, percebe-se cada vez mais a necessidade de consolidar um corpo de conhecimentos científicos que permita evidenciar as implicações inerentes a este contexto, especialmente no que tange a saúde humana e a preservação do meio ambiente. (CAMPONOGARA,2008)

A questão dos Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde (RSS), como qualquer outra que vem colaborando para a agressão ao meio ambiente, parece suscitar a emergência de uma nova postura ética, de renovação de valores, cidadania, compromisso com o social, num entendimento de que tudo faz parte da grande teia da vida, implicando uma nova consciência, de responsabilidade e comprometimento, em nossas ações, no nosso agir, na nossa forma de perceber e de viver e conviver nesse ambiente, que nos constitui e que constituímos. (CORRÊA et al, 2005)

Em especial, no contexto da assistência em saúde, esta aproximação é marcada pelo viés normativo, visivelmente relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos, sem uma discussão mais ampla sobre a relação entre a assistência à saúde e a questão ecológica. Os profissionais da saúde, sob este enfoque, são direcionados, predominantemente, para o cumprimento de normas, comprometendo o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre o tema.

Assim, considera-se relevante conhecer como o manejo dos RSS vem sendo construído na formação do curso técnico em enfermagem do Câmpus Joinville, até mesmo para se ter ciência de todo seu processo, ou seja, ter conhecimento sobre a sua classificação, de como segregar, acondicionar, enfim, todas as demais etapas. Com a investigação sobre a percepção do aluno do curso técnico em enfermagem em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde poderemos analisar se os mesmos estão

compreendendo o processo de gestão de resíduos, modificar ou reforçar estas questões nas aulas práticas, teóricas e durante os estágios do curso técnico em enfermagem. Além disso, um aluno que se forma como uma boa percepção sobre a problemática dos RSSS, será um técnico de enfermagem mais atuante nesta questão. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi verificar a percepção do aluno do curso técnico em enfermagem em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde.

## 2. METODOLOGIA

Está pesquisa tem caracter exploratório e sua abordagem foi quanti-qualitativa. O público-alvo foram os alunos do curso técnico de enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Joinville, com matrícula ativa em 2015-1.

Durante a pesquisa foi aplicado um questionário com o objetivo de coletar informações sobre a percepção que o aluno tem sobre o gerenciamento de resíduos sólidos em saúde dos locais/estabelecimentos de saúde que ele realiza os estágios.

A aplicação da pesquisa ocorreu após a aprovação no comitê de ética com o CAAE 44809015.0.0000.5363.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário com 06 questões de múltiplas escolha. Para aplicação deste questionário, foi utilizado o formulário do *Google docs*, juntamente o questionário foi enviado o como Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos endereços eletrônicos dos alunos do curso técnico em enfermagem do Câmpus Joinville.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi enviado o questionário para o endereço eletrônico de 62 alunos, alunos da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª fase do curso técnico em enfermagem, destes tivemos o retorno de 34 questionário respondidos.

Analisando as respostas dadas pelos alunos que responderam ao questionário sobre o conceito do gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde (GRSSS), verificou que 83% (Figura 1) dos alunos conhecem o conceito de GRSSS. Desde modo, entendesse que o conteúdo tem sido abordado de forma satisfatória nas aulas

teóricas, práticas e durante os estágios supervisionados de enfermagem, porém deve sempre ser retomado em todas as fases do

curso, pois ainda há alunos (17%) que não conhecem corretamente o GRSSS.

Figura 1 – Grau de entendimento do conceito de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde.

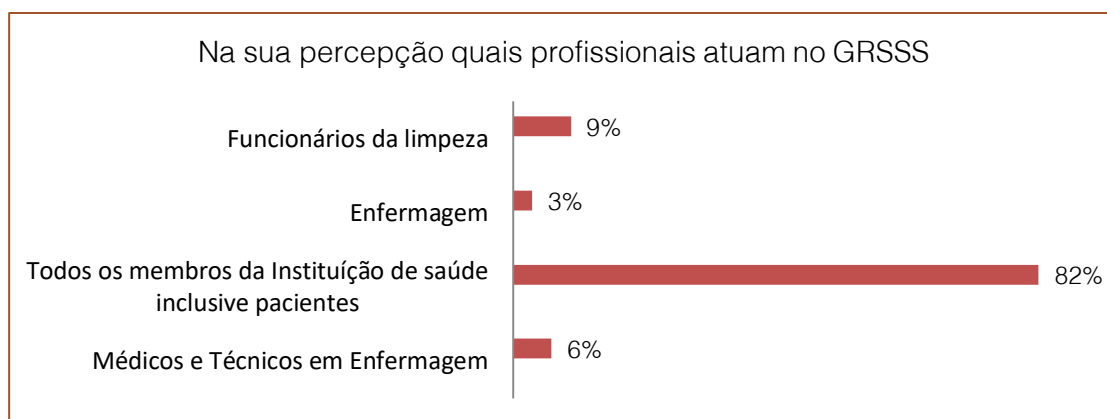


Fonte: As autoras (2015)

A atuação dos profissionais que atuam no GRSS também foi levantada com a aplicação do questionário. Observasse na Figura 2 que 82% dos alunos entendem que todos que atuam nas instituições de saúde devem participar do GRSSS. Esta percepção do aluno de enfermagem é muito importante, pois de acordo com Marques et al, (2007), o

profissional de enfermagem é o único profissional que permanece 24 horas na instituição de saúde, administrando a assistência ao cliente, preocupando-se com os resíduos gerados em suas atividades com o fim de diminuir possíveis infecções cruzadas e riscos ambientais prejudiciais à saúde dos profissionais e clientes.

Figura 2 – Profissionais que atuam no GRSS



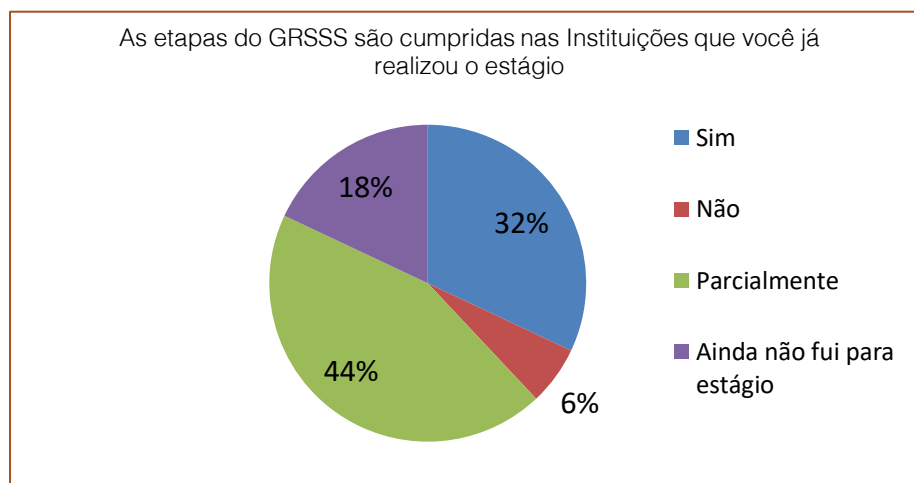
Fonte: As autoras (2015)



As vivências práticas acerca do saber em GRSS no processo de formação, em sua grande maioria, acontecem em estabelecimentos de saúde, de um modo mais aproximado à realidade profissional e a partir da geração de resíduos resultante dos procedimentos realizados. Devido a grande carga horária (600 horas) que os alunos do curso técnico de enfermagem realizam de estágio nos hospitais, maternidades, unidades básicas de saúde, pronto-atendimento, clínicas entre outros estabelecimentos de saúde os alunos conseguem identificar se os diferentes locais de estágio realizam o GRSS, bem como a existência de erros no processo.

Conforme dados da Figura 3, 44% dos alunos participantes da pesquisa avaliam que os estabelecimentos realizam o GRSS parcialmente, e 6% avaliam que não realizam o GRSS, observando as falhas em alguma parte do processo, nesta questão é importante observar que 18% dos alunos que participaram da pesquisa ainda não haviam realizados os estágios, pois são alunos da 1ª fase e estavam no módulo teórico, porém conhecem o GRSS, pois o mesmo é abordado nas aulas teóricas e práticas no laboratório de enfermagem do Câmpus Joinville, onde o GRSS também é realizado.

Figura 3 – Percepção do cumprimento do GRSS nos locais de estágio



Fonte: As autoras (2015)

#### 4. CONCLUSÕES

O manejo inadequado dos RSS tem causado sérias implicações para o ambiente, fazendo-se necessário que os sujeitos participantes desses espaços tenham uma visão mais abrangente para o enfrentamento dessa problemática. Uma das missões da educação é reformar o ensino para reformar o pensamento, para formar cidadãos capazes de enfrentar os problemas do seu tempo, capazes de ligar conhecimentos desarticulados, capazes de prolongar-se numa ética da dependência e solidariedade entre seres humanos. No curso técnico de enfermagem do câmpus Joinville ficou evidente a abordagem dos RSS durante o curso ao analisar os resultados obtidos com esta pesquisa. Fato este de suma importância para a percepção dos alunos do curso para o entendimento do processo do GRSS.

É necessário que este saber não seja apenas uma informação de como fazer, mas que o espaço de formação propicie reflexão, problematização, crítica, articulação, comprometimento com a construção de sujeitos que incorporem posturas éticas, de solidariedade, de consciência cidadã, de compromisso social, atuando de forma responsável para com o meio.

É fundamental que os docentes se comprometam, incorporando atitudes de desafio em suas práticas pedagógicas, na busca de novas compreensões, rompendo com ações fragmentadas, acomodadas e, partindo para as incertezas, para as instabilidades, para o imprevisto, reconheçam o processo educativo como um vir a ser, em movimento, em fluxo, em permanente processo de mudança.

## REFERÊNCIAS

[1] Camponogara, S. et al. Uma revisão sistemática sobre a produção científica com ênfase na relação entre saúde e meio ambiente. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 13, n. 2, p. 427-439, 2008.

[2] Correa, L. B. et al. O saber resíduos sólidos de serviços de saúde na formação acadêmica: uma contribuição da educação

ambiental. *Interface (Botucatu)*, Botucatu, v. 9, n. 18, p. 571-584, Dec. 2005

[3] Marques G. M.; Et al. Ações do enfermeiro no gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. *Rev. Meio Amb. Saúde, IESMAN/Manhuaçu*, v. 2, nº 1, p. 33-43, 2007

# CAPÍTULO 12

## *ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO*

*Carla Gabriela Azevedo Misael*

*Camila Barata Cavalcanti,*

*Josiele Souza Batista Santos*

*Mário Gomes da Silva Júnior*

*Sidinei Kleber da Silva*

**Resumo:** Diante da carência hídrica que vem atingindo o nordeste brasileiro, a adoção de poços tornou-se a principal alternativa utilizada para o abastecimento de água a nível domiciliar e, dependendo da gravidade, a nível municipal. Todavia, devido a fatores geológicos, tem-se comumente altos índices de sais dissolvidos nestas fontes de água. Nesse viés, o processo de dessalinização pode ser implantado para que se obtenha uma água propícia ao consumo humano. Este trabalho teve como foco de estudo a viabilidade econômica da instalação de um dessalinizador em detrimento dos serviços prestados pelas empresas concessionárias responsáveis pelo abastecimento de água. Para tanto, considerou-se dois sistemas: o Sistema 1, para o abastecimento de um condomínio com 24 apartamentos, e o Sistema 2, para o abastecimento de um condomínio com 48 apartamentos, sendo a quantidade de residentes por apartamento respaldada no censo demográfico de 2010. Logo, calculou-se os custos dos sistemas de dessalinização, considerando um período de depreciação de 5 anos, através do Sistema Modificado de Recuperação Acelerada de Custos (MACRS). A rentabilidade pôde ser obtida através da determinação do tempo de recuperação do capital, da posição de caixa cumulativo e da taxa de retorno de investimento (ROROI). A partir da análise do fluxo de caixa cumulativo e dos resultados de rentabilidade, indicou-se a viabilidade econômica para o Sistema 2.

**Palavra-Chave:** Viabilidade econômica, Dessalinização, Análise de rentabilidade, MACRS.

## 1. INTRODUÇÃO

A crise hídrica na região nordeste sempre foi uma realidade. Contudo, nos últimos anos observa-se um agravamento desta devido ao aumento do período de estiagem. Unindo-se a este fator, tem-se o uso irracional da água desde o âmbito domiciliar ao industrial, além dos altos níveis de desperdício que ocorrem durante a distribuição da mesma, sendo em torno de 36,2% de acordo com a Folha de São Paulo (2016). Na Paraíba, segundo o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (2016), diversos reservatórios sofreram colapso total, impossibilitando o abastecimento de água pelas empresas responsáveis. Dentro deste contexto, o município de Campina Grande, na Paraíba, vive sob a projeção de um colapso do fornecimento de água, onde a única fonte de abastecimento, o Açude Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como Boqueirão, encontra-se com aproximadamente 10,9% de sua capacidade (G1PARAÍBA, 2016). Prevê-se então, que o fornecimento de água chegará a seu colapso total aproximadamente em fevereiro de 2017, caso o quadro climático permaneça inalterado (PBAGORA, 2016).

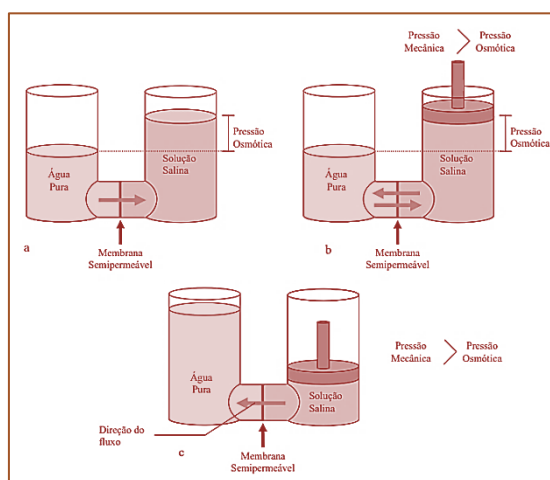
Um meio que geralmente se tem sido adotado como alternativa diante desta situação tem sido a perfuração de poços. Devido à alta salinidade encontrada na água em algumas regiões, conforme suas características

geológicas, faz-se necessário um pré-tratamento para que se possa obter dela uma água potável. Para esta finalidade, uma possibilidade consiste no uso de dessalinizadores.

Pode-se definir a dessalinização como um processo de remoção ou redução da concentração de sais e sólidos dissolvidos da água salgada para obter água doce. Nesse processo removem-se, além de minerais, outros componentes químicos, orgânicos e biológicos (ARAÚJO, 2013). Em geral, os métodos de dessalinização adotados são os de osmose inversa, destilação multiestágios, dessalinização térmica e por congelamento.

A osmose é um fenômeno físico-químico natural. Ela acontece quando duas soluções com diferentes concentrações de sais são separadas por uma membrana semipermeável, ou seja, facilita a passagem de solvente, mas não a de soluto. A solução com menor concentração de sais tende a atravessar a membrana na direção da solução mais concentrada, igualando a diferença de concentração (diferença de potencial químico) entre as soluções (SILVA, 2008). A osmose inversa acontece quando uma pressão mecânica superior à pressão osmótica é aplicada no lado da solução mais concentrada, invertendo-se, desta maneira, o sentido do fluxo de solvente que atravessa a membrana. A *figura 1* mostra o mecanismo de osmose e osmose inversa.

Figura 4 – Fenômeno da osmose em um osmômetro.



Fonte: SILVA (2008)

Para membranas do tipo espiral, devido a esta pressão mecânica, as moléculas de água passam pela membrana semipermeável

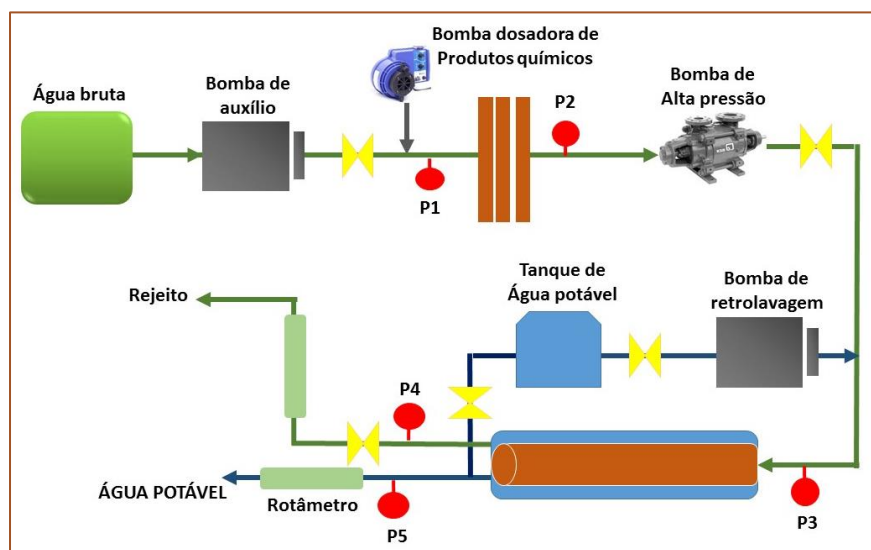
separando a solução em duas partes distintas: água permeada com elevado grau de pureza e água concentrada de sais. Para

esta última, há a possibilidade, após estudos adequados, a irrigação de plantas do tipo atríplex, criação de peixes do tipo tilápia, utilização em banheiros ou até mesmo a realimentação do poço. O permeado consiste na parte da solução que atravessa a membrana que será distribuída para consumo (SILVA *et al.*, 2013). O processo de osmose inversa apresenta vantagens em relação aos processos tradicionais de dessalinização, tais como: baixo consumo de energia, baixo custo de investimento, pode alcançar até 75% de

rendimento de água purificada, possui 99% de redução de sais minerais, bactérias e partículas, é um processo contínuo que necessita de pequenos espaços e possui facilidade na construção, operação e manutenção, devido à natureza modular do processo (DE MELO CARTAXO *et al.*, 2006).

Para melhor compreensão, apresenta-se na *figura 2* o fluxograma de um processo comum de dessalinização, sendo possível verificar todos os equipamentos necessários ao sistema

.Figura 2: Esquema de um dessalinizador



Fonte: Autor do Trabalho

O processo apresentado na *figura 2* inicia-se com a propulsão da água bruta para o sistema através da bomba auxiliar. Neste fluxo de água são injetados produtos químicos anti-incrustantes ou inibidores através da bomba dosadora. Os manômetros P1 e P2 aferem então a pressão antes e depois dos filtros, respectivamente. Logo após, a bomba de alta pressão gera a pressão necessária para que as membranas produzam uma vazão de água desejável. Após a saída pela membrana, a água potável segue para o armazenamento, enquanto o rejeito é descartado ou reaproveitado, segundo o projeto inicial (CERB, 2011).

A análise da viabilidade econômica de um projeto de engenharia busca prever os benefícios que serão obtidos em um dado investimento para colocá-los em comparação com os investimentos e custos associados ao mesmo, a fim de verificar a sua viabilidade de

implementação (ZAGO *et al.* 2009). Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da instalação de dessalinizadores, tendo como base de estudo um condomínio residencial no Estado da Paraíba, variando para fins metodológicos a quantidade de apartamentos atendidos pelo sistema.

## 2. METODOLOGIA

Para o estudo da viabilidade econômica da instalação de um dessalinizador, foram considerados dois sistemas diferentes, sendo o Sistema 1 um sistema de dessalinização projetado para abastecer um condomínio com 24 apartamentos e o Sistema 2 um dessalinizador projetado para abastecer condomínio com 48 apartamentos. Cada sistema proposto é composto por 01 motor bomba auxiliar, 01 motor de alta pressão, 01



motor bomba de retro lavagem, 02 filtros de cartucho de acetato de 0,5 micra. Para o Sistema 1, tem-se 02 elementos de membrana espirais Lanxess-Bayer modelo B85-4040 em poliamida, já para o Sistema 2, tem-se 02 elementos de membrana espirais Lanxess-Bayer. As potências requeridas para as

bombas de cada sistema de dessalinização e o tempo de funcionamento das mesmas estão expostas na Tabela 1 e serão utilizadas para calcular os custos com utilidades, que se resumiram ao gasto de energia elétrica requerido pelas bombas.

Tabela 1. Potências requeridas das bombas para os dois sistemas de dessalinização.

Bomba	Sistema 1		Sistema 2	
	Potência (CV)	Tempo (h/dia)	Potência (CV)	Tempo (h/dia)
Auxiliar	0,5	22,02	0,75	11,01
Alta pressão	2	22,02	5	11,01
Retro lavagem	0,25	0,083	0,25	0,083
Sapo	1	22,02	1	11,01

As bombas de alta pressão e auxiliar funcionam durante o mesmo que o sistema de dessalinização. Além disso, a bomba sapo, responsável por levar a água do poço ao tanque de armazenamento, opera o mesmo período de tempo que as bombas anteriores, pois foi considerado que a vazão requerida

pelo processo é igual a fornecida pela mesma. Já a bomba de retro lavagem seria ligada apenas 5 minutos por dia, no intuito de fazer uma rápida limpeza do sistema. A capacidade de produção de água potável e os custos de investimento e produção podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Capacidade de produção e custo de investimento e produção para os dois sistemas propostos.

	Sistema 1	Sistema 2
Capacidade (L/h)	500,00	2.000,00
Compra da unidade e instalação (R\$)	21.000,00	36.000,00
Taxa de esgoto por ano (R\$)	16.992,00	33.984,00
Adequação da área de instalação (R\$)	2.000,00	
Limpeza química por ano (R\$)	600,00	
Mão-de-obra por ano (R\$)	1.200,00	
Troca de filtros por ano (R\$)	150,00	

Considerou-se que todo produto concentrado será utilizado em serviços diversos, irrigação de plantas e a fração remanescente poderá ser descartado no esgoto para um posterior tratamento do mesmo, feito pela própria concessionária de fornecimento de água, Cagepa, tendo como base que a concentração de sais nesta água não é suficiente para quaisquer danos aos sistemas

de tubulações e ainda servirá como meio de diluição para outros dejetos comumente descartados nas redes de esgoto como detergentes, desinfetantes, amaciantes, etc. Observe-se que para soluções com maiores concentrações de sais, um estudo mais detalhado poderá ser necessário antes do seu descarte na rede de esgoto. Em virtude deste serviço prestado, a tarifa mínima de esgoto é

cobrada, além da tarifa mínima de água (considerando que o serviço de prestação de água não foi cortado). O custo com manutenção consiste em uma limpeza química que objetiva evitar a diminuição da produtividade da membrana a partir da ocorrência da diminuição de sua área permeável a partir de incrustações e do acúmulo de sujeira e depósito de componentes orgânicos. A troca dos filtros foi realizada a cada quatro meses de forma a manter a eficiência da produção do sistema.

O estudo considerou uma quantidade de três pessoas por apartamento, estando de acordo com o censo demográfico de 2010 feito pelo IBGE para o estado da Paraíba. Além disso, segundo a Folha de São Paulo (2013), o consumo médio diário por pessoa para este estado foi de 139 L/dia, sendo nesse valor acrescido 10% para possíveis eventualidades e usos em comum como a irrigação de jardim, limpeza, banheiros, academia, salão de festa, etc.

Inicialmente, foi realizada uma estimativa de consumo de água dos os condôminos e seus respectivos custos antes do sistema de dessalinização, a partir dos valores cobrados para os serviços de água e esgoto fornecidos pela concessionária de abastecimento de água local (CAGEPA, 2016). Em seguida, este valor foi comparado com os custos de instalação e operação dos sistemas de dessalinização, considerando um período de depreciação de cinco anos. Para isso, fez-se o cálculo da depreciação considerando o Sistema Modificado de Recuperação Acelerada de Custos (MACRS), que utiliza o Balanço Duplo de Declínio (DDB), equação (1), e o método Linear (SL), equação (2) (TURTON *et al.*, 2009).

equação (1)

$$d_k^{DDB} = \frac{2}{n} \left( FCI - \sum_{j=0}^{j=k-1} d_j \right)$$

equação (2)

$$d_k^{SL} = \frac{\text{Capital não depreciado}}{\text{Tempo remanescente para depreciação}}$$

Onde  $d_k$  representa a depreciação no ano  $k$ ,  $n$  o período de depreciação, FCI o capital de investimento, que nesse trabalho consiste no

custo da compra da unidade e instalação do sistema de dessalinização, e  $d_j$  a depreciação do ano  $k-1$ . O capital não depreciado é a diferença do capital de investimento pelo valor de salvamento.

As equações (3) e (4) representam o Lucro Líquido e o Fluxo de Caixa após Impostos, respectivamente.

equação (3)

$$LL_{ai} = (R - COM_d - d_k)(1 - t)$$

equação (4)

$$FC_{ai} = (R - COM_d - d_k)(1 - t) + d_k$$

Onde,  $R$  é a receita,  $COM_d$  representa o Custo de Produção ou Custo de Manufatura,  $d_k$  a depreciação no ano  $k$  e  $t$  o valor de impostos sobre o lucro de venda do produto.

Posteriormente, identificaram-se os fatores de rentabilidade obtidos pelos investimentos. Dessa forma, foi determinado o Tempo de Recuperação do Capital (*Payback Period*), a partir da equação (5), a posição de caixa cumulativo (*Cumulative Cash Position - CCP*), isto é, o montante arrecadado pelo projeto no fim de sua vida, equação (6), e a taxa de retorno de investimento (ROROI), equação (7), que segundo TURTON *et al.* (2009), representa o quanto o projeto lucrou em relação ao capital fixo de investimento (FCI).

equação (5)

$$PBP = A + \frac{B}{C}$$

Onde,  $A$  – Último período com fluxo de caixa negativo,  $B$  – Valor do último fluxo de caixa negativo e  $C$  – Valor para o período seguinte do fluxo de caixa.

equação (6)

$$CCR = \frac{\text{Soma dos fluxos de caixa positivos}}{\text{Soma dos fluxos de caixas negativos}} \\ = 1 + \frac{CCP}{Land + WC + FCI}$$

Onde, CCR - Razão cumulativa de caixa para fins acumulativos, Land – Valor atribuído para a terra e WC – *Working Capital* (Capital de Giro) que nesse trabalho foi igual zero.

equação (7)

$$\text{ROROI} = \frac{\left( \frac{\text{Soma dos Fluxos de Caixa positivos} - \text{FCI}}{\text{Número de Anos de Atividade}} \right)}{\text{FCI}}$$

Segundo TURTON *et al.* (2009), esta taxa representa o quanto o projeto lucrou em relação ao capital fixo de investimento (FCI).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 SITUAÇÃO SEM SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO

A análise dos custos referentes ao abastecimento dos Sistemas 1 e 2 através da empresa distribuidora de água local, podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3. Custos de abastecimento para os Sistemas 1 e 2, sem o dessalinizador.

	Sistema 1	Sistema 2
Custo Total de água (R\$/ano)	16.997,04	33.994,07
Taxa de esgoto Total (R\$/ano)	13.581,56	27.163,11
Custo Total Cagepa sem dessalinizador (R\$/ano)	30.578,59	61.157,19

Após a instalação dos sistemas, espera-se que o único custo dos condomínios com a companhia de abastecimento seja referente a taxa mínima de água/esgoto. Logo, o custo mensal por apartamento, referente às taxas de água e esgoto fornecidas serão de R\$ 106,18 para ambos os sistemas.

#### 3.2 SITUAÇÃO COM SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO

De forma a atender a demanda requerida, foi estipulado um tempo de funcionamento do sistema de dessalinização de aproximadamente 22 e 11 horas diárias para os Sistemas 1 e 2, respectivamente. A partir destes dados foi possível a determinação dos custos energéticos, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Custos com energia elétrica dos sistemas de dessalinização.

	Sistema 1	Sistema 2
Energia Consumida (kwh/ano)	24345,12629	23475,89249
Taxa da concessionária de energia local (R\$/kwh)	0,43668	0,43668
Custo com energia (R\$/ano)	10631,02975	10251,45273
Imposto com ICMS (R\$/ano)	4.189,11	4.039,54
Imposto com PIS (R\$/ano)	124,12	119,69
Imposto com COFINS (R\$/ano)	570,96	550,57
Custo da energia + IMPOSTOS (R\$/ano)	<b>15.515,22</b>	<b>14.961,26</b>

Com relação as tarifas de água e esgoto, foram utilizadas nos cálculos as taxas mínimas, considerando que o serviço de prestação de água não foi cortado. Este valor seria de R\$ 59,00 por apartamento que corresponderá a um valor de R\$ 16.992,00 e

R\$ 33.984,00 ao ano para os Sistemas 1 e 2, respectivamente.

Por fim, foram definidos para os Sistemas 1 e 2 os custos de investimento, que correspondem aos custos iniciais do ano zero,

R\$ 21.000,00 e R\$ 36.000,00, respectivamente, e o custo de produção, R\$ 34.857,22 e R\$ 51.095,26, respectivamente. Este último corresponde a soma dos custos de mão-de-obra, manutenção, utilidades, adequação da área e tratamento de efluentes.

### 3. DEPRECIÇÃO

O Capital Total de Investimento do Sistema 1 é de R\$ 21.000,00 e do Sistema 2 é de R\$ 36.000,00. O valor de salvamento, que diz respeito ao valor do sistema de dessalinização avaliado no final da vida da planta, foi considerado como sendo zero, e dessa forma, a depreciação (D) para cada um dos sistemas corresponde ao mesmo valor do Capital Total de Investimento. Na Tabela 5, tem-se os resultados obtidos para a depreciação em MACRS.

Tabela 5. Resultado da depreciação pelo método MACRS.

Anos	Sistema 1			Sistema 2		
	dk(DDB)	dk(SL)	dk(MACRS)	dk(DDB)	dk(SL)	dk(MACRS)
0	0,00			0,00		
1	4.200,00		4.200,00	7.200,00		7.200,00
2	6.720,00	3.733,33	6.720,00	11.520,00	6.400,00	11.520,00
3	4.032,00	2.880,00	4.032,00	6.912,00	4.937,14	6.912,00
4	2.419,20	2.419,20	2.419,20	4.147,20	4.147,20	4.147,20
5	1.451,52	2.419,20	2.419,20	2.488,32	4.147,20	4.147,20
6	870,91	1.209,60	1.209,60	1.492,99	2.073,60	2.073,60
Somatório			R\$21.000,00			R\$36.000,00

### 4. LUCRO LÍQUIDO DE FLUXO DE CAIXA

A receita foi considerada como o valor pago pelos condôminos caso usassem o serviço de fornecimento de água e esgoto pela concessionária local, sendo este de R\$ 30.578,59 para o Sistema 1 e de R\$ 61.157,19 para o Sistema 2. O custo de

manufatura utilizando o Sistema 1 e o Sistema 2 foi de R\$ 34.657,22 e R\$ 51.095,2, respectivamente, e não foi considerada a cobrança de impostos, visto que o produto final será usufruído pelos moradores e não vendido. Desta forma, os gráficos obtidos para o Fluxo de Caixa Acumulado de ambos os sistemas são apresentados na *figura 3*.

Figura 3: Fluxo de Caixa após Impostos Acumulado.



Fonte: Autor do Trabalho.

Assim, o Fluxo de Caixa Acumulado mostra a inviabilidade econômica do investimento de instalação do sistema de dessalinização para o Sistema 1, visto que o prejuízo aumenta com o passar dos anos. Quanto ao Sistema 2, observa-se que a partir do ano 4, o fluxo de caixa acumulado assumiu valores positivos, indicando a possibilidade da viabilidade econômica da aquisição do sistema. Tal hipótese pode ser confirmada por meio da análise de rentabilidade para este sistema.

## 5. ANÁLISE DE RENTABILIDADE

Para o Sistema 2 o PBP foi de 3,78 anos, mostrando que o investimento de instalação do sistema de dessalinização é recuperado dentro de seu tempo de vida útil. A partir desse momento, obteve-se uma economia para os condôminos, quando comparado com a situação de estarem sendo abastecidos pela concessionária de água local. O valor calculado para o ROROI foi de 0,17, apontando que o investimento apresenta uma taxa de retorno de 17%. Quanto ao CCR, o valor resultante foi de 2,72, que, por ser maior do que 1, segundo Turton *et al.* (2009), indica

que este investimento é potencialmente lucrativo.

## 6. CONCLUSÃO

Analisando-se o Fluxo de Caixa Cumulativo, conclui-se que a instalação do sistema de dessalinização para o Sistema 2 apresenta viabilidade econômica, quando comparada com a situação de fornecimento da empresa local de abastecimento, diferentemente da instalação do sistema de dessalinização para o Sistema 1, que não apresentou viabilidade econômica. A análise de rentabilidade comprova a possibilidade de redução de gastos oferecida pelo Sistema 2, através da recuperação do capital de investimento em tempo hábil. Portanto, para o presente estudo de caso, a razão cumulativa de caixa (CCR), juntamente com a análise de rentabilidade, indicaram o Sistema 2 como melhor alternativa de investimento. Com esse resultado, confirma-se a possível utilização de sistemas de dessalinização como uma solução para a atual crise hídrica enfrentada, podendo ser alvo de interesse e investimento do poder público.

## REFERÊNCIAS

- [1] Aesa, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Monitoramento dos Volumes dos Açudes: Julho/2016. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaVolumesMensaisAnterior>. Acesso: 29 de julho de 2016.
- [2] Araújo, A. C. S. P. A. Contribuição para o Estudo da Viabilidade/Sustentabilidade da Dessalinização enquanto Técnica de Tratamento de Água. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e Universidade Nova de Lisboa. Lisboa – Portugal, 2013.
- [3] Cagepa, Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. Estrutura Tarifária/ Tabela serviços. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Estrutura-Tarif%C3%A1ria-2016-.pdf>. Acesso: 30 de julho de 2016.
- [4] Cerb, Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia. Manual de Dessalinizador - equipamento que transforma água salobra em potável. Disponível em: [http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/sala\\_de\\_imprensa/publicacoes/MANUAL%20DESSANILIZADOR\[1\].pdf](http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/sala_de_imprensa/publicacoes/MANUAL%20DESSANILIZADOR[1].pdf). Acesso: 12 de maio de 2016.
- [5] de Melo Cartaxo, J., Ferreira, W. B., da Silva, S. K., Pereira, M. L. F., da Silva, J. N., de

- Sousa Monteiro, G., & França, K. B. (2006). Avaliação de técnicas de pré-tratamentos de águas salobras para fins de dessalinização via osmose inversa. Águas Subterrâneas (2006).
- [6] Folha de São Paulo. Água no Brasil. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2015/01/118521-agua-no-brasil.shtml>. Acesso: 30 de julho de 2016.
- [7] G1 Paraíba. Açude de Boqueirão, na PB, atinge 10,9% do volume, pior nível da história. Disponível em: <http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/03/acu-de-de-boqueirao-na-pb-atinge-109-do-volume-pior-nivel-da-historia.html>. Acesso: 11 de maio de 2016.
- [8] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vamos conhecer o Brasil. Disponível em: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/familias-e-domicilios.html>. Acesso: 30 de julho de 2016.
- [9] Pbagora. CG tem reservatório limitado até 2017. Disponível em: <http://www.pbagora.com.br/conteudo.php?id=20160331053109&cat=paraiba&keys=cagepa-informa-tem-como-abastecer-campina-grande-somente-ate-fevereiro>. Acesso: 11 de maio de 2016.
- [10] Silva, D. A. C., Santos, E. B., Duarte, J. A. Utilização de osmose reversa para tratamento de águas. Revista e-f@tec, vol.3, n.1, 2013.
- [11] Silva, S. K. Sistema de dessalinização da comunidade de uruçú – são João do cariri - pb: análises, monitoramento e avaliação de um



misturador para o uso do concentrado. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – UFCG, 2008.

[12] Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B., Schaeiwitz, J. A. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. 2° Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

[13] Zago, C. A., Weise, A. D., Hornburg, R. A. A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. Anais do VI Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Brasil, 2009.

# CAPÍTULO 13

## ANALISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

*Douglas dos Anjos Rodrigues*

*André do Amaral Penteado Biscaro*

**Resumo:** No atual cenário de produção e consumo de energia elétrica é possível notar uma tendência de rápido aumento do consumo sem o mesmo investimento/crescimento da produção de energia, o que nos leva a crer em um novo cenário de racionamento, como os já vividos em anos anteriores. Para tanto, tem-se estudado e incentivado duas formas de sanar este problema eminente. Uma delas é o incentivo ao uso racional da energia, atrelado ao conceito de “eficiência energética”. A outra é a geração de energia de forma distribuída ou a cogeração. Estas últimas tiveram um grande avanço com a normativa da ANEEL Nº482 de 17 de Abril de 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências. Esta forma de gerar energia vem cada vez mais se expandindo, principalmente no que se refere a sistemas fotovoltaicos. Porém, um dos grandes empecilhos a esta tecnologia é o pouco conhecimento por parte da população em geral, além da ideia recorrente de ser um investimento de alto custo. No entanto, esta forma de geração de energia tem barateado de forma significativa nos últimos anos. Pouco tempo atrás parecia inviável colocar sistemas fotovoltaicos em operação, o que levou muitas pessoas a abandonarem o projeto de ter esta tecnologia em suas residências, mesmo antes de buscar o esclarecimento correto. Mostraremos aqui um pouco mais sobre a história desta tecnologia, seus princípios e qual a viabilidade econômica para a instalação destes sistemas na região norte de Mato Grosso, quanto tempo seria necessário para reaver o dinheiro investido e a economia no período de vida útil dos equipamentos utilizados.

**Palavra-chave:** Cogeração fotovoltaica, viabilidade econômica, eficiência energética, radiação solar, energia renovável.

## 1. INTRODUÇÃO

A célula fotovoltaica moderna, que é considerada mais eficiente e fortemente difundida, veio a partir de 1953. O desenvolvimento desta forma de produção de energia já possui mais de 176 anos e teve seu maior avanço apenas em meados do século XX com os avanços realizados devido ao efeito fotoelétrico apresentado por Albert Einstein em 1905, o advento da mecânica quântica, a teoria de bandas e a física dos semicondutores, bem como as técnicas de purificação e dopagem associadas ao desenvolvimento do transistor de silício [1]. Para entendermos um pouco mais sobre o efeito fotovoltaico temos que entender um pouco da história e seus desenvolvedores, pois este fenômeno não é tão recente como se pode parecer. Vemos um pouco desta história e avanço no trecho:

A história da primeira célula solar começou em março de 1953 quando Calvin Fuller, um químico do Bell Laboratories (Bell Labs), em Murray Hill, New Jersey, nos Estados Unidos da América, desenvolveu um processo de difusão para introduzir impurezas em cristais de silício, de modo a controlar as suas propriedades elétricas (um processo chamado “dopagem”). Fuller produziu uma barra de silício dopado com uma pequena concentração de gálio, que o torna condutor, sendo as cargas móveis positivas (e por isso é chamado silício do “tipo p”). Seguindo as instruções de Fuller, o físico Gerald Pearson, seu colega nos Bell Labs, mergulhou esta barra de silício dopado num banho quente de lítio, criando assim na superfície da barra uma zona com excesso de elétrons livres, portadores com carga negativa (e por isso chamado silício do “tipo n”). Na região onde o silício “tipo n” fica em contato com o silício “tipo p”, a “junção p-n”, surge um campo elétrico permanente [1].

A primeira célula solar foi formalmente apresentada na reunião anual da National Academy of Sciences, em Washington, e anunciada numa conferência de imprensa no dia 25 de Abril de 1954. No ano seguinte a célula de silício viu a sua primeira aplicação como fonte de alimentação de uma rede telefônica em Americus, na Geórgia, como se pode ver na Figura 1.

Figura 5: Primeira utilização de placas fotovoltaicas aplicadas a uma rede telefônica.



Fonte: [2]

Como nesta época também estava em evidência a corrida espacial, 1957 a 1975, e por verem que na época os custos de produção de sistemas assim eram muito elevados, teve-se início a utilização de painéis fotovoltaicos para fins espaciais. Assim se verificou sua eficiência e sua vida útil, bem superior às baterias até então utilizadas para este fim. Foi a partir deste uso que se deram vários avanços nesta tecnologia, tanto na forma de construção como em sua eficiência. Outro grande salto no interesse desta forma de energia e que teve impacto em seu desenvolvimento foi o pânico criado pela crise petrolífera de 1973, que levou a vários investimentos e estudos para se reduzir o custo de produção de células solares. Como resultado se teve a utilização do silício multicristalino ou policristalino, muito mais barato para se produzir em comparação com o monocristalino até então utilizado.

Já na década de noventa, com a constante preocupação ambiental e formas de se reduzir os impactos gerados por fontes poluentes, se deu o início de vários programas de incentivo a esta produção limpa, como os “telhados solares” na Alemanha (1990) e no Japão (1993). Ambos já superaram as metas iniciais e já se estabeleceram como formas viáveis,

representando uma participação cada vez maior da matriz energética destes países, além de outros que vem sendo implementados através de políticas governamentais de incentivo à produção.

Alguns exemplos de sucesso podem ser vistos ao redor do mundo. A exemplo disto se pode citar um aeroporto indiano que supre toda sua demanda de energia através de placas solares, em um sistema que utiliza uma área ociosa no entorno do mesmo, com um investimento na casa dos 10 milhões de dólares. No entanto, a expectativa é que o valor investido seja pago com a economia gerada em aproximadamente 5 anos. Este sistema foi implementado pela alemã Bosh, ganhadora da licitação. São 48.154 painéis fotovoltaicos sobre uma superfície de 20 hectares de terras que não tinham nenhum uso e que, hoje, gera cerca de 12 megawatts diários de energia, mais do que suficiente para que o aeroporto do estado sulista de Kerala seja autossuficiente em relação à energia elétrica [3].

No Brasil, o cenário para ampla utilização deste meio de produção de energia vem sendo trilhado aos poucos. Temos a inserção destes sistemas no programa luz para todos, em que o governo pretende atender uma parte da população através do acesso à eletricidade fotovoltaica. Alguns sistemas foram colocados em comunidades isoladas, pois eram mais fáceis de implantar do que estabelecer uma rede de transmissão para lugares isolados. Porém, estes sistemas utilizavam bancos de baterias que, por sua via útil baixa em comparação às placas, tinham que ser trocados constantemente. Não se

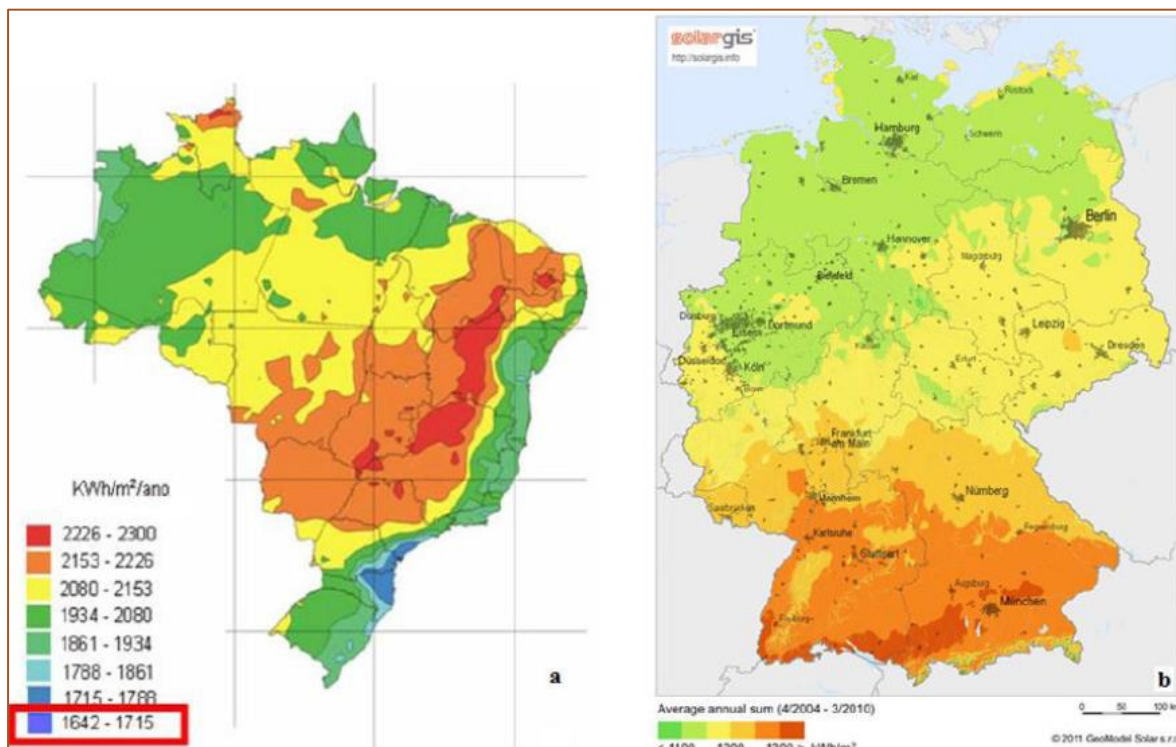
teve o uso massivo desta tecnologia devido ao alto custo dos componentes, uma vez que os equipamentos eram caros e, em sua totalidade, importados.

No entanto, com o aumento da preocupação ambiental, elevação das tarifas de energia elétrica e recorrentes apagões, muitas vezes precisando o país importar energia de países vizinhos, em conjunto com o barateamento dos sistemas fotovoltaicos devido à abertura de várias empresas do ramo e a normativa da ANEEL que regulamenta a cogeração no país [4], cada vez mais os estados têm incentivado essa produção através de isenção de impostos.

Como exemplo disto se tem São Paulo, que sai na frente no quesito estímulo fiscal às formas alternativas de energia através do Decreto nº 61.439/2015, que concede isenção de ICMS sobre a energia elétrica fornecida para microgeradores e minigeradores na quantidade correspondente à energia elétrica injetada na rede de distribuição [5]. Outros estados ainda fazem uma cobrança de ICMS, mesmo sobre a energia gerada, não levando em conta apenas o saldo energético de sistemas conectados à rede, o que tem levado muitos consumidores a entrarem na justiça frente a cobrança considerada por muitos como sendo abusiva.

Na Figura 2 apresenta-se um comparativo entre Brasil e Alemanha. A região menos ensolarada do Brasil apresenta índices solares em torno de 1.642 kWh/m<sup>2</sup>, valores este bem acima dos valores apresentados na área de maior incidência solar da Alemanha, a qual recebe cerca de 1.300 kWh/m<sup>2</sup> [7].

Figura 6: Irradiação solar (a) no Brasil e (b) na Alemanha.



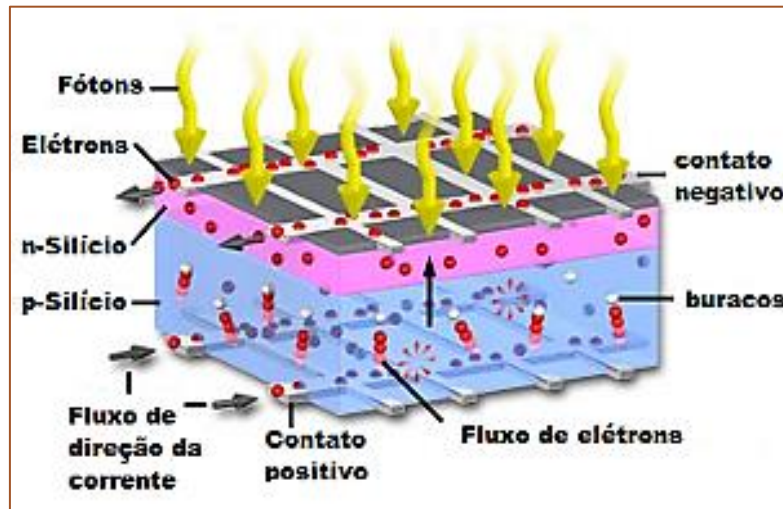
Fonte: [8]

O sistema ou kit para conexão à rede é composto de alguns equipamentos, sendo eles:

- Painéis fotovoltaicos: são os equipamentos mais importantes do sistema, tendo seu funcionamento exemplificado na Figura 3. Sua principal função é a conversão da energia solar em energia elétrica, produzindo uma corrente contínua (CC).
- Inversor de frequência: possibilita a conexão à rede. Tem como finalidade transformar a CC em corrente alternada (CA) de 60Hz para, então, lançar na rede. Seu número varia de acordo com a quantidade de painéis e potência instalados.
- Suportes, cabos e conectores: utilizados para a fixação dos painéis em telhados ou outras regiões. São, em sua maioria, específicos para utilização em sistemas fotovoltaicos.
- Medidor de energia: que passa a ter duplo sentido de medida, medindo tanto a energia que entra para residência, quando o sistema não está em funcionamento, quanto a energia gerada e lançada na rede de distribuição.



Figura 7: Esquema de funcionamento de uma célula fotovoltaica.

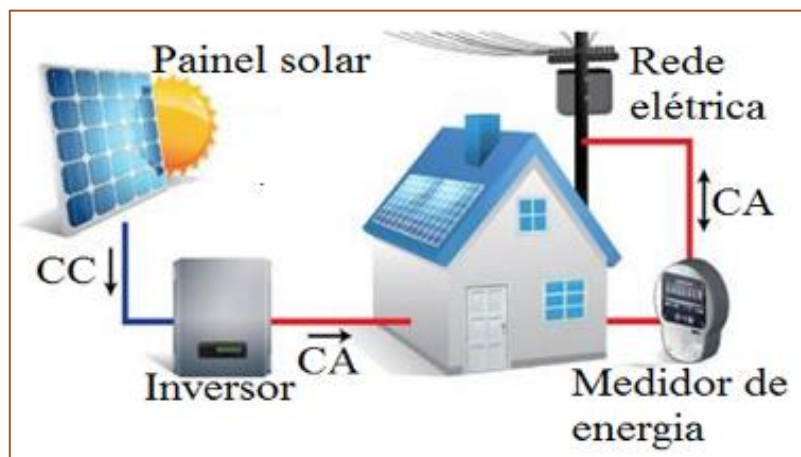


Fonte: [9]

O recente interesse de empresas em instalar fábricas de painéis no país, como vinculado na mídia recentemente, em que o grupo chinês BYD decidiu montar a primeira fábrica de painéis solares fotovoltaicos no Brasil tem contribuído para o barateamento desta tecnologia. O investimento previsto será de 150 milhões e a unidade de produção será instalada em Campinas, no interior de São

Paulo [6]. A implantação desta fábrica acarretará uma queda do valor dos equipamentos. As empresas estão apostando no alto potencial, frente a enorme quantidade de radiação solar que o Brasil possui em quase todas as suas regiões e períodos do ano. Na figura 4 apresenta-se o esquema simplificado de um sistema fotovoltaico conectado à rede.

Figura 8: Esquema de um sistema fotovoltaico conectado à rede.



Fonte: [10]

## 2. METODOLOGIA

Para o cálculo de consumo levaremos em conta os dados de consumo médio residencial para o estado de Mato Grosso, obtidos através do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2014 (ano base 2013) da Empresa de pesquisa energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia (MME) [11], que traz para o estado de Mato Grosso cerca de 194,6 kWh/mês. Este valor será utilizado para dimensionar o sistema fotovoltaico e também o consumo médio em reais de uma casa com esta demanda. Conforme consultado, o valor atual da tarifa de energia elétrica da concessionária local é de R\$ 0,4652/kWh, gerando um custo na casa de R\$ 90,53 reais por mês, apenas com o consumo, sem contar impostos e tarifas.

Como exemplo destas tarifas temos a contribuição de iluminação pública (CIP) que está atualmente na faixa de R\$ 5,62, além do “Programa de Integração Social” – PIS – e da “Contribuição para o Financiamento da

Seguridade Social” – COFINS, que são cobrados pela União e direcionados a programas sociais do Governo Federal. A alíquota média desses tributos varia de acordo com o volume de créditos apurados mensalmente pelas concessionárias. O PIS e o COFINS pagos sobre custos e despesas no mesmo período, tais como a energia adquirida para revenda ao consumidor, tiveram uma variação de junho de 2014 a janeiro de 2015, conforme mostrado na Tabela 1.

Também temos o acréscimo do “Imposto sobre “operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre prestações de Serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação” – ICMS – que varia de acordo com a faixa de consumo em kWh, estando entre 0% e 27%. No caso em questão o consumo de 196,4 kWh/mês tem como alíquota 17%.

Tabela 1. Valores de PIS e COFINS cobrados no estado de Mato Grosso.

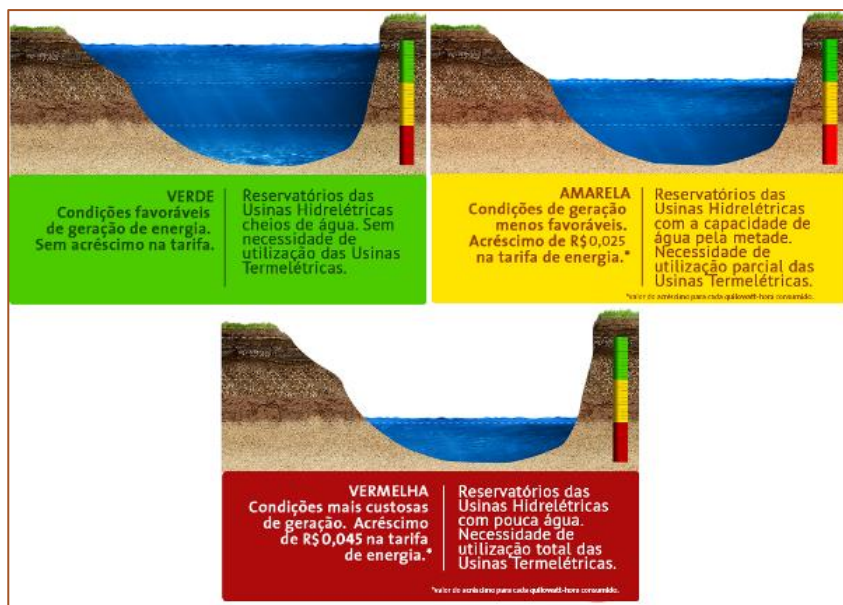
Ano	Mês	Alíquota PIS	Alíquota cofins
2014	Junho	0,98%	4,58%
2014	Julho	1,06%	4,90%
2014	Agosto	0,85%	3,84%
2014	Setembro	0,94%	4,31%
2014	Outubro	0,98%	4,55%
2014	Novembro	0,97%	4,52%
2014	Dezembro	0,79%	3,60%
2015	Janeiro	0,21%	0,93%
<b>MÉDIA</b>		<b>0,8475%</b>	<b>3,90375%</b>

Fonte: [12]

Se levarmos em conta o atual sistema de bandeiras para conta de energia, que leva em consideração o custo de produção da energia, para acréscimos na conta de acordo com a bandeira vigente no mês, conforme a Figura 5, levando-se em conta que de Abril a

Setembro deste ano tem-se tido a bandeira vermelha, vamos considerar um acréscimo mensal de R\$ 0,055 por kWh consumido, gerando uma conta média no valor de R\$ 132,64.

Figura 9: Sistema de bandeiras tarifárias (acréscimo no valor cobrado pelo kWh).

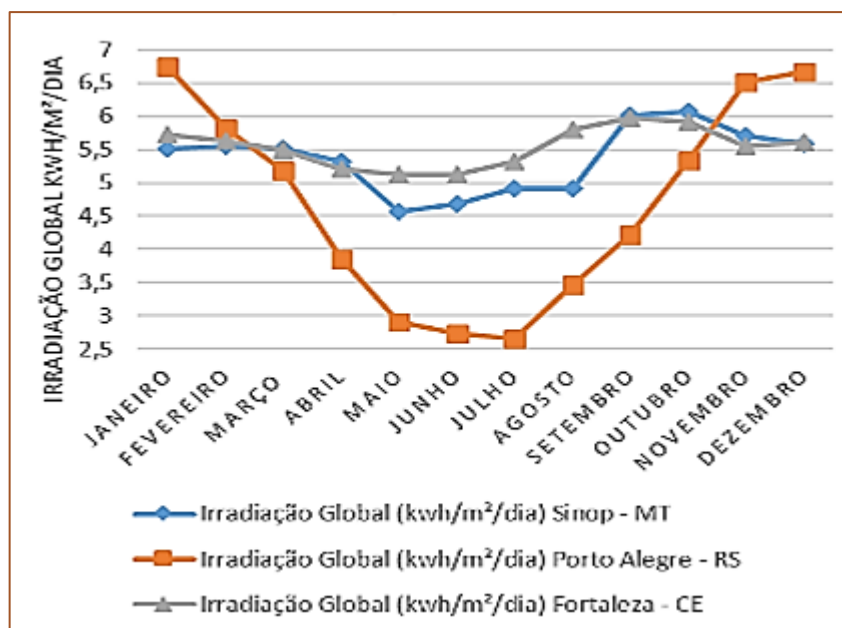


Fonte: [13]

Se tomarmos como base a irradiação média para a cidade de Sinop, no estado de Mato Grosso, em comparação com os maiores índices para o país, encontrados na região nordeste, verificamos que a produção dentro do estado seria próxima dos melhores valores

produzidos na região nordeste, o que traz como expectativa um bom percentual de produção para o estado (ver Figura 6). Os menores valores de irradiação solar são encontrados na região sul [13].

Figura 10: Comparativo de irradiação global em diferentes cidades do Brasil.



Fonte: [14]

Tomando como base estes valores e considerando que uma residência teria seu consumo mantido dentro desta média, poderíamos adquirir um dos vários kits encontrados a venda para instalação de sistemas conectados à rede já com todos os componentes necessários (Painéis solares, inversores de frequência, estrutura de fixação e cabos), conforme Tabela 2.

Estes kits possuem capacidade de produzir entre 185 a 215 kWh/mês. Neste caso, não estamos considerando a mão de obra de instalação ou manutenção dos equipamentos para os cálculos ora apresentados, que varia de acordo com a cidade em que o sistema for instalado.

Tabela 2. Comparativo entre empresas que comercializam kits fotovoltaicos.

Empresa	Valor em Reais
01	14.557,90
02	13.590,00
03	15.980,00
<b>Valor Médio</b>	<b>14.709,30</b>

Fonte: autor do trabalho.

Sendo assim, poderíamos produzir uma média de 200 kWh/mês, lembrando que este valor pode variar de acordo com a irradiação solar que tem seus meses de pico e de baixa. Porém, conseguiríamos facilmente suprir as necessidades desta residência hipotética, possibilitando ao seu morador pagar apenas a taxa mínima da concessionária de energia, que para Mato Grosso é cobrado atualmente por volta de R\$ 49,20, o equivalente a 50 kWh, acrescido da CIP, das tarifas e do sistema de bandeiras, que atualmente está na bandeira vermelha. Trazendo uma economia mensal estimada em R\$ 83,44, possibilitando assim o cálculo do tempo de retorno do investimento através da equação 1:

$$TM = VI / VEM \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

TM – Tempo médio para pagar o investimento (meses)

VI – Valor investido com o kit solar (R\$)

VEM – Valor médio economizado mensalmente (R\$/mês)

### 3. CONCLUSÃO

Levando-se em conta o caso acima citado, teremos a possibilidade de pagar o investimento inicial em 163 meses, aproximadamente 13,6 anos, para o caso da

empresa 02. Se levarmos em conta o tempo de vida útil dos painéis, de aproximadamente 25 anos, teremos a capacidade de economizar cerca de R\$ 11.431,24 neste período. Se levarmos em conta que, quanto mais esta tecnologia for utilizada e difundida, a tendência é de diminuir-se os custos com a mesma, isto nos levará a um ciclo de produção que possibilitará, a partir da economia gerada, não se investir mais dinheiro, uma vez que com o valor economizado será possível adquiri-los, tornando-se, assim, um investimento a longo prazo autossustentável.

Poderíamos ainda pensar nas vagas diretas e indiretas que surgiriam no mercado devido à necessidade de pessoas especializadas no assunto, fazendo disto uma nova forma de gerar empregos. Esta é também uma forma de estimular a sustentabilidade, pois teríamos casas autossustentáveis em energia e não haveria necessidade de acionamento de termoelétricas, que são grandes emissores de poluentes na atmosfera, ou usinas nucleares, contribuindo de forma significativa para o meio ambiente. Além de baratearmos os custos da energia, uma vez que sem o acionamento destes tipos mais poluentes e caros de geração a tendência seria a de voltarmos à bandeira verde de tarifaçã.

No entanto, vemos que muito temos que andar na direção desta forma limpa e sustentável e vemos que ainda falta muito interesse dos governos em promover, de

forma significativa, a disseminação desta tecnologia através de incentivos ou financiamentos próprios. Vemos também que alguns estados têm começado a ver com bons olhos esta forma de geração de energia, que esperamos que tenha vindo para ficar,

pois o essencial para esta forma de produção em nosso país tem de sobra, que é o Sol em abundância em todas as regiões e praticamente o ano inteiro, o que poderá fazer do Brasil um exemplo para o mundo em energia limpa e renovável.

## REFERÊNCIAS

- [1] Vallêra, António M. Brito, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. *Gazeta da Física*, 2006. Disponível em <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Data: 12 de setembro de 2015.
- [2] Instituto superior de técnico, Universidade Técnica de Lisboa (IST-UTL) Energia Solar. Breve história da energia solar. Disponível em <http://web.ist.utl.pt/palmira/solar.html>. Data 12 de setembro de 2015.
- [3] Exame.com. Conheça o 1º aeroporto que funciona só com energia solar. Disponível em <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/conheca-o-1o-aeroporto-que-funciona-so-com-energia-solar>. Data: 12 de setembro de 2015.
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Normativa Nº482 de 17 de Abril de 2012 que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.
- [5] Governo do Estado de São Paulo. Decreto n. 61.439/2015, 20 de agosto de 2015. Concede isenção de ICMS sobre a energia elétrica fornecida para microgeradores e minigeradores na quantidade correspondente à energia elétrica injetada na rede de distribuição.
- [6] Ambiente Energia. Brasil ganhará fábrica de painéis fotovoltaicos. Disponível em <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2015/05/brasil-ganhara-primeira-fabrica-de-paineis-solares-fotovoltaicos/26278>. Data: 11 de setembro de 2015.
- [7] Salamoni, Isabel; Rüter, Ricardo. Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede. *IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído*. Ouro Preto, 2007.
- [8] Geomodel solar. Maps of Global horizontal irradiation (GHI). 2011. Disponível em: <http://solargis.info/doc/71>. Data: 13 de setembro de 2015.
- [9] Enersol. Green Energy – How Solar Panel Works. Disponível em: <https://enersol.wordpress.com/tag/electric-current/>. Data: 06 de setembro de 2015.
- [10] Real-Watt. Conectados à rede (on grid). Disponível em: <http://www.real-watt.com.br/como-funciona.php>. Data: 06 de setembro de 2015.
- [11] Empresa de pesquisa energética (EPE) Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2014 ano base 2013. Disponível em <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202014.pdf>. Data: 11 de setembro de 2015.
- [12] Disponível em: <http://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/impostos-outros-encargos.aspx>. Data 02 de julho de 2015.
- [13] Disponível em: <http://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/bandeiras-tarifarias.aspx>. Data: 02 de julho de 2015
- [14] Atlas solarimétrico do Brasil. Fornecido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPTEL / Eletrobrás, 2001. Disponível em: <http://www.americadosol.org/atlas-solar/>. Data: 07 de julho de 2015



# CAPÍTULO 14

## APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ÁGUAS CINZAS NO AMBIENTE DOMÉSTICO

*Sebastião Tomas Carvalho*

*Gabriela Soares Pereira*

*Vanessa Silva de Oliveira*

*Milton Edgar Pereira Flores*

**Resumo:** O sistema de captação de águas pluviais é uma alternativa para a escassez de água e conservação de mananciais, assim como, Áreas Alagadas Construídas (AAC) podem ser eficazes para tratar fontes pontuais e difusas de poluição hídrica em residências e permitir o seu reuso. Avaliou-se o desempenho de um sistema integrado de aproveitamento de águas pluviais e águas cinzas tratadas por sistema de Áreas Alagadas Construídas (AAC) vegetadas com capim vetiver e complementadas com filtros de carvão ativado. Os resultados do tratamento das águas cinzas evidenciaram melhorias significativas na qualidade final da água, permitindo a complementação ao volume de água pluvial para atender as necessidades de reuso da residência, particularmente nos meses de seca. A integração dos sistemas proporcionou a economia hídrica na residência de até 79% do volume consumido antes da implantação dos sistemas, e uma economia de 67% no valor da tarifa de consumo de água potável e tratamento de esgoto. Os sistemas propiciaram benefícios econômicos, ambientais e paisagísticos à residência.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Oliveira et al (2007) a água é, sem dúvida, o principal insumo a ser considerado no desenvolvimento socioeconômico das nações. Além disso, Tundisi, J. e Tundisi, T. (2008) afirmam que ela é um recurso de vital importância para a manutenção e sobrevivência de todos os seres vivos do planeta. Em termos globais, a quantidade de água disponível é superior ao total consumido pela população.

No entanto, a distribuição deste recurso é desigual nas diversas regiões do planeta e em geral não é diretamente proporcional às necessidades. Estudos demonstram que na maior parte da Terra há déficit de recursos hídricos e isso ocorre porque há predominância da evaporação potencial sobre a precipitação (ARAÚJO, 1988; BRASIL, 2004; COELHO, 2004).

Para Lima (2005) o problema da escassez de água no planeta pode ser justificado por dois fatores: a gestão deficiente combinada com a má distribuição dos recursos hídricos, sendo o primeiro fator devido ao homem e o segundo a natureza. Estudos mostram que onde existe uma densidade populacional baixa há muita água disponível, e onde existe uma densidade populacional alta, há pouca água disponível. Pode-se citar a Região Sudeste do Brasil, que possui uma população correspondente a 43% do total do país e dispõe de uma potencialidade hídrica estimada em apenas 6% (GHISI, 2006).

Em busca de tecnologias limpas, o reuso da água é uma alternativa viável tanto para indústrias como para o uso doméstico, esse também é um meio de economizar os recursos hídricos, conservando aqueles já disponíveis (OLIVEIRA, SILVA E CARNEIRO, 2013).

Ainda de acordo com os autores Oliveira, Silva e Carneiro (2013) os benefícios ambientais, econômicos e sociais de se fazer reuso e economia de água são vários, tais como: reduzir o lançamento de efluentes em cursos d'água, possibilitando uma melhoria na qualidade das águas, redução de captação de águas superficiais e subterrâneas preservando este recurso, aumento da disponibilidade de água potável e mudanças nos padrões de produção e consumo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar um sistema de captação de água pluvial, bem como, um sistema de tratamento de águas cinza através de áreas alagadas construídas (AAC). Além disso, pretende-se analisar a eficiência do tratamento, através de análises físico-químicas do efluente antes e após

o tratamento e demonstrar a economia do consumo de água na residência onde foram implantados esses sistemas de aproveitamento de água.

## 2. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVAS

Segundo Schistek (2001) construir reservatórios de armazenamento de água da chuva é uma tradição antiga em regiões áridas ou semiáridas do Velho Mundo, como no Médio Oriente e na Ásia, onde a captação de água de chuva para o abastecimento humano faz parte do acervo cultural dos povos há milhares de anos.

O aproveitamento de águas pluviais aparece como um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos capaz de proporcionar conservação, economia e contribuir para a diminuição de picos de enchentes em regiões muito impermeabilizadas (TOMAZ, 2003). Segundo Costa et. al (2006) o sistema de captação de águas pluviais é uma das alternativas para a redução da escassez de água e conservação das águas dos mananciais.

Segundo Fewkes (1999) para regiões com períodos chuvosos frequentes e bem distribuídos durante todo o ano, o sistema de aproveitamento de água de chuva é viável. Em regiões com períodos prolongados de estiagem a adoção desse sistema demanda a implantação de caixas para reservação com dimensões maiores, o que torna o sistema mais caro. Nesse caso, é aconselhada a adoção de um sistema integrado de aproveitamento de água de chuva e de reuso de efluentes domésticos, de forma a tornar o sistema funcional durante todo o ano, aumentando assim, seu potencial de sustentabilidade.

## 3. REUSO DE ÁGUAS CINZA

Águas cinza são águas oriundas de processos domésticos como chuveiros, pias e lavanderias (SILVA et al., 2010). De acordo com Leal et al. (2007), a água cinza apresenta grande potencial de reuso, pois representa cerca de 70% do esgoto doméstico e baixa concentração de poluentes se comparado ao esgoto doméstico combinado. Além disso, pode ser adequada para diferentes tipos de reuso requerendo, assim, tratamentos distintos convenientes com a aplicação final da mesma.

Áreas Alagadas Construídas (AAC) podem ser consideradas a alternativa ecológica mais comum para tratamento de água cinza em nível

domiciliar ou pequenas comunidades (PAULO et al., 2009).

AAC constituem-se de canais preenchidos por meio poroso com alta condutividade hidráulica (usualmente cascalho, areia grossa ou brita), o qual dá suporte ao crescimento de macrófitas e de biofilme, além do fundamental papel de atuar como filtro para alguns poluentes. Elas podem ser classificadas de acordo com o fluxo (vertical ou horizontal), o qual ainda é dividido em fluxo superficial (FS) e subsuperficial (FSS) (USEPA, 2000).

As remoções ocorrem principalmente através da filtração e da depuração da matéria orgânica por microrganismos formadores do biofilme aderido ao substrato presente no sistema (Olijnyk et al., 2007). As técnicas de construção são utilizadas de acordo com a característica do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de poluentes, da área disponível e do interesse paisagístico (SALATI, 2003).

Segundo Arias e Brix (2003) as AAC se destacam pela alta eficiência e o baixo custo de implantação, além de uma melhoria na qualidade ambiental, efeito paisagístico, criação e restauração de nichos ecológicos e uma grande produção de biomassa, que pode depois ser usada como alimento para animais e na produção de energia e de produtos artesanais, criando, assim, uma perspectiva de geração de renda.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi construído e instalado em uma residência situada geograficamente no bairro Ana Rita, na cidade de Timóteo, estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil.

Foram instalados dois sistemas, o de captação da água pluvial e o sistema de tratamento de águas cinza, sendo em comum o reservatório final de armazenamento e distribuição da água para aproveitamento. A captação da água pluvial se iniciou em 20 de dezembro de 2014 com uma área de coleta de 200 m<sup>2</sup> de telhado e sistema de condução por calha até o reservatório final com capacidade de 5.000 litros, localizado na parte mais baixa do terreno. Tomou-se o cuidado de eliminar o primeiro milímetro de chuva por meio de um sedimentador-dreno (Figura 1), para que ocorresse a limpeza das impurezas do telhado.

Figura 1: Sistema sedimentador-dreno para descarte dos primeiros milímetros de chuva que carregam as impurezas do telhado.



Fonte: Os autores, 2015.

O sistema de tratamento de águas cinza se inicia com a coleta do efluente proveniente dos chuveiros, das pias e da lavanderia. Estas águas são direcionadas, através de tubulações, para uma caixa de 250 litros, que funciona como uma caixa reguladora do fluxo e serve também para a separação de sólidos. Desta caixa sai uma tubulação de 19 mm que direciona o efluente para o sistema de tratamento AAC de fluxo horizontal e escoamento subsuperficial. Para evitar a proliferação de mosquitos *Aedes aegypti*, causador da dengue e da febre chikungunya, optou pelo sistema AAC de fluxo subsuperficial e por reservatórios hermeticamente fechados.

O sistema de AAC (Figura 2) foi implantado em 18 de novembro em um tanque com dimensões de 2,5 metros de comprimento, 0,95 metros de largura e 1 metro de profundidade. O mesmo foi preenchido com brita número 1 e foi vegetado com a planta *Vetiveria zizanioides* conhecida popularmente como Capim Vetiver, que contribui com a extração de poluentes disponíveis no efluente para sua nutrição.

Figura 2: Sistema de tratamento AAC de fluxo horizontal e escoamento subsuperficial.



Fonte: Os autores, 2015.

Para polimento da água tratada por AAC, em julho de 2015 foi incorporado na saída do sistema AAC, filtros de carvão ativado (Figura 3), construídos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 60 cm de comprimento, montados de maneira independente um do outro. Para facilitar o manuseio e substituição do elemento filtrante, foi desenvolvido um sistema de refil, que pode ser facilmente substituído quando necessário. A capacidade do carvão de adsorver íons e bactérias é amplamente comprovada (Metcalf e Eddy, 2003).

Figura 3: Sistema de filtros de carvão ativado.



Fonte: Os autores, 2015.

O efluente tratado é encaminhado por gravidade até o mesmo reservatório utilizado para captação de água pluvial (Figura 4) onde se mistura com a água pluvial captada. Todo este processo é realizado por gravidade. O efluente tratado foi misturado à água pluvial em meados de julho de 2015, quando o sistema atingiu estabilidade no tratamento. O uso dessa água coincidiu com o período de estiagem e serviu para suprir a falta de água pluvial e manter o abastecimento de água reciclada para a residência.

Figura 4: Reservatório hermético para armazenamento de águas cinza tratada e pluvial



Fonte: Os autores, 2015.

A água pluvial coletada pelo sistema de captação e a água cinza tratada foram aproveitadas nas bacias sanitárias e na irrigação de plantas, jardim e horta da residência.

Para a utilização das águas de reuso nas bacias sanitárias, foi realizado o bombeamento da água do reservatório de 5.000 litros para uma caixa de 1.000 litros localizada na laje da casa, onde foram instaladas tubulações independentes para este fim. A Figura 5 apresenta o desenho esquemático de todo o sistema implantado.



Figura 5: Desenho do sistema de utilização de águas pluviais e reuso de águas cinza.



Fonte: Os autores, 2015.

Para avaliação da eficiência do tratamento das águas cinza foram realizadas coletas de amostras e análises laboratoriais de rotina do afluente e efluente do sistema de áreas alagadas construídas, em laboratório certificado pela norma ISO 17.025. As coletas foram realizadas nos dias 02 de dezembro de 2014, 23 de março de 2015 e 08 de julho de 2015, quando nessa última os filtros já haviam sido implantados. Os parâmetros avaliados foram: pH, Condutividade, Turbidez, Sólidos Suspensos Totais (SST), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), N e P Totais.

Com base nos dados de precipitação do município de Timóteo, fornecidos pelo Instituto

Nacional de Meteorologia (INMET), foi estimado o volume potencial de coleta de água pluvial da residência. Ainda, foram analisadas as contas de água da residência dos períodos anterior e posterior à implantação dos sistemas para avaliação da economia gerada na residência.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise laboratorial das amostras de entrada e saída do sistema de tratamento de águas cinza em AAC, gerou-se a Tabela 1, a seguir, apresentando dados das amostras coletadas em 02/12/2014.

Tabela 1. Resultado das análises laboratoriais das amostras do sistema de AAC em 02/12/2014.

	pH	Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )	DBO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )	N (mg $\text{NH}_3/\text{L}$ )	P Total (mg P /L)
Entrada	6,30	280,5	168,0	99,0	508	196	0,59	1,34
Saída	6,77	721	46,7	28,5	463	361	1,29	1,17

A eficiência de remoção do sistema na data de 02/12/2014 foi calculada e está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Eficiência de remoção (%) do sistema de AAC em 02/12/2014.

	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )	DBO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )	Nitrogênio (mg $\text{NH}_3/\text{L}$ )	Fósforo (mg P/L)
Eficiência (%)	72,22	71,20	8,90	-	-	12,70



Já com os dados da análise laboratorial das amostras de entrada e saída do sistema de tratamento de águas cinza em AAC coletadas no dia 23/03/2015, gerou-se a Tabela 3.

A eficiência de remoção do sistema no dia 23/03/2015 foi calculada e está apresentado na Tabela 4.

Tabela 3. Resultado das análises laboratoriais das amostras do sistema de AAC em 23/03/2015.

	pH	Cond. (µS/cm)	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	Nitrogênio (mg NH <sub>3</sub> /L)	Fósforo (mgP/L)
Entrada	4,72	273	195	55,8	818	358	0,35	0,75
Saída	7,25	704	48,3	20,6	158	62	1,78	0,38

Tabela 4. Eficiência (%) de remoção do sistema de AAC em 23/03/2015.

	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	Nitrogênio (mgNH <sub>3</sub> /L)	Fósforo (mgP/L)
Eficiência (%)	75,20	63,10	80,70	82,70	-	49,30

O desempenho da AAC mostrou diminuição nos valores de turbidez, SST, DQO e P total e incremento do pH, Condutividade elétrica, DBO e N no afluente.

Os resultados sugerem que o efluente tinha uma natureza mais ácida, com valores de 6,30 e 4,72 de potencial hidrogeniônico. O efeito do tratamento sobre o pH foi significativo, elevando o parâmetro para 6,77 em dezembro de 2014 e para 7,25 em março de 2015. Esses resultados corroboram com Gschlöbl et al. (1998), que verificaram que sistemas de áreas alagadas tendem a levar o pH do efluente para a neutralidade.

A condutividade elétrica foi elevada. A condutividade elétrica está diretamente ligada à presença de íons dissolvidos, o que pode estar indicando que houve uma concentração de sais no sistema. O afluente é proveniente de águas de pias e lavanderia, o que explica a presença de sólidos suspensos, e ao passar pelo tratamento com AAC, os sólidos suspensos estão tendo remoção através de processos físicos, mas ao mesmo tempo, pode estar havendo uma dissolução dos sólidos, provocando o aumento dos sólidos dissolvidos e conseqüentemente da condutividade elétrica.

A turbidez, ou a capacidade da água em absorver luz (VON SPERLING, 1996), foi reduzida na saída do tratamento em 72,22 e 75,2 % nos dois dias de análise. Os sistemas de tratamento por áreas alagadas construídas são bastante

eficientes na remoção de sólidos em suspensão (SST) e conseqüentemente da turbidez. A redução desses valores nesses sistemas se deve especialmente a processos físicos que retêm colóides e partículas milimétricas contidas nos efluentes. O desenvolvimento do sistema de raízes das plantas, aliado ao tempo de detenção, é fundamental no processo de retenção das partículas. O desenvolvimento das raízes no meio também estabilizou o leito evitando a formação de caminhos preferenciais de fluxo, e reduziu o teor de SST em 71,2 e 63,1 %. (GSCHLÖBL et al., 1998; NERALLA et al., 2000; CAMPOS et al., 2002; SOLANO et al., 2004).

O sistema apresentou eficiência maior para DQO e para a DBO na amostragem de março quando o sistema estava mais consolidado. Na primeira amostragem em 02/12 /14 a eficiência foi menor em relação à DQO e houve um incremento da DBO.

O fósforo presente nas águas residuárias, quer seja na forma iônica ou complexada, encontra-se, geralmente, como fosfato e sua remoção por disposição dos esgotos em áreas alagadas é controlada pelos processos biótico e abiótico (REDDY e D'ANGELO, 1997). Esses efeitos foram satisfatórios na redução do teor de fósforo em até 49,3%, na segunda análise. A remoção de fósforo se deve principalmente a precipitação das formas solúveis com metais como ferro e alumínio principalmente (MERZ, 2000), e adsorção de partículas ao material constituinte do

leito, como argila, silte, pedras, entre outros (DRIZO et al., 1997 e MERZ, 2000).

Em relação ao nitrogênio foi observado um incremento na saída do tratamento. Os dados apresentados mostraram que o abastecimento de oxigênio no leito pode ter sido insuficiente ou não bem distribuído, pois, vários trabalhos reportam a nitrificação/desnitrificação como sendo uma das principais vias de recuperação

de nitrogênio dos esgotos em áreas alagadas construídas de fluxo superficial e subsuperficial (MCBRIDE e TANNER, 2000; TANNER et al., 2002).

No dia 08/07/2015 foi realizada uma análise para avaliar a eficiência dos filtros de carvão ativados instalados no sistema que resultou nos dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado das análises laboratoriais das amostras do sistema de filtros de carvão ativado em 08/07/2015.

	pH	Cond. (µS/cm)	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	Nitrogênio (mgNH <sub>3</sub> /L)	Fósforo (mgP/L)
Entrada	6,15	542	249	176	448	433	7,06	2,05
Saída	7,02	813	4,5	7	37	28	1,45	0,69

A incorporação de filtros de carvão ativado ao sistema de tratamento por áreas alagadas construídas gerou um aumento da eficiência de

remoção desse sistema (Tabela 6), conforme mostram as amostras coletadas no dia 08/07/2015.

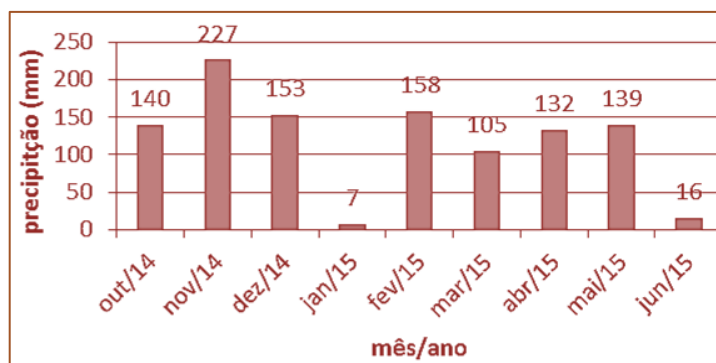
Tabela 6. Eficiência (%) de remoção do sistema de filtros de carvão ativado em 08/07/2015.

	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	Nitrogênio (mgNH <sub>3</sub> /L)	Fósforo (mgP/L)
Eficiência (%)	98,19	96,02	91,74	93,53	79,46	66,34

Quanto à captação pluvial, o volume potencial de água pluvial coletada na residência variou conforme a precipitação registrada no mês. A Figura 6, a seguir, apresenta dados da precipitação do período de outubro de 2014 a junho de 2015 no município de Timóteo.

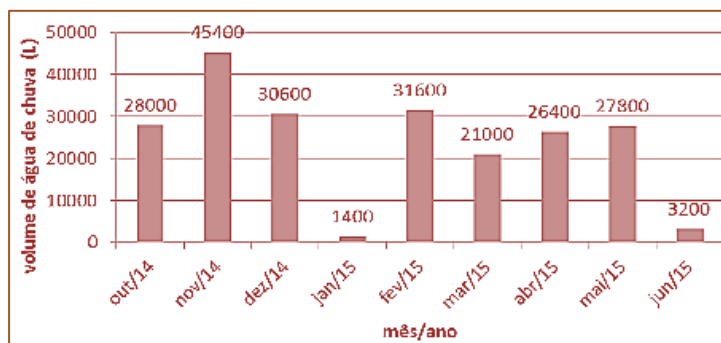
A figura 7 demonstra a capacidade de captação de água de chuva de uma única residência com área do telhado de 200 m<sup>2</sup>, na região de estudo.

Figura 6: Dados de precipitação do município de Timóteo no período de outubro de 2014 a junho de 2015.



Fonte: INMET, 2015

Figura 7: Dados de volume de águas pluviais captadas pelo telhado da residência em estudo.



Fonte: Os autores, 2015.

As águas coletadas e tratadas nos sistema permitiram redução significativa nos valores de consumo de água (Tabela 7) e das tarifas de cobrança da concessionária, verificando-se o

benefício econômico, e melhoria da qualidade ambiental e paisagística das áreas verdes da residência.

Tabela 7. Volume de água da concessionária de água consumido referente aos meses de novembro de 2014 a abril de 2015.

Mês	Conta referente a novembro 2014	Conta referente a dezembro 2014	Conta referente a janeiro 2015	Conta referente a fevereiro 2015	Conta referente a março 2015	Conta referente a abril 2015	Conta referente a maio 2015
Volume(m³)	14	13	14	9	3	5	6

Analisando-se os dados de volume de água consumida fornecida pela concessionária pode constatar que houve uma redução significativa a partir do no mês de fevereiro de 2015. Apesar da coleta de água pluvial ter iniciado em 20 de dezembro de 2014, os volumes captados não foram suficientes para suprir a demanda de consumo em função da baixa precipitação registrada no final de dezembro de 2014 e em todo mês de janeiro de 2015.

A redução de consumo de água fornecido pela concessionária atingiu aproximadamente 79% de

economia no mês de março de 2015 com relação a Janeiro do mesmo ano. Além da redução do consumo de água, houve ganhos financeiros significativos na conta de água da residência, conforme Figuras 8 e 9. Em novembro de 2014, antes da implantação do sistema, a conta de água e esgoto foi de R\$ 73,61, já a conta referente ao mês de maio de 2015 foi reduzida a um valor de R\$ 24,32. Em termos monetários registrou-se economia entre de 67%.

Figura 8: Valor da fatura referente aos serviços de água e esgoto antes da implantação do sistema

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS / LANÇAMENTOS	
ABASTECIMENTO DE AGUA	43,01
ESGOTO DINAMICO COM COLETA - EDC	24,01
COBRANCA PELO USO DE RECURSOS HIDRICOS - AGUA	1,59
TRIBUTOS INCIDENTES SOBRE O FATURAMENTO: PIS/COFINS - VALOR: R\$5,00	
<b>VENCIMENTO</b>	<b>TOTAL A PAGAR</b>
30/11/2014	++++R\$73,61

Fonte: Nota Fiscal/ fatura de serviços COPASA MG.

Figura 9: Valor da fatura referente aos serviços de água e esgoto após a implantação do sistema.

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS / LANÇAMENTOS	
ABASTECIMENTO DE AGUA	15,94
ESGOTO DINAMICO COM COLETA - EDC	7,97
COBRANCA PELO USO DE RECURSOS HIDRICOS - AGUA	0,41
TRIBUTOS INCIDENTES SOBRE O FATURAMENTO: PIS/COFINS - VALOR: R\$1,71(VIDE NOTA 1 NO VERSO)	
<b>VENCIMENTO</b>	<b>TOTAL A PAGAR</b>
29/06/2015	*****R\$24,32

Fonte: Nota Fiscal/ fatura de serviços COPASA MG.

## 6. CONCLUSÃO

Conclui-se com esse trabalho que existem alternativas eficazes para a promoção da redução de impactos no meio ambiente através do reuso de águas cinza e aproveitamento de água de chuva, pois, contribui com a economia da residência, diminui a incidência de falta de água nas residências, e sobre tudo reduz a pressão sobre os sistemas públicos de abastecimento de água e tratamento de esgoto doméstico. Ainda, evita-se que um maior volume de água escoe superficialmente pelas vias impermeabilizadas gerando enchentes.

O sistema de tratamento de águas cinza por áreas alagadas construídas (AAC) complementado com filtros de carvão ativado se mostrou eficiente na produção de um efluente mais compatível com os usos que foram propostos, como irrigação de plantas, uso nas bacias sanitárias e afins.

O Vetiveria zizanioides mostrou potencialidade para tratamento de efluentes domésticos no sistema AAC, integrando ao ambiente residencial um melhor paisagismo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Campos, J.C.; Ferreira, J.A.; Mannarino, C.F.; Silva, H.R.; Borba, S.M.P. Tratamento do chorume do aterro sanitário de Pirai (RJ) utilizando AAC. In: *VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Anais, Vitória-ES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.
- [2] Drizo, A.; Frost, C. A.; Smith, K. A.; Grace, J. Phosphate and ammonium removal by constructed AAC with horizontal subsurface flow, using shale as a substrate. *Water Science and Technology*, 35, (5), 95 – 102, 1997.
- [3] Gschlöbl, T.; Steinmann, C.; Schleyden, P.; Melzer, A. Constructed AAC for effluent polishing of lagoons. *Water Research*, 32, (9): 2639 – 2645, 1998.
- [4] McBride, G. B.; Tanner, C. C. Modelling biofilm nitrogen transformations in constructed AAC mesocosms with fluctuating water levels. *Ecological Engineering*. 14 (93) – 106 - 113, 2000.
- [5] Merz, S. K. Guidelines for Using Free Water Surface Constructed AAC to Treat Municipal Sewage. Department of Natural Resources, Queensland, Australy, 2000.
- [6] METCAF e EDDY, *Wastewater Engineering: treatment and Reuse*, 4ª. Ed, Tchobanoglous, G.,
- [7] Burton, F L., Stensel, D. Metcalf e Eddy, Inc., Mcgraw Hill, 1819 p., 2003.
- [8] Neralla, S.; Weaver, R. W.; Lesikar, B. J.; Persyn, R. A. Improvement of domestic wastewater quality by subsurface flow constructed AAC. *Bioresource Technology* 75. (19-25). 2000.
- [9] Reddy, K.R.; D'Angelo, E.M. Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed AAC. *Water Science Technology*, 35, (5): 1 – 10. 1997.
- [10] Solano, M. L.; Soriano, P.; Ciria, M. P. Constructed wetlands as a sustainable solution for wastewater treatment in small villages. *Biosystems Engineering*, 87. (1). 109-118. 2004.
- [11] Tanner, C. C.; Kadlec, R. H.; Gibbs, M. M.; Sukias, J. P.S.; Nguyen, M. L. Nitrogen processing gradients in subsurface-flow treatment wetland - influence of wastewater characteristics. *Ecological Engineering*, 18: 499 – 520, 2002.
- [12] Von Sperling, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Departamento de Engenharia sanitária e Ambiental – UFMG. 1996.



# CAPÍTULO 15

## RECUPERAÇÃO E REVITALIZAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO CÓRREGO DAS ACÁCIAS - PARQUE GENTIL DINIZ, CONTAGEM-MG

*Kelvin Nunes Vianini*

*Ana Elisa Rocha Rios*

*Gabriela Oliveira*

**Resumo :**As Áreas de Preservação Permanente (APP) em zona urbana enfrentam vários dilemas para manter o equilíbrio ecológico. Neste trabalho foi analisada a vulnerabilidade de um trecho de APP em mata ciliar e aplicaram-se técnicas de recuperação de áreas degradadas para recuperação do local. A área degradada em questão encontra-se no Parque Municipal Gentil Diniz às margens do córrego das Acácias no município de Contagem – MG e apesar de existir um banco de sementes próximo, foi feita a incorporação das espécies arbóreas Sangra d'água (*Crotonurucurana*Baill) e Ipêbranco (*Handroanthus roseo-albus*) para acelerar o processo de regeneração natural. As mudas apresentaram um bom desenvolvimento por serem nativas, mas por se tratar de um processo lento e gradual o resultado final é obtido ao longo dos meses. Pesquisas similares apresentaram resultados satisfatórios, e com isso, nota-se a relevância dos estudos para recuperação do ecossistema de mata ciliar por serem responsáveis pela proteção dos cursos d'água. Salienta-se também a importância de conectar a população urbana à natureza de forma harmoniosa.

**Palavra-Chave:** Recuperação de APP, áreas degradadas, planejamento ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas cidades foram formadas às margens dos rios, degradando essas áreas e eliminando toda, ou grande parte da vegetação ciliar, denominada de Área de Preservação Permanente (APP). Essa intervenção humana, proibida pela legislação federal, causa uma série de danos ambientais, uma vez que as matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos além de desenvolver condições propícias à infiltração (COSTA et. al., 2004).

As APP's representam as margens de rios, cursos d'água, lagos, lagoas e reservatórios, topos de morros e encostas com declividade elevada, cobertos ou não por vegetação nativa. Tem como finalidade conter a erosão do solo, proteger várzeas, proteger sítios, abrigar exemplares de fauna e flora ameaçados de extinção e assegurar o bem-estar público.

Por se tratar, portanto, de uma área protegida, a APP é caracterizada pela Lei 12.651/12 (Código Florestal) artigo 3º como:

**Art. 3º Para os efeitos desta Lei entende-se por:**

**II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;**

As APP's não representam apenas o meio rural, mas também o urbano e exercem funções essenciais para a qualidade de vida, sendo elas: a proteção do solo, proteção dos corpos d'água e a manutenção da permeabilidade do solo (evitando enchentes), a atenuação de desequilíbrios climáticos que causam desconforto térmico e o favorecimento do fluxo gênico entre fauna e flora (MMA, sd).

A manutenção das APP's em meio urbano é um desafio, uma vez que o processo de urbanização tem ocorrido sem planejamento e com ocupações irregulares resultando na

degradação e redução dessas áreas (MMA, sd).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2005), um ecossistema é considerado recuperado quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais. É importante destacar que existe diferença entre um ecossistema recuperado, que pode ser restituído a uma condição diferente da original e de um ecossistema restaurado, que deve se aproximar ao máximo de sua condição original.

Kageyama et. al. (2002) cita no Manual de Recuperação de Áreas Ciliares e Microbacias que as técnicas de implantação de florestas podem parecer simples, mas a fundamentação básica das mesmas sempre envolverá conceitos extremamente complexos.

Segundo Poester et. al. (2012), diferentes técnicas podem ser utilizadas para restauração das áreas degradadas. A interação dos conhecimentos teóricos básicos e as informações sobre a área e tecnologia disponível é que vai determinar qual será o mais adequado para cada situação. A Recuperação do Solo é uma das técnicas que geralmente utiliza o consórcio de herbáceas anuais de duas famílias: as gramíneas, pois possuem alto teor de carbono em sua constituição e leguminosas, por serem capazes de fixar nitrogênio no solo através da associação com bactérias que coexistem em suas raízes. Outra técnica também utilizada é a Nucleação, que tem como proposta a criação de pequenos habitats envolvendo interações entre os seres vivos.

Outra técnica bastante antiga é a de espécies arbóreas, que tem por objetivo acelerar a regeneração natural durante o processo de restauração de áreas degradadas (MORAES, 2006) possuindo papel importante na conservação da biodiversidade, desde que o plantio seja diverso tanto no número de espécies e formas de vida, quanto na diversidade genética destas espécies (POESTER et. al., 2012).

A Transposição de Serrapilheira consiste no deslocamento de áreas em estado avançado da sucessão ecológica para as áreas em recuperação ajudando a aumentar a complexidade nestes ambientes. E a Transposição de Galharia que através do enleiramento de galharias, bem como de restos de poda, podemos criar habitats e

microclimas ideais para o abrigo de pequenos animais e para a germinação de sementes (POESTER et. al., 2012).

Ao longo dos últimos anos, vários autores vêm defendendo a importância da redução de competição entre as plantas para obter sucesso na recuperação de uma área degradada em mata ciliar (SWEENEY, 2002). A Regeneração Natural Assistida é um método de recuperação de baixo custo e que pode ser usado em áreas degradadas e sem cobertura vegetal com o objetivo de reflorestamento e restauração da biodiversidade de pequenas áreas (SHONO et. al., 2007).

Segundo Shono et. al. (2007) para aplicação dessa técnica é preciso primeiramente identificar a área e demarcar seus limites. Depois de ter os limites estabelecidos, é preciso acelerar o crescimento das mudas reduzindo a concorrência das espécies invasoras. Toda vegetação concorrente deve ser retirada e também deve haver uma proteção contra incêndios e outras possíveis perturbações.

Para realização desse trabalho o método de plantio direto se mostra mais adequado para alcançar os objetivos propostos, sendo a técnica de Regeneração Natural Assistida ideal para aplicação em conjunto com a de plantio para limpeza da área de entorno, controle de gramíneas invasoras e proteção das mudas (CAVA, 2014).

Segundo Martins (2013), apesar de existirem muitos modelos de restauração de áreas degradadas, nenhum pode ser considerado ideal para todos os casos devido às peculiaridades de cada espécie em uma determinada área.

O presente trabalho desenvolveu-se no Parque Gentil Diniz, situado no município de Contagem, MG, essa área possui cerca de 80% de seu terreno coberto por árvores (PREFEITURA DE CONTAGEM, sd), em contrapartida as margens do Córrego das Acácias, presente no parque, encontra-se sem cobertura vegetal.

Desta forma, o objetivo do presente artigo é realizar um estudo sobre áreas degradadas, especificamente relacionado à margem do Córrego das Acácias e seu entorno, localizado no Parque Gentil Diniz, no município de Contagem- MG, a fim de empregar técnicas para a recuperação dessa área.

Tendo como objetivos específicos o levantamento in loco; anuência da área estudada; levantamento bibliográfico sobre a área; delimitação e mapeamento da área; análise das propriedades do solo local pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária) e execução da técnica de plantio como forma de recuperação da área degradada em estudo.

## 2. METODOLOGIA

O presente trabalho desenvolveu-se no parque Gentil Diniz, situado na cidade de Contagem, contendo uma área de 24.000m<sup>2</sup> (Figura 1), no período de 25 de fevereiro a 15 de julho de 2015, com o propósito de realizar técnicas de plantio a fim de recuperar a área das margens do Córrego das Acácias.

A visita preliminar foi realizada no dia 18 de março de 2015 com o intuito de reconhecer a área, bem como seu entorno, de forma a identificar o nível de degradação as margens do córrego e as possíveis soluções.

Para a delimitação da área foram utilizados os softwares Google Earth e ArcMap 10.2. Através deles é possível identificar a localização geográfica, a área total do parque e suas coordenadas geográficas, além de fornecer imagens aéreas recentes e antigas. Os softwares também foram utilizados para conhecimento da área de entorno, o que é necessário para entender as influências externas que o parque possui.

No parque encontram-se exemplares do Cerrado e Mata Atlântica, composto por árvores como goiabeiras (*Psidium guajava* L.), mangueiras (*Mangifera indica* L.), jabuticabeiras (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) e jambeiros (*Syzygium jambos* (L.) Alston), além de animais como o mico estrela (*Callithrix jacchus* Linnaeus.) e o caxinguelê (*Sciurus gramineus*, Thomas).

Por ser uma área característica do bioma do cerrado, é marcada pelo clima tropical, com uma estiagem que se prolonga por aproximadamente cinco meses. No mês mais seco, a quantidade média de chuva atinge 30 mm, podendo chegar à zero. Sendo uma unidade ecológica típica da zona tropical. A paisagem no Bioma Cerrado é composta por um complexo vegetacional que possui uma alta biodiversidade (IBRAM, 2012).

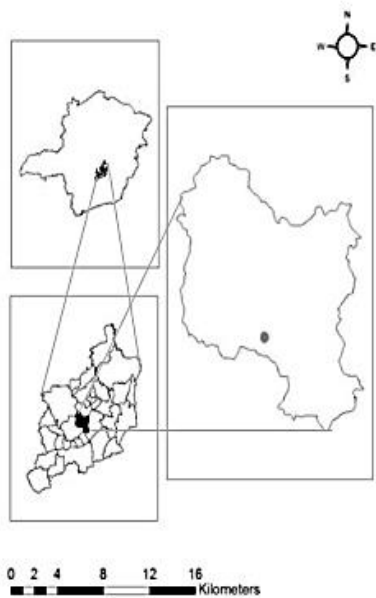


Figura 1: Localização do Parque Gentil Diniz.

Fonte: [ArcMap 10.2](#)



Figura 2: Delimitação da área do Parque Gentil Diniz.

Fonte: Google Earth

Situado dentro do Parque Gentil Diniz e tendo próxima a sua nascente, o Córrego das Acácias deságua no Córrego Ibirapitanga e ambos são pertencentes a Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores (PREFEITURA DE CONTAGEM, 2014).

Atualmente o Córrego passa por processos de revitalização através de atividades desenvolvidas por mobilizadores. O projeto de recuperação do Córrego das Acácias está sendo desenvolvido por três etapas sendo, a primeira envolvendo educação ambiental, através de reuniões, a mobilização com a comunidade do entorno, a segunda, a recuperação das áreas de preservação permanente (APP), nascentes e os cursos d'água através do plantio de árvores nativas, e por fim, a ligação do esgoto na rede da COPASA (PREFEITURA DE CONTAGEM, 2014).

### 3. COLETA DE SOLO

A análise das propriedades do solo ocorreu através da coleta de amostras do solo, realizada no dia 14 de abril de 2015, com base nas instruções do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Primeiramente definiram-se seis pontos para coleta e com o auxílio de uma enxada os pontos escolhidos foram

devidamente limpos retirando pedras, capim e sujeiras.

Logo após foi cavado um buraco de um palmo de profundidade – 10 cm. Com o auxílio de um trado retirou-se as amostras a serem analisadas. As seis amostras foram misturadas e posteriormente foi separado cerca de 1 kg de amostra, que foi acondicionada em saco plástico transparente para ser enviada ao IMA, empresa responsável pela análise do solos.

### 4. TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO

Próximo ao local a ser recuperado existe um banco de sementes, o que contribuiria para a regeneração natural, no entanto, segundo Martins (2013), apesar de ser uma forma de recuperação de menor custo é normalmente um processo lento, sendo indicada a utilização de uma técnica que acelere essa sucessão. Dentre as técnicas de regeneração florestal Martins (2013) destaca a incorporação de sementes de espécies arbóreas, o que foi utilizado neste caso, no entanto a incorporação foi realizada a partir de mudas das espécies arbóreas Sangra d'água (*Crotonurucurana* Baill) e Ipê-branco (*Handroanthus roseo-albus* (Ridl) Mattos).

O plantio foi realizado no mês de maio, pois segundo Poester et. al. (2012) é importante



que seja realizado quando a pluviosidade é maior e a evaporação é menor para favorecer a sobrevivência das mudas. Sabendo da importância de se aplicar o conceito de sucessão ecológica, foi utilizado espécies de diferentes grupos ecológicos (pioneiras e não pioneiras). O plantio das mudas foi em linhas com espaçamento de 4m, sendo o espaço total a ser recuperado de 20mx6m.

O plantio de pioneiras e não pioneiras foi realizado simultaneamente já que nesse modelo a cobertura do solo é mais rápida, evitando a competição com ervas agressivas, principalmente gramíneas exóticas (MARTINS, 2013).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos através da análise de solo estão representados na tabela 1:

Com o auxílio da Cartilha de Análise de Solo da EPAMIG, constatou-se que o solo apresenta uma acidez fraca, a soma de bases e a capacidade de troca de cátions efetiva muito boa e a saturação por alumínio e a saturação por base é média e alta respectivamente (EPAMIG, sd). De maneira geral os parâmetros comparativos apresentaram bons resultados para a realização do plantio.

Tabela 1. Resultados da análise de coleta do solo.

Fertilidade	pH	Soma de Bases (cmol.carga/dm <sup>3</sup> )	Índice de Saturação por alumínio (%)	Índice de Saturação de Base (%)	
	6,9	5,45	0,35	76,65	
Matéria Orgânica	Mat. Orgânica (dag/kg)	Carbono Orgânico (dag/kg)	N – Calculado (dag/kg)		
	2,36	1,37	0,12		
Capacidade de Troca de Cátions	Na (cmol.carga/dm <sup>3</sup> )	Capacidade de Troca de Cátions (cmol.carga/dm <sup>3</sup> )	Capacidade Efetiva de Troca de Cátions (cmol.carga/dm <sup>3</sup> )	Índice de Saturação por alumínio (%)	Índice de Saturação de Base (%)
	0,06	7,17	5,53	0,35	76,83

A implantação do projeto de recuperação da mata ciliar do Córrego das Acácias foi realizada com o plantio das espécies Sangra d'água (*Crotonurucurana* Baill.) e Ipê-branco (*Handroanthus roseo-albus* (Ridl) Mattos.) em linhas, com espaçamento de 4 metros entre elas, pois segundo Martins (2013) a distância mantida entre as covas de plantio deve ser entre 2 e 4 metros.

A primeira espécie a ser plantada foi o Ipê-branco por se tratar de uma espécie não pioneira e ao lado a Sangra d'água, espécie pioneira, seguindo o esquema mostrado na figura 3.

Figura 3: Plantio com alternância de espécies pioneiras (P) e não pioneiras (NP) na mesma linha.



Fonte: Martins, 2013.



Essas espécies foram escolhidas principalmente por se tratarem de plantas nativas, pois segundo Martins (2013) espécies exóticas devem sempre ser evitadas na recuperação de áreas degradadas, pois essas, em inúmeros casos, se tornaram invasoras competindo agressivamente com as espécies nativas.

A espécie *Handroanthus roseo-albus* (Ipê-branco) é da família Bignoniaceae e possui uma altura média de 10 metros com raízes pivotantes, floração de julho a setembro, folhas caducas e sua propagação se dá por sementes. É talvez a espécie mais vistosa em sua época de floração (LIMA, 2001).

A espécie *Croton urucurana* Baill (Sangra d'água) por se tratar de uma espécie pioneira

foi plantada de maneira a crescer rapidamente para fornecer sombra para a espécie não pioneira, ou seja, o Ipê-branco. Essa espécie se encaixa nas necessidades da área já que suas indicações são de serem plantadas em áreas com encharcamento permanente ou temporário do solo (Martins, 2013).

A Sangra D'água é uma árvore de pequeno a médio porte, podendo crescer até os 15 metros de altura, possui folhas simples, com formato de lança e haste comprida (12 cm). Suas flores são muito atrativas para insetos e beija-flores, seus frutos são procurados pela fauna e ocupa facilmente espaços em regiões degradadas (ÁRVORES DO BRASIL, sd).

Figura 4: Limpeza do local e remoção das gramíneas (A); Plantio (B); Forma de Conservação da Umidade (C).



Fonte: Acervo Pessoal

Este mesmo tipo de disposição das mudas foi utilizado na recuperação da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, Minas Gerais. Seguindo método do IEF- Instituto Estadual de Floresta (1994), que relata que a maneira mais prática de dispor as mudas no campo é alternando uma linha de espécies pioneiras com outra de espécies secundárias (FERREIRA, 2004).

A recuperação do ecossistema mata ciliar é de extrema importância, pois segundo Costa (2004) sua presença reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno. A mata ciliar comporta-se como excelente consumidor e tampão de nutrientes que estão presentes no escoamento advindo de agrossistemas vizinhos. A conservação e recuperação das matas ciliares e o manejo sustentável de bacias hidrográficas afetam diretamente a qualidade e a quantidade de água, a manutenção do microclima da região

e a preservação da fauna silvestre e aquática, entre outros.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos realizados conclui-se que as matas ciliares exercem um papel de extrema relevância na preservação dos cursos d'água, tanto na sua qualidade quanto na sua quantidade, além de influenciar na regulação do regime hídrico e na estabilização das margens do rio. Por isso a retirada dessa proteção resulta em um conjunto de problemas não só ambientais, mas também sociais, como as enchentes por exemplo.

O processo de urbanização ocorreu sem um planejamento que levasse em consideração a preservação de recursos naturais. É necessário que as autoridades tomem medidas que protejam as matas ciliares, uma vez que existe legislação específica desde 1965 (Código Florestal) para a preservação destes recursos naturais.

A falta de vegetação às margens do Córrego das Acácias no Parque Gentil Diniz nos permite analisar que a degradação das matas ciliares vem ocorrendo em diferentes ambientes, principalmente em meio urbano, onde não há manejo adequado do meio

ambiente. Neste contexto os Parques exercem um papel muito importante, uma vez que representam o local mais próximo que a maioria da população tem contato com a natureza.

## REFERÊNCIAS

- [1] Árvores do Brasil. Sangra d'água, sd. Disponível em: <<http://goo.gl/NNThWg>>. Acesso em: 15 de jun. 2015.
- [2] Cava, Mário Guilherme de Biagi. Restauração do cerrado: a influência das técnicas e de fatores ecológicos sobre o desenvolvimento inicial da comunidade lenhosa. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/wZRpx>>. Acesso em: 27 Abr. 2015.
- [3] Costa, Daniel Assumpção; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em viçosa, MG, 2004. Disponível: <http://goo.gl/NDSkPT>. Acesso em: 10 mar. 15.
- [4] Epamig. Análise do Solo, sd. Disponível em: <<http://goo.gl/nc3k1L>>. Acesso em: 22 Jun. 2015.
- [5] Ferreira, Daniel Assumpção Costa; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em viçosa, MG, 2004 Disponível em: <<http://goo.gl/PeiZDX>>. Acesso em: 15 de Jun. 2015.
- [6] Ibram. Instituto Brasília Ambiental, 2012l. Bioma Cerrado. Disponível em <<http://goo.gl/Eh6dR6>>. Acesso em 24 Mai. 2015.
- [7] Kageyama, Paulo Yoshio; et al. Restauração da mata ciliar: Manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias. Rio de Janeiro: Projeto Planáqua Semads / GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, 2002. 104 p. Disponível: <<http://goo.gl/btP3M6>>. Acesso em: 27 abr. 15.
- [8] Lima, Iracilda. Guia de arborização. Maceió: Prefeitura de Maceió, 2001. Página 23.
- [9] Martins, Sebastião Venâncio. Recuperação de áreas degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 3ª edição. Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2013. 264p.
- [10] Mma- Ministério do Meio Ambiente. Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. Disponível em: <http://goo.gl/997VAy>. Acesso em: 10 mar. 15.
- [11] Moraes, Luiz Fernando Duarte de; et al. Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. Disponível em: <http://goo.gl/Rnp34S>. Acesso em: 27 abr. 15.
- [12] Prefeitura DE CONTAGEM, Revitalização do Córrego das Acácias, sd. Disponível em: <<http://goo.gl/ehGTv7>>; Acesso em: 27 Abr. 2015.
- [13] Poester, Gabriel Collares; et al. Práticas para restauração da mata ciliar. Porto Alegre: Cotorse, 2012. 59p. Disponível em: <<http://goo.gl/CZUWRF>> Acesso em: 27 abr. 15.
- [14] Shono, Kenichi; CADAWENG, Ernesto A.; DURST, Patrick B. Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. Restoration Ecology, v. 15, n. 4, p. 620-626, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/W16VXv>>. Acesso em: 27 Abr. 2015.
- [15] Sweeney, Bernard W.; CZAPKA, Stephen J.; YERKES, Tina. Riparian forest restoration: increasing success by reducing plant competition and herbivory. Restoration Ecology, v. 10, n. 2, p. 392-400, 2002. Disponível em: <<http://goo.gl/kntRwo>>. Acesso em: 27 Abr. 2015.

# CAPÍTULO 16

## A SUSTENTABILIDADE NO SETOR EXTRATIVISTA DA FLORESTA AMAZÔNICA: PERCEPÇÕES E CONCEITOS

*Cristinne Leus Tomé*

*André do Amaral Penteado Biscaro*

*Douglas dos Anjos Rodrigues*

**Resumo:** Este artigo aborda a temática da sustentabilidade dentro do setor extrativista na região de Sinop, Mato Grosso. Primeiramente apresenta-se o conceito de sustentabilidade a partir da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro (Brasil) em 2012, a Rio+20 e do I Fórum de Sustentabilidade: Amazônia mato-grossense social, econômica e ambientalmente legal entre 26 e 28 de abril de 2012, ocorrido em Sinop. A seguir discorre-se sobre ações estratégicas que envolvem questões ambientais em Sinop e os setores extrativistas que se adaptavam a partir delas, com adequação à legislação e às novas exigências de um mercado de base sustentável. A terceira parte aborda o Projeto de Pesquisa: O Discurso da Sustentabilidade no Setor Extrativista da Floresta Amazônica (DISSEFA), que estuda a prática discursiva sobre o conceito de “desenvolvimento sustentável” entre o setor extrativista de Sinop e região. A primeira etapa do Projeto foi conhecer o trabalho de três mulheres-coletoras de folhas, raízes, cascas e ervas de Sinop, que atuam como agentes da proposta de medicina natural, a Bio Saúde. O Projeto está em andamento, com início em 01 de agosto de 2015 e término previsto para 31 de julho de 2016.

**Palavra-chave:** Sustentabilidade, Setor Extrativista, Projeto de Pesquisa, Sinop.

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Sinop, no Mato Grosso, pertence à região geopolítica da Amazônia Legal e se distingue em função de paradigmas de caráter ambiental, que influenciam a maneira como a sociedade se posiciona em relação a esta região. A proposta desta pesquisa está em compreender como as pessoas discursam sobre as questões que envolvem o desenvolvimento social, ambiental e econômico, ou seja, o desenvolvimento sustentável nesta região e como isto se reflete em novos debates sociais, jurídicos, políticos e econômicos. Em 2012 houve um grande debate em Sinop sobre o tema “desenvolvimento sustentável”, o “I Fórum de Sustentabilidade: Amazônia mato-grossense social, econômica e ambientalmente legal”, entre os dias 26 e 28 de abril. O Fórum teve como proposta inicial inserir o Mato Grosso nas discussões da Rio+20, com a elaboração e apresentação da Carta de Sinop representando todos os municípios mato-grossenses envolvidos. A partir desta data o “Fórum tornou-se uma ação permanente, que visa promover a discussão sobre sustentabilidade nos municípios mato-grossenses e assessorá-los na condução de projetos e atividades, visando à sustentabilidade.” (EMBRAPA, 2013, p. única).

O conceito de “desenvolvimento sustentável” foi o principal tema das discussões da Rio+20, uma Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro (Brasil) em 2012, vinte anos após a realização da Conferências das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Entre 1992 e 2012 houve novas reformulações jurídicas na abordagem das leis ambientais, como o Decreto 1.282/94 sobre a exploração florestal. A indústria madeireira sinopense iniciou o processo de adaptação de suas empresas dentro das novas leis e a sociedade como um todo iniciou o debate sobre sustentabilidade no setor educacional, jornalístico, publicitário, comercial e tantos outros.

O presente trabalho inicia destacando o conceito de “desenvolvimento sustentável”, a partir de 2012, nos pilares ambiental, social, econômico e cultural. A seguir, se apresenta o município de Sinop como o local de pesquisa deste estudo, apontando algumas ações ambientais desenvolvidas pelo setor agrossilvipastoril, de reciclagem de lixo urbano, rural e madeireiro. A seção seguinte

trata do Projeto de Pesquisa institucionalizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) sobre “O discurso da sustentabilidade no setor extrativista da Floresta Amazônica (DISSEFA)”, com início em 01 de agosto de 2015 e previsão de um ano. Este projeto tem como objetivo compreender os discursos que circulam no setor extrativista da Floresta Amazônica, na formulação “desenvolvimento sustentável”, por meio dos pressupostos teóricos da Análise de Discurso de linha francesa pecheutiana.

## 2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Conferência das Nações Unidas, ocorrida entre 13 e 22 de junho de 2012, conhecida como Rio+20, abordou a temática Desenvolvimento Sustentável em dois temas principais:

1. 1 - A economia verde, no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e
2. 2 - A estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.
- 3.

Conforme o Relatório Rio+20 (2012, p. 10), esta Conferência “renovou o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, a partir da avaliação dos avanços e das lacunas existentes e do tratamento de temas novos e emergentes.” O Relatório destaca que os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) não vinham cumprindo os compromissos firmados na Rio-92 para um desenvolvimento sustentável em seus três pilares: ambiental, social e econômico. Nestes 20 anos que separam a Rio-92 e a Rio+20 houve desequilíbrio e comprometimento nas questões ambientais, de modo que:

No pilar ambiental, intensifica-se a ocorrência de fenômenos climáticos, agravados pela perda da biodiversidade e pelo avanço de processos de desertificação; no social, aumentam o desemprego e as desigualdades sociais; e, no econômico, a crise econômico-financeira tem colocado em cheque o atual modelo produtivo – intensivo no uso de recursos naturais e frágil na eliminação da pobreza. (SOLLA, 2012, p. 10).



Dentre os debates que ocorreram na Rio+20, em 19 de junho de 2012, o ministro-interino da Cultura do Brasil, Vitor Ortiz, defendeu no Seminário Internacional sobre Cultura e Sustentabilidade a importância de se acrescentar o quarto eixo para desenvolvimento sustentável, a cultura:

Para a ONU (Organização das Nações Unidas), o desenvolvimento sustentável reúne três eixos principais: o Social, o Econômico e o Ambiental. Especialistas, dirigentes de organismos internacionais, gestores culturais e artistas querem a inclusão de um quarto eixo, o Cultural, partindo da compreensão de que essa nova economia só será possível com uma mudança na forma como as pessoas entendem a sua relação com o planeta. (REVISTA MUSEU, 2012, p. única).

É neste desafio de reestruturar políticas-econômicas mundiais que Marina Silva nos aponta, no Prefácio do livro "Muito Além da Economia Verde" (2012, p. 14, grifos da autora), que:

Uma nova economia precisa de uma outra cultura, que passa por uma espécie de descontinuidade dos valores herdados da sociedade de superconsumo e "*que não leva o mundo em conta*" para o consumo justo e sustentável que, amparado pela visão de mundo que entende a sustentabilidade como um modo de ser, um ideal de vida aqui e no futuro, possa oferecer condições para uma relação mais saudável com o tempo, maior proximidade com a natureza, a superação do medo de relacionar-se com ela e até o reencantamento com as pessoas e consigo mesmo.

Discutir sobre sustentabilidade é teorizar sobre as estruturas de poder que se encontram dadas em nosso mundo, sejam elas ambientais, sociais, econômicas ou culturais. Nas estruturas de poder, as relações de equilíbrio dentre as representações mundiais, governos, empresas, organizações da sociedade civil em geral, ocorrerá o campo de ações da qual dependerá a construção de um planeta sustentável.

### 3. LOCAL DE ESTUDOS – SINOP, ESTADO DE MATO GROSSO

A cidade polo deste estudo é Sinop, no Estado de Mato Grosso. Cidade que teve seu processo colonizatório em 1972 pela Colonizadora SINOP S.A., pertencente ao Município de Chapada dos Guimarães. Em 1979, Sinop foi elevada a categoria de Município e teve seu crescimento econômico principalmente baseado no potencial madeireiro, criando em seu entorno o maior parque industrial de semi-beneficiamento de madeira do estado. "Em 1999, segundo o Anuário MT/2000, havia em toda a região aproximadamente 2.944 indústrias, sendo 2.192 de beneficiamento de madeira, ou seja, 74% das indústrias. Em Sinop, com um total de 549, representando 25% do total das indústrias madeireiras." (MATO GROSSO, 2002, p. 11). Já em 2013, o Relatório dos Empresários Proprietários de Empresas filiadas ao Sindicato das Indústrias Madeireiras do Estado de Mato Grosso (Sindusmad) sobre as empresas de Sinop e região tem-se que 118 são empresas de Sinop, somando um total de 171 com as empresas de outras cidades da região.

Atualmente a cidade de Sinop tem uma população 134.099 habitantes (IBGE, 2010) e destaca-se no setor de saúde, educação, serviços de comercialização, agro-industrialização, entre outras. A propaganda oficial da Colonizadora SINOP apresenta o município salientando seus títulos nacionais recebidos, como: "Capital Nacional do Arroz de Terras Altas", "Capital do Nortão", "Polo de Prestação de Serviços" e "Portal da Amazônia" (COLONIZADORA SINOP, c. 2012). Dentre as ações estratégicas que envolvem questões ambientais em Sinop encontram-se (MATO GROSSO, 2002, p. 18):

- Realizar o zoneamento agroecológico regional e mapeamento municipal;
- Adequar e aplicar as leis ambientais;
- Descentralizar a ação dos órgãos públicos federais e estaduais do meio ambiente;
- Aperfeiçoar as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável;
- Reavaliar critérios e práticas sustentáveis para os assentamentos rurais;



- Criar incentivos fiscais e financeiros para a reciclagem industrial dos resíduos da madeira e do lixo urbano;
- Promover a municipalização das áreas ambientais.
- Acompanhando as estratégias de desenvolvimento sustentável, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) instalou-se em Sinop em 06 de julho de 2012, com foco na sustentabilidade. A missão da Embrapa Agrossilvipastoril de Sinop se firmou em “Viabilizar soluções tecnológicas sustentáveis para os sistemas integrados de produção agropecuária em benefício da sociedade” destacando seu foco no sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – iLPF, como “Estratégia de produção sustentável, que integra a produção de grãos, pecuária e floresta, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado.” (EMBRAPA, 2011).

No quesito reciclagem de lixo urbano e rural, tem-se desde 2004 em Sinop a empresa Canaã Norte Reciclagem. A empresa é a única presente no norte do Mato Grosso que atua diretamente desde a coleta de materiais plásticos (de garrafas a utensílios domésticos) e caixas de papelão até a destinação final para a reciclagem. “A Canaã ainda possui certificação ambiental que pode ser emitido às fornecedoras de resíduos, ou seja, a certificação possibilita à empresa a coleta direta, alternativa de minimizar os danos ao meio ambiente com o acúmulo de materiais.” (CASO, 2012, p. 15).

Investimentos foram feitos também no setor madeireiro de Sinop para a adequação à legislação do Código Florestal Brasileiro, que “definiu que as florestas da Amazônia só poderiam ser exploradas por meio de um plano de manejo sustentável.” (OLIVEIRA, 2011, p. 241). A área de corte da Floresta Amazônica, seguindo o plano de manejo, deve abarcar (Ibidem, p. 242-244):

1. Planejamento: divisão em áreas exploráveis, de preservação e inacessíveis;

2. Censo Florestal ou Inventário: identificação e demarcação do terreno e das árvores de corte;
3. Corte Seletivo: seleção das árvores;
4. Mapa preliminar de exploração: contém o traçado das estradas, pátios de estocagem e indicação da queda das árvores;
5. Demarcação: demarcação na floresta seguindo as orientações do mapa;
6. Exploração: planejamento dos cortes e sua queda evitando a derrubada de árvores inadequadas;
7. Tratos silviculturais: promover condições de regeneração natural com a preservação suficiente de árvores nativas, o volume e a distribuição das espécies por região.
8. No processo de adaptação das empresas de base florestal às novas exigências de um mercado de base sustentável houve momentos de estranhamento entre os órgãos federais, estaduais e as empresas. Em 2005, a Polícia Federal deflagrou duas investigações na cidade de Sinop e região: a Operação Curupira e a Operação Ouro Verde.

A Operação Curupira teve como “objetivo desbaratar a quadrilha que falsificava e comercializava Autorizações para Transporte de Produtos Florestais (ATFPs).” (OLIVEIRA, 2011, p. 219). Nesta operação, a Polícia Federal investigou servidores do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEMA) e despachantes que atuavam junto com os empresários madeireiros de empresas fantasmas, falsificando ATFPs e comercializando a madeira. “A Operação Curupira tornou-se um marco histórico do setor por ter descentralizado a política ambiental, transferindo para a SEMA [Secretaria do Meio Ambiente] as atribuições por meio de acordo técnico com o IBAMA. [...] Dessa forma, teve início a conscientização do setor de base florestal quanto à importância do manejo florestal e das boas práticas ambientais.” (Ibidem, p. 221):

Na sequência de operações investigativas no setor madeireiro, a Operação Ouro Verde teve como foco uma quadrilha paranaense que

falsificava ATPFs e fazia as vendas dos produtos. Em 2006 houve a Operação Kayabi que investigou a extração de madeira em terras indígenas. “Embora tenha havido empresas envolvidas, indígenas e grileiros foram os grandes responsáveis pela exploração em área de preservação indígena. Extraíam a matéria-prima e depois, eles próprios, denunciavam a atividade.” (Ibidem).

Outas operações se seguiram, como a Arco de Fogo em 2008, com o objetivo de combater as queimadas ilegais. “Na visão errônea do poder público ainda havia a ideia de que as empresas madeireiras eram responsáveis pelas queimadas e desmatamentos. [...] O poder público não considerou que o desmatamento é diretamente proporcional à atividade de agricultura.” (Ibidem, p. 222):

Em 2010 a Polícia Federal continuou investigando o setor madeireiro com a Operação Jurupari, em uma tentativa de coibir o comércio ilegal. Segundo nota do Ministério Público Federal em 2010,

A Operação Jurupari tem, assim como as ações que lhe antecederam, o objetivo de afastar o Mato Grosso da condição de líder nacional do desmatamento e de sanear os órgãos da administração ambiental de toda e qualquer forma de corrupção, inclusive àquelas praticadas mediante o favorecimento político. O Ministério Público Federal cumpre, assim, a sua missão de defesa da floresta amazônica, patrimônio nacional e bem de uso comum de todos os brasileiros. (TEIXEIRA, 2012, p. 40).

O setor extrativista madeireiro, assim como outros setores da sociedade, vem se adaptando às novas medidas governamentais que visam preservar o ambiente regional, melhorar a qualidade de vida dessas pessoas com produção econômica que abarque o conceito de desenvolvimento sustentável nessa parte da Amazônia Legal, a região de Sinop.

#### 4. PROJETO DE PESQUISA: O DISCURSO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR EXTRATIVISTA DA FLORESTA AMAZÔNICA (DISSEFA)

O objetivo do Projeto é estudar a prática discursiva sobre o conceito de

sustentabilidade entre o setor extrativista de Sinop e região. A análise do *corpus* (entrevistas, jornais, fotografias, bibliografias) será através da Análise de Discurso pecheutiana visando compreender a prática discursiva deste setor, suas mudanças de paradigmas frente ao que é “desenvolvimento sustentável” em área da Floresta Amazônica: O que significa? Quais sentidos estão ali expressos? A delimitação geográfica será a cidade de Sinop e região, e a delimitação temporal será a partir de 1970 até hoje: momentos históricos diferentes que permitem sentidos diferentes para os contextos de produção deste discurso. Segundo P. Henry (1997, p. 51) “não há ‘fato’ ou ‘evento’ histórico que não faça sentido, que não peça interpretação, que não reclame que lhe achemos causas e consequências. É nisso que consiste a história, nesse fazer sentido, mesmo que possamos divergir sobre esse sentido em cada caso. Isto vale para nossa história pessoal, assim como para a outra, a grande História”.

Os conceitos para análise serão sujeito, sentidos, história, ideologia e discurso. Para Pêcheux (1997, p. 160) “o sentido de uma palavra, de uma expressão, de uma proposição, etc., não existe ‘em si mesmo’ (isto é, em sua relação transparente com a literalidade do significante), mas, ao contrário, é determinado pelas posições ideológicas que estão em jogo no processo sócio-histórico em que as palavras, expressões e proposições são produzidas (isto é, reproduzidas).”

O Projeto tem como duração um ano e iniciou dia 01 de agosto de 2015, finalizando em 31 de julho de 2016. Sua primeira pesquisa foi com três mulheres-coletoras de folhas, raízes, cascas e ervas de Sinop, como agentes da proposta de medicina natural, a Bio Saúde. A pesquisa de campo foi realizada após seleção prévia das coletoras e posterior realização de entrevistas semiestruturadas, acompanhadas de gravação de vídeos e fotografias, como forma de documentar o trabalho por elas realizado e como este se insere no discurso da sustentabilidade.

Outras ações de pesquisa que estão sendo organizadas (TOMÉ, 2015, p. 02) são:

- mapear os setores extrativistas a partir da década de 1970 - Extrativismo vegetal: árvores e sementes / - Extrativismo animal: peixes / - Extrativismo mineral: ouro;

- Investigar no discurso dos setores extrativistas a maneira como as empresas, ONGS, particulares, etc. se organizam em relação aos paradigmas econômicos, sociais e ambientais;
- Analisar no discurso de seus representantes como a temática “desenvolvimento sustentável” é apresentada nas marcas linguísticas enunciativas pelo enunciador, buscando verificar os diferentes efeitos de sentido que aparecem nos diálogos entre as muitas vozes que são suscitadas no momento da produção e da circulação dos fatos trazidos pelos textos informativos sobre/na região;
- identificar as modificações ocorridas no setor extrativista ao longo desses anos de povoamento na Floresta Amazônica a partir dos discursos provenientes sobre desenvolvimento e sustentabilidade;
- analisar os discursos e suas práticas nos contextos sociais.

A partir do referencial teórico na área da Análise de discurso e da Sustentabilidade, o presente projeto de pesquisa, buscará conhecer representantes de todos os seguimentos sociais que envolvem o setor extrativista nas reflexões sobre os efeitos de sentidos encontrados na formulação “desenvolvimento sustentável”.

## REFERÊNCIAS

- [1] Abramovay, Ricardo. Muito além da economia verde. São Paulo: Abril, 2012.
- [2] Colonizadora Sinop. Invista em Sinop, a nova metrópole: polo regional 30 municípios com mais de 500 mil habitantes. Sinop: Nova Mídia, c. 2012.
- [3] Caso, Fernanda. Canaã Norte Reciclagem: consciência socioambiental e valorização dos catadores de materiais recicláveis. *Revista Isso é Sinop*, Sinop/MT, ed. 06. Jun. 2012.
- [4] EMBRAPA. Notícias. Conselho gestor do Fórum de Sustentabilidade de Mato Grosso é empossada em Sinop (MT). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1704605/conselho-gestor-do-forum-de-sustentabilidade-de-mato-grosso-e-empossada-em-sinop-mt>. Data: 12 de setembro de 2015.
- [5] \_\_\_\_\_. A Embrapa em Mato Grosso. Folheto Publicitário Encontro Nacional de Tecnologias de Safras – Entec\$. 2011.

## 5. CONCLUSÃO

A importância desta pesquisa está em investigar como atua o setor extrativista, que envolve a exploração de minerais, vegetais e animais entre os grupos sociais que habitam a Floresta Amazônica no Estado de Mato Grosso e como este setor compreende o que é desenvolvimento frente à sustentabilidade e às propostas político-ambientais que se estabelecem, gerando o conflito sustentabilidade x desenvolvimento econômico – ou, é possível desenvolvimento sustentável?

O Projeto encontra-se nos inícios dos trabalhos e, em uma ação conjunta com professores, alunos e comunidade, pretende-se realizar vários encontros investigativos com os setores extrativistas visando, ao final de cada pesquisa, publicações de artigos e sua socialização em eventos científicos.

É importante destacar que, por mais que o conceito de “desenvolvimento sustentável” esteja nas mídias, centros educacionais e setores da indústria e comércio, uma parte crucial da população brasileira ainda o desconhece. Esta pesquisa vai no sentido de conhecer o que estas pessoas, que atuam no setor extrativista, discursam sobre “desenvolvimento sustentável” e como isso se integra à sua atividade prática, nesta busca pelo equilíbrio entre os pilares ambiental, social, econômico e cultural.

- [6] Henry, P. A História não Existe? In: Maingueneau, Dominique (Org.) *Novas Tendências em Análise do Discurso*. 3. ed., Campinas: Editora da UNICAMP, 1997.
- [7] IBGE. Mato Grosso. Sinop. População. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=510790>. Data: 09 de setembro de 2015.
- [8] Mato Grosso. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. Fórum Regional de Desenvolvimento Sustentável. Cidade Pólo – Sinop. Cuiabá, março de 2002.
- [9] Oliveira, Cristiane. A saga dos Guardiões da Floresta: uma viagem emocionante à história do setor de base florestal de Mato Grosso. Sinop: Sindusmad; Print, 2011.
- [10] Pêcheux, M. Análise Automática do discurso (AAD 69). In: GADET, F.; HAK, T. (Orgs.). *Por uma análise automática do discurso. Uma introdução à obra de Michel Pêcheux*. 3ª ed., Campinas: Editora da UNICAMP, 1997.

[11] Revista Museu. Notícias. Especialistas discutem a importância da Cultura como o quarto pilar para sustentabilidade. 19 de junho de 2012. Disponível em:

[http://www.revistamuseu.com.br/noticias/not.asp?id=33202&MES=/6/2012&max\\_por=10&max\\_ing=5](http://www.revistamuseu.com.br/noticias/not.asp?id=33202&MES=/6/2012&max_por=10&max_ing=5). Data: 09 de setembro de 2015

[12] Sindusmad. Relatório dos Empresários Proprietários de Empresas filiadas ao Sindusmad em Sinop. 18 abr. 2013. Disponível em: <http://www.sindusmad.com.br/associadosaosindusmad.pdf>. Data: 12 de setembro de 2015.

[13] Solla, José (Org.). Relatório Rio+20: o modelo brasileiro. Brasília: FUNAG, 2012.

[14] Teixeira, Maria Daniele de Jesus. Emissões antrópicas de gases de efeito estufa e referenciais para políticas de mitigação das emissões de gases no Mato Grosso. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios e Desenvolvimento Regional)-Faculdade de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

[15] Tomé, Cristinne Leus. Projeto de Pesquisa: O discurso da sustentabilidade no setor extrativista da Floresta Amazônica (DISSEFA). Sinop: Universidade do Estado de Mato Grosso, Pró-reitora de Pesquisa e Extensão, 2015.

# CAPÍTULO 17

## CRIMES AMBIENTAIS REGISTRADOS EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

*Beatriz Silva de Souza*

*Francisco de Assis Braga*

**Resumo:** A questão ambiental no Brasil fundamenta-se legalmente na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), que também instituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) com competências em níveis federal, estadual e municipal, e na Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998). No presente trabalho foram analisadas 466 ocorrências ambientais, registradas EM 2015 pela Polícia Militar do Meio Ambiente de Minas Gerais (PMAMB) nos municípios de Betim, Esmeraldas, Florestal e Nova Lima, pertencentes à Região Metropolitana de Belo Horizonte. O objetivo foi avaliar a incidência temporal das ocorrências e tipificar os crimes ambientais em área urbana e rural. As informações foram organizadas e tabuladas em planilhas eletrônicas, considerando o horário, o dia da semana, o mês e o crime ambiental registrados em cada ocorrência ambiental, de acordo com os códigos da Diretriz Integrada de Ações e Operações de Defesa Social (DIAO), adotada na lavratura dos boletins de ocorrência em Minas Gerais. Foram elaborados gráficos para a análise e interpretação dos resultados. Os resultados mostraram a maior incidência de ocorrências ambientais entre o primeiro e terceiro trimestres, decrescendo no quarto trimestre do ano. As ocorrências foram mais frequentes às sextas-feiras e concentradas no período vespertino. A maior incidência de crimes ambientais ocorreu em zona urbana, sendo os crimes contra a flora aqueles de maior registro em área urbana e rural. Em segundo lugar, para zona urbana, houve predomínio dos crimes contra a fauna, enquanto na zona rural predominaram os crimes relacionados a atividades potencialmente poluidoras. Estes resultados são importantes para o planejamento de ações de combate, prevenção e controle dos crimes praticados contra o meio ambiente, bem como na proposição de medidas de informação e de educação ambiental pelos órgãos competentes do SISNAMA.

**Palavra-Chave:** ocorrências ambientais, fauna, flora, atividades poluidoras, recursos hídricos.



## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente o marco ambiental ocorreu com a realização em 1972 da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo na Suécia. A partir desse elemento basilar, os países signatários estabeleceram seus instrumentos legais. No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938) foi promulgada em 31 de agosto de 1981 e criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), composto por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental (MILARÉ, 2014).

Posteriormente, a Constituição Federal do Brasil de 1988, dedicou capítulo ao meio ambiente (art. 225) e determinou a aplicação de sanções e penalidades a todos que o lesassem, por meio de suas condutas e/ou atividades. Neste intuito, foi promulgada em 1998 a Lei 9.605, tratando especificamente dos crimes ambientais, das sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (MILARÉ, 2014).

A partir dos princípios legais e da tipificação dos delitos contra o meio ambiente, os órgãos do SISNAMA passaram a fiscalizar e registrar os crimes ambientais no Brasil. Merece destaque os registros de ocorrências ambientais no território nacional, feitos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e em nível estadual, pelas Polícias Ambientais dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Santa Catarina, dentre outros.

O IBAMA registrou 5.855 ocorrências ambientais no país em 2015, sendo 41,8% contra a fauna; 31,2% contra a flora; 22,8% de atividades potencialmente poluidoras e 4,2% relativas à pesca (IBAMA, 2015). A Polícia Ambiental do Rio de Janeiro registrou 1.696 ocorrências ambientais em 2014, sendo 33,78% contra a fauna; 26,06% contra a flora; 22,23% de atividades potencialmente poluidoras; 17,28% relativos à pesca e 0,65% contra recursos hídricos (RIO DE JANEIRO, 2014). Em Santa Catarina foram registradas, entre 2009 e 2015, 742 ocorrências, sendo 38,55% contra a flora; 27,35% contra a fauna; as atividades potencialmente poluidoras com 26,15% e 7,95% de pesca (SANTIAGO, 2015). Em Minas Gerais, Souza (2017) analisou 9.368 ocorrências ambientais em 47 municípios entre 2012 e 2015, sendo 37,83% de fauna,

32,74% de flora, 27,27% de atividades potencialmente poluidoras e 2,17% de pesca.

Nesse contexto, merece destaque a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), por ser a terceira mais populosa do país, compreendendo 34 municípios e extensão de 9.460 km<sup>2</sup>. A região abrange parte da área de atuação do 2º Pelotão da Polícia Militar de Meio Ambiente, com sede em Betim, incluindo o município de Florestal, onde se localiza o Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), além das cidades de Esmeraldas e Nova Lima.

## 2. OBJETIVOS

No presente trabalho foram analisadas as ocorrências ambientais registradas em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2015 com objetivo de avaliar a incidência temporal e tipificar os crimes ambientais em área urbana e rural.

## 3. METODOLOGIA

A área de estudo compreende a abrangência de atuação do 2º Pelotão da Polícia Militar de Meio Ambiente de Minas Gerais (PMMAMB), com sede em Betim e atuação também nos municípios de Esmeraldas, Florestal e Nova Lima, pertencentes a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Os crimes ambientais em Minas Gerais são gerados no Registro de Eventos de Defesa Social (REDS), plataforma onde há o registro informatizado de Boletins de Ocorrências, com o objetivo é auxiliar na estatística criminal. Na lavratura dos Boletins de Ocorrências segue-se a Diretriz Integrada de Ações e Operações de Defesa Social (DIAO), documento normativo com a finalidade de estabelecer a codificação específica para cada evento, sendo previstas infrações ambientais relacionadas às atividades poluidoras, fauna, pesca, flora e aos recursos hídricos (MINAS GERAIS, s.d.).

Neste trabalho foram analisadas as 466 ocorrências ambientais, registradas pelo 2º Pelotão de Polícia de Meio Ambiente de Minas Gerais em 2015, sendo considerado o horário, dia da semana, mês e o local das ocorrências, diferenciados em urbana ou rural, bem como o crime ambiental ocorrido. As informações contidas nas ocorrências foram tabuladas em planilhas eletrônicas e

elaborados gráficos para análise e interpretação dos resultados.

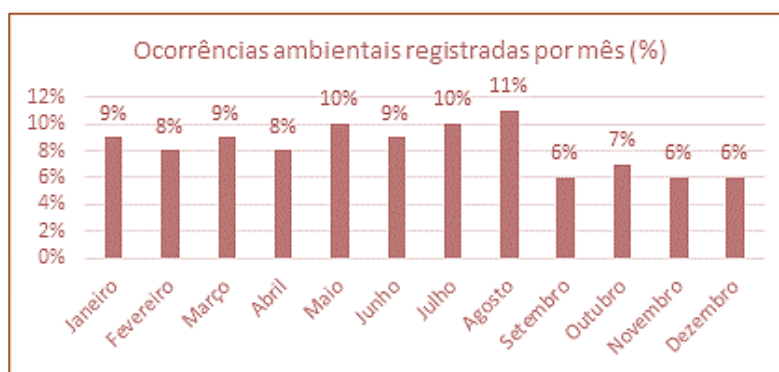
#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 AVALIAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS AMBIENTAIS

Pela análise das informações verificou-se o maior número de ocorrências ocorreu entre os meses de janeiro e agosto, em oposição à menor incidência no último trimestre do ano

(Figura 1). Considerando as ocorrências registradas no território nacional pelo IBAMA, verificou-se maior número de ocorrências entre agosto e outubro e menor incidência nos meses entre abril e junho (IBAMA, 2015). Por outro lado, no estado do Rio de Janeiro verificou-se maior incidência de ocorrências no trimestre de julho a setembro, enquanto o primeiro trimestre (janeiro a março) apresentou a menor taxa de ocorrências (RIO DE JANEIRO, 2014).

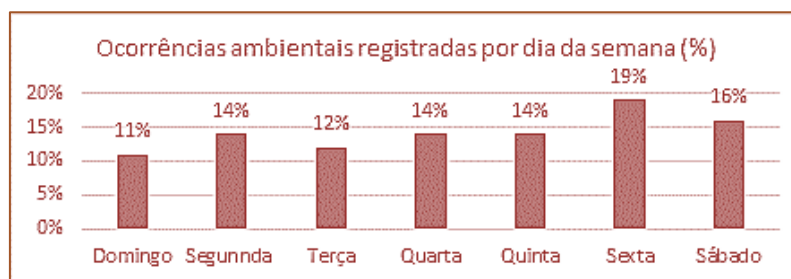
Figura 1 Distribuição percentual mensal das ocorrências ambientais registradas nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



Observou-se ainda que maior incidência de ocorrências ocorreu à sexta-feira, sendo o domingo a dia de menor incidência,

provavelmente relacionado com a paralisação da maioria das atividades para fins de repouso de trabalho (Figura 2).

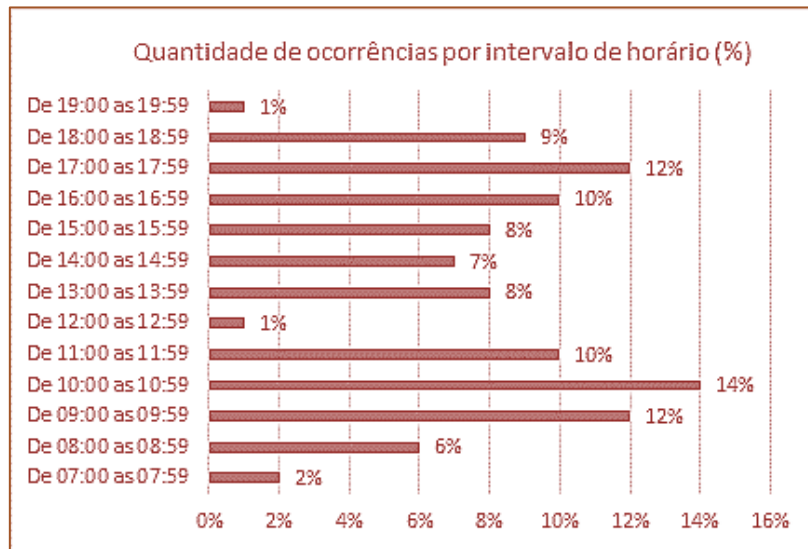
Figura 2 – Distribuição percentual das ocorrências ambientais em dias da semana nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



O maior percentual de ocorrências ambientais concentrou-se entre 13:00 e 17:59, sendo a menor incidência à noite (19:00 às 19:59) (Figura 3). Em comparação com os registros

nacionais (IBAMA, 2015), é possível constatar essa mesma faixa de horário de maior frequência de ocorrências ambientais.

Figura 3 – Distribuição percentual de ocorrências ambientais por intervalos de horário nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



#### 4.2 TIPIFICAÇÃO DOS CRIMES AMBIENTAIS

Na caracterização geral dos crimes ambientais, verificou-se que a maior incidência sobre a flora, seguido de atividades potencialmente poluidoras e de crimes contra a fauna (Figura 4). Em contraste, no estado do Rio de Janeiro,

observou-se a maior incidência de crimes contra a fauna, seguido da flora e de atividades potencialmente poluidoras (RIO DE JANEIRO, 2014), assim como no território nacional (IBAMA, 2015).

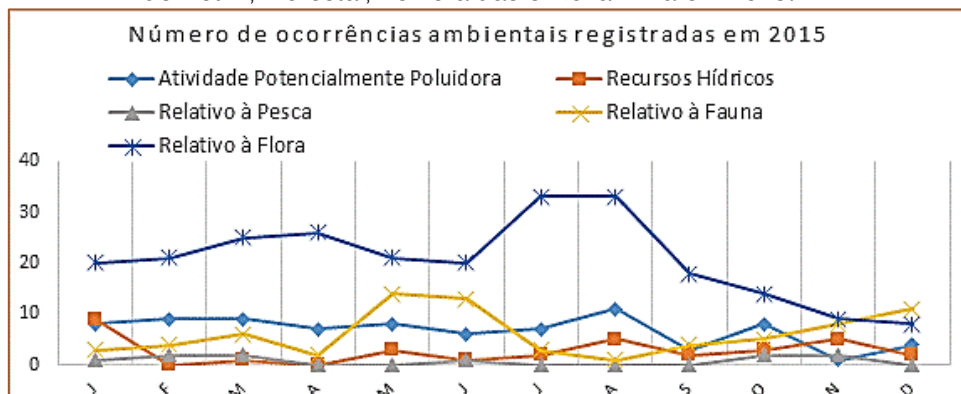
Figura 4 – Distribuição percentual dos crimes ambientais registrados nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



Na distribuição dos crimes ao longo do ano (Figura 5) é possível identificar a maior frequência dos registros contra a flora nos meses de julho e agosto. Para as atividades potencialmente poluidoras, tem-se uma

tendência de distribuição contínua dos registros ao longo do ano, assim como nos crimes contra recursos hídricos e pesca. Por fim, observa-se maior número de ocorrências contra a fauna nos meses de maio e junho.

Figura 5 – Distribuição das ocorrências ambientais registradas ao longo dos meses nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

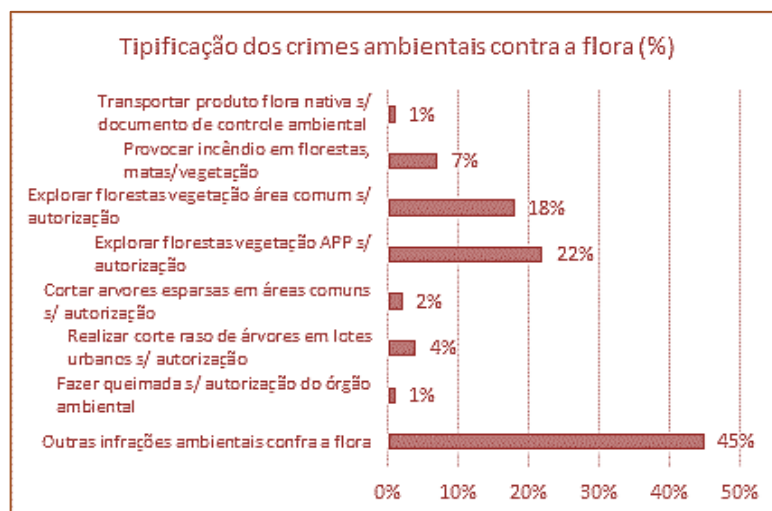


Souza (2017) estudou as ocorrências ambientais em 47 municípios de Minas Gerais ao longo dos anos de 2012 e 2015 e verificou a maior quantidade de registros no grupo flora em setembro de 2012 e um pico de ocorrências de fauna no mês de abril deste mesmo ano, bem como uma queda drástica em dezembro de 2014, em que não se registrou nenhuma ocorrência, ambos ocorridos sem justificativa aparente. Ressalta-se que, para todos os grupos, houve uma diminuição sistemática, no número de registros ao longo do tempo até o ano de 2015. Na trajetória histórica dos registros por grupos, separados por meses, constatam-se picos na incidência das ocorrências de fauna e flora, no entanto sem justificativa aparente.

Nas ocorrências de fauna, houve alguns picos em virtude de operações específicas de repressão ao tráfico de animais silvestres, em especial, à caça.

Considerando os crimes ambientais contra a flora (Figura 6), pode-se observar elevado percentual de crimes relacionados a “exploração de florestas em condição de APP ou área comum sem autorização”. O item “outras infrações ambientais contra a flora”, não foi devidamente detalhado na planilha de dados original da PMMAMB. No relatório de ocorrências ambientais do estado do Rio de Janeiro, verificou-se a maior ocorrência do crime de “provocar incêndio em florestas, matas ou qualquer outra forma de vegetação” (RIO DE JANEIRO, 2014).

Figura 6 - Crimes ambientais contra a flora registrados nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



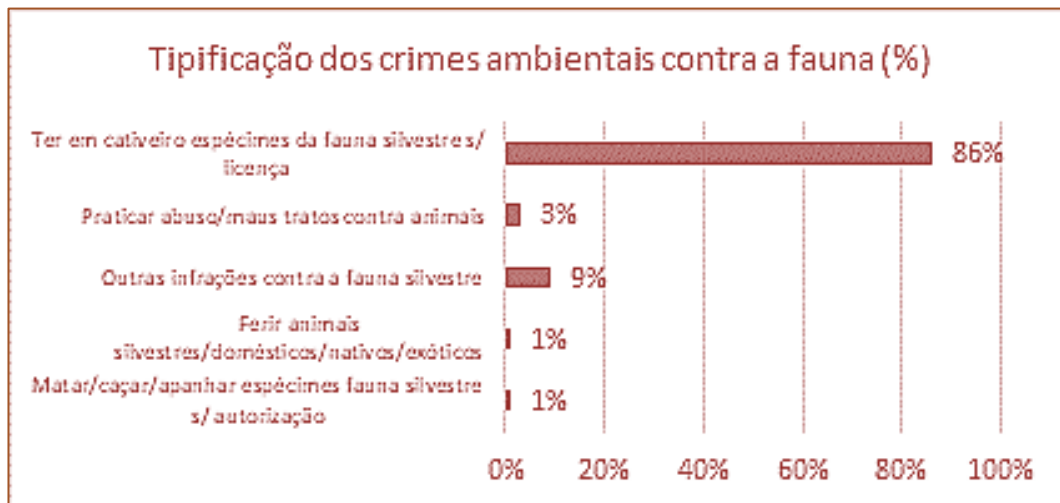
Na tipificação dos crimes contra a fauna (Figura 7), o maior índice foi o de “manter espécimes da fauna nativa em cativeiro sem

licença”. No estado do Rio de Janeiro, o número quase total de ocorrências foi relacionada com “adquirir, guardar, ter em

cativeiro ou depósito espécimes da fauna silvestre nativas sem licença” (RIO DE

JANEIRO, 2014).

Figura 7 - Crimes ambientais contra a fauna registrados nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



Considerando os crimes ambientais sobre os recursos hídricos, observou-se maior incidência na “utilização e intervenção em recursos hídricos sem autorização” e na “captação ou derivação água superficial sem

autorização” (Figura 8). Estes foram os mesmos crimes em recursos hídricos mais registrados no estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2014).

Figura 8 - Crimes ambientais contra os recursos hídricos nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



Na tipificação relativa aos crimes de pesca, houve maior percentual de ocorrências em “guardar ou transportar aparelho de pesca de uso proibido”; “portar/transportar materiais de pesca onde é proibido”, “realizar atos de pesca com métodos proibidos” e “manter atividade de comércio/armazém sem registro em órgão ambiental” (Figura 9). Na tipificação de “outras infrações relativa à pesca” não há

detalhamento nos dados originais na planilha da PMMAMB.

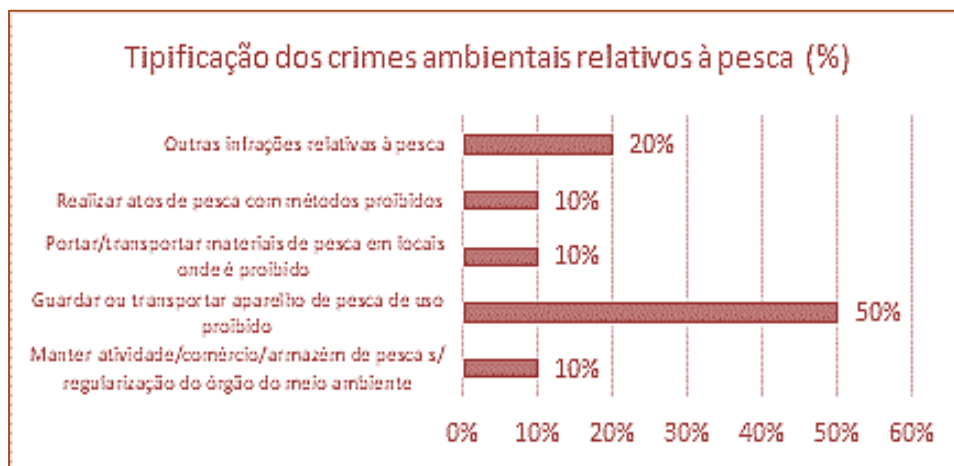
Em comparação com as ocorrências registradas no estado do Rio de Janeiro, a ocorrência que mais incidiu foi a de “realizar atos de pesca com técnicas ou métodos proibidos”, seguida de “realizar atos de pesca em locais proibidos ou interditados, pelo órgão ambiental”. Santiago (2015) observou



maior incidência de crimes de pesca relacionados com “uso de petrecho não

permitido ou sem autorização”.

Figura 9 - Crimes ambientais relativos à pesca registrados nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

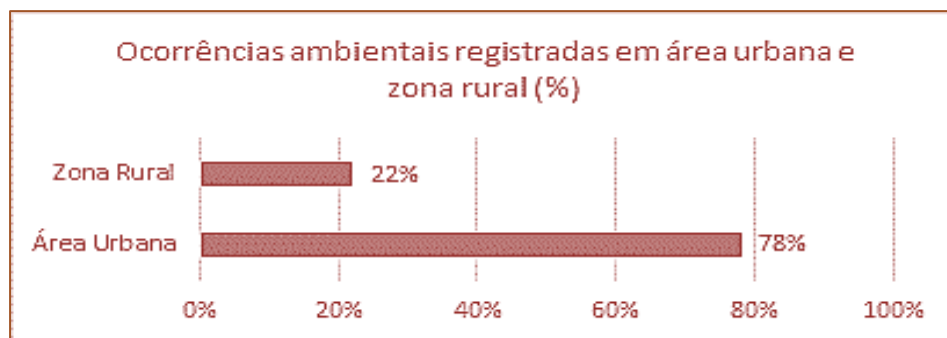


#### 4.3 OCORRÊNCIAS E CRIMES AMBIENTAIS EM ÁREA RURAL E URBANA

Considerando os crimes praticados em área urbana ou rural, verificou-se a incidência expressivamente maior em área urbana

(Figura 10). Santiago (2015) também encontrou maior incidência de crimes ambientais na área urbana e associou o fato à maior densidade populacional e de atividades modificadoras do meio ambiente nas áreas urbanizadas.

Figura 10 – Ocorrências ambientais registradas em área urbana e zona rural nos municípios de



Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

Tanto em área urbana quanto rural, observou-se maior percentual de ocorrências ambientais contra a flora (Figuras 11 e 12). Entretanto, os crimes contra a fauna ocuparam a segunda posição na área urbana,

enquanto na zona rural predominaram os crimes relacionados com atividades potencialmente poluidoras, sobre os recursos hídricos e a pesca.

Figura 11 – Crimes ambientais registrados em zona urbana nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

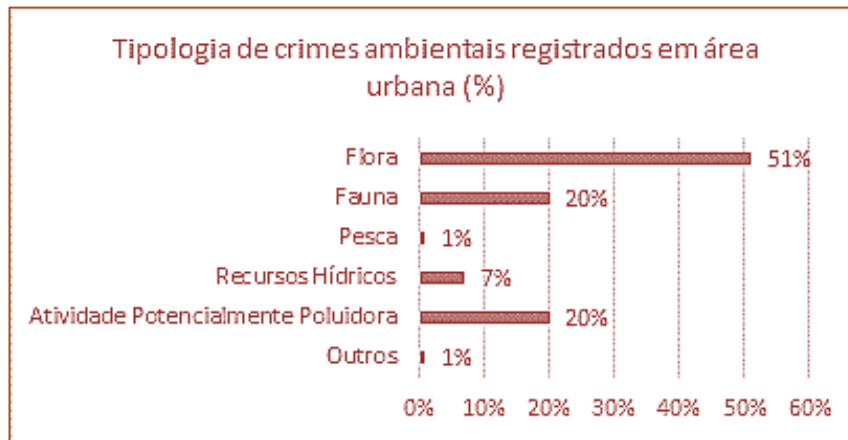
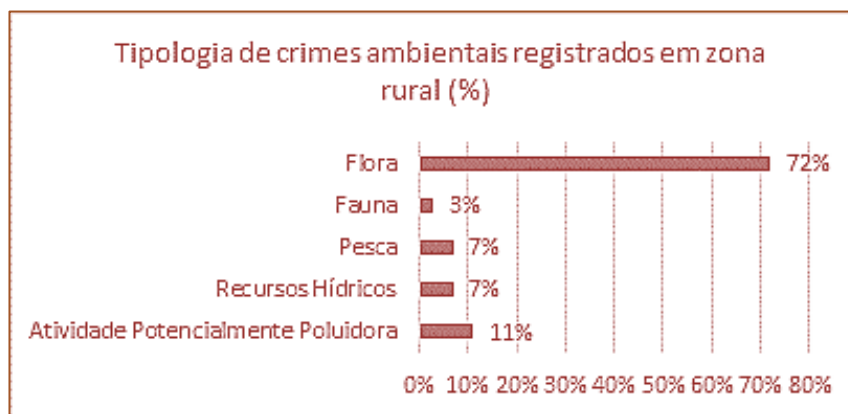


Figura 12 - Crimes ambientais registrados em zona rural nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



Os crimes contra fauna mais frequentes em área urbana foram relacionados a “ter em cativeiro animais de fauna silvestre sem licença” (Figura 13); e contra a flora foram “explorar vegetação de florestas em APP sem autorização” (Figura 14). Na zona rural predominaram os crimes contra flora, relacionados a “explorar vegetação de florestas em área comum sem autorização” (Figura 15) e contra os recursos hídricos, ou seja, “captar e derivar água superficial sem autorização” (Figura 16) e contra a pesca

“guardar ou transportar aparelho de pesca de uso proibido” (Figura 17).

Santiago (2015) observou que os crimes contra fauna apresentam características distintas, ou seja, em áreas urbanas “manter em cativeiro espécies da fauna nativa” e nas áreas rurais “atividade de caça”. Nos crimes contra flora, Santiago (2015) observou três tipos básicos de “utilização de APP”; “desmatamento de vegetação nativa” e “transportar e/ou depositar material lenhoso ou palmito”.

Figura 13 – Ocorrências contra a fauna na área urbana nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

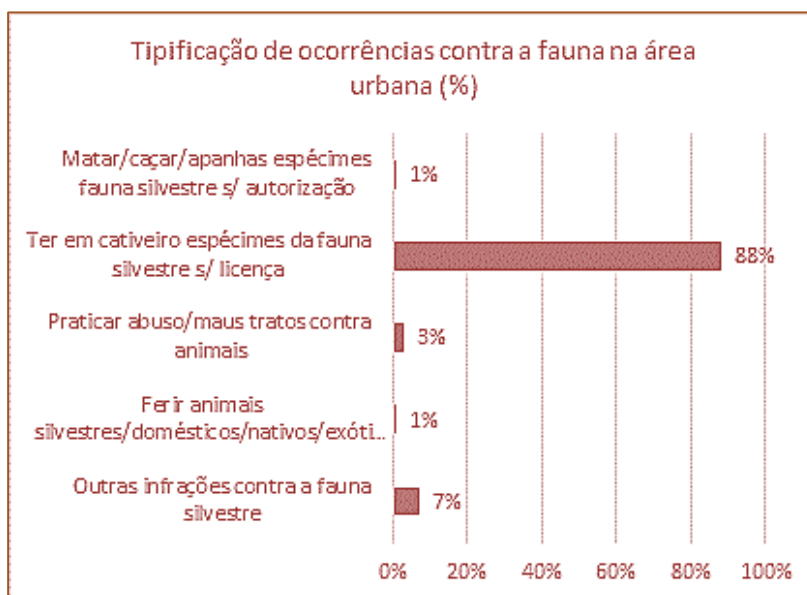


Figura 14 - Ocorrências contra a flora na área urbana nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

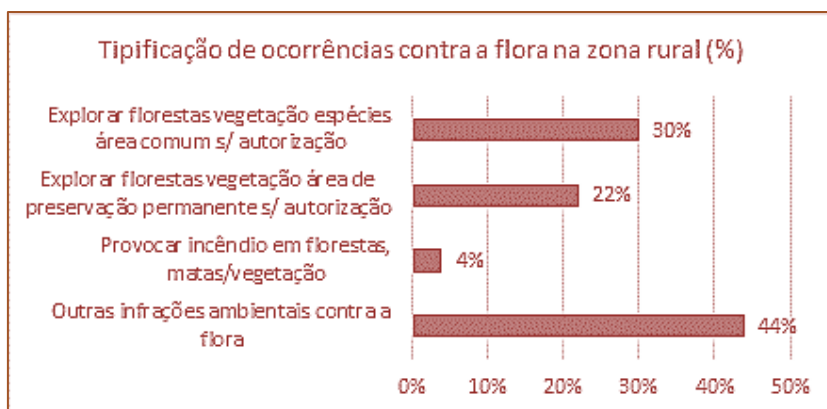


Figura 15 - Ocorrências contra a flora na zona rural nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

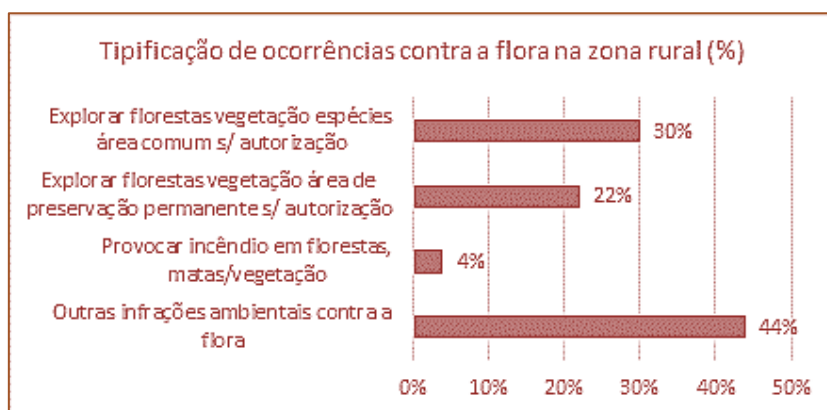


Figura 16 - Ocorrências contra recursos hídricos na zona rural nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.

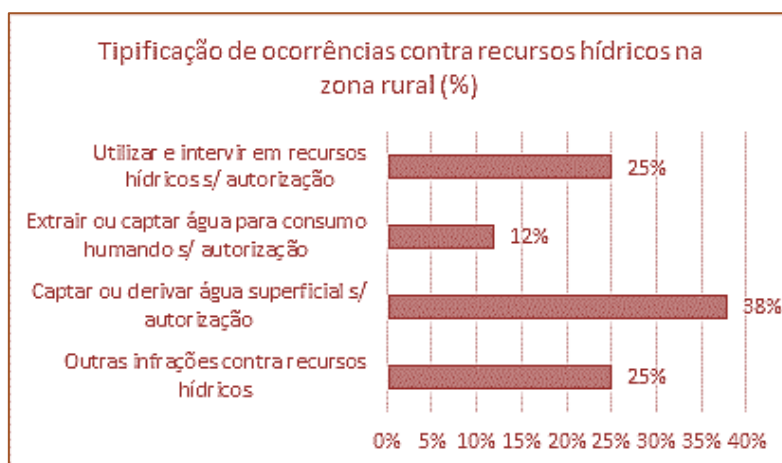
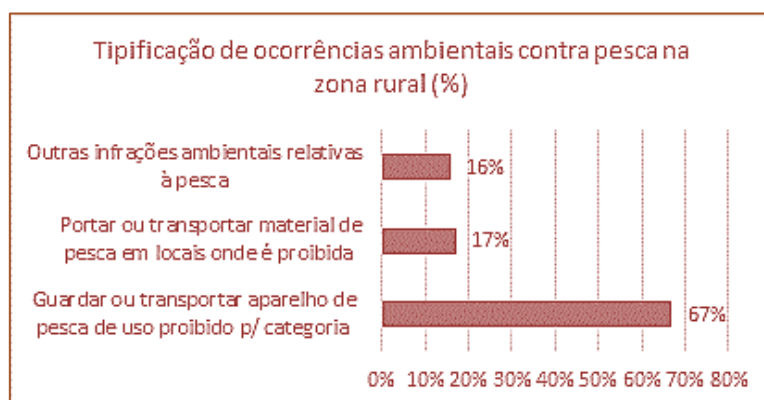


Figura 17 - Ocorrências contra pesca na zona rural nos municípios de Betim, Florestal, Esmeraldas e Nova Lima em 2015.



## 5. CONCLUSÕES

Considerando as 466 ocorrências ambientais nos municípios de Betim, Esmeraldas, Florestal e Nova Lima em 2015 pode-se concluir que:

- A maior incidência de ocorrências ambientais foi registrada nos meses de julho e agosto, sendo a sexta-feira o dia com a maior frequência e o período vespertino (13h às 17h59) o de maior número de ocorrências.
- A maior ocorrência de crimes ambientais foi contra a flora, tanto em área urbana ou rural, destacando-se a exploração de florestas em

condição de APP ou área comum sem autorização. Em área rural, observou-se, em segundo lugar, as atividades potencialmente poluidoras, enquanto em zona urbana verificou-se os crimes contra a fauna, sendo o mais relevante "ter em cativeiro animais de fauna silvestre sem licença".

Estes resultados são importantes para o planejamento de ações de combate, prevenção e controle dos crimes praticados contra o meio ambiente, bem como na proposição de medidas de informação e de educação ambiental pelos órgãos competentes do SISNAMA.

## REFERÊNCIAS

[1] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

[2] Brasil. Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

[3] Brasil. Lei nº 6.938, 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

[4] Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Relatório anual de acidentes ambientais em 2014. Brasília: IBAMA, 2015. 31p.

[5] Milaré, É. Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014. 1680p.

[6] Minas Gerais. Secretaria de Estado de Defesa Social. Diretriz Integrada de Ações e Operações do Sistema de Defesa Social de Minas Gerais – DIAO. Belo Horizonte, MG. s.d.

[7] Rio de Janeiro. Secretaria de Segurança. Relatório trimestral ambiental. Comando de Polícia Ambiental da PMRJ. Rio de Janeiro. 2014. 50 p.

[8] Santiago, G. A. Ocorrências de crimes ambientais atendidas pelo 2º Pelotão da 3ª Companhia do Batalhão de Polícia Militar Ambiental: tipologia e distribuição espacial. 2015. 87 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 2015.

[9] Souza, F. J.; Diagnóstico das ocorrências ambientais registradas pela Companhia de Polícia Militar independente de Meio Ambiente de Minas Gerais. 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.



# CAPÍTULO 18

## INICIATIVAS SUSTENTÁVEIS DA COMISSÃO DE COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA CEFET/RJ - CAMPUS PETRÓPOLIS

*Suzana Santos Campos*

*Roberta Rocha da Silva Leite*

*Luciana de Souza Castro*

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo apresentar as iniciativas implementadas e desenvolvidas pela Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do CEFET/RJ Campus Petrópolis, de setembro de 2016 a setembro de 2017. Cabe à CCSS implantar e supervisionar a separação dos resíduos recicláveis descartados, na fonte geradora, bem como a sua destinação para as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, materiais esses passíveis de retorno ao seu ciclo produtivo. Para tanto a referida comissão tem o apoio do Projeto de Extensão “CEFET Sustentável: ações da Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do *campus* Petrópolis”. A metodologia foi baseada na associação da pesquisa descritiva e exploratória e ancorada pela pesquisa bibliográfica, buscando explicar e discutir questões referentes à crise ambiental, educação ambiental e alternativas em busca do desenvolvimento sustentável. Como parte dos resultados alcançados, são descritas as atividades executadas pela CCSS desde a formação de sua equipe, os desafios em relação à estruturação logística, treinamento da equipe de limpeza, investigação quantitativa dos resíduos dos coletores, “Feira do Desapego”, “Seminário da Comissão de Coleta Seletiva Solidária: da teoria à prática”, entre outras ações. Os resultados apresentados demonstram que a quantidade de resíduos coletados no CEFET- Campus Petrópolis, no período, e destinados corretamente, possibilitou renda aos cooperados e, principalmente, evitou que esses materiais fossem alocados para o aterro sanitário e reciclados por diversos tipos de empresas.

**Palavra-Chave:** coleta seletiva solidária, CEFET sustentável, educação ambiental, resíduos recicláveis

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta as iniciativas implementadas e desenvolvidas pela Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do CEFET/RJ Campus Petrópolis, de setembro de 2016 a setembro de 2017 de acordo com o Decreto Federal Nº 5.940/2006, no âmbito de cada órgão e entidade da Administração Pública Federal direta e indireta, deve ser instituída uma Comissão para a Coleta Seletiva Solidária que deverá implantar e supervisionar a separação dos resíduos recicláveis descartados, na fonte geradora, bem como a sua destinação para as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, materiais esses passíveis de retorno ao seu ciclo produtivo (BRASIL, 2006).

A Comissão é formada por uma equipe portariada que trabalha de forma interdisciplinar, composta por vários setores da instituição, como biblioteca, direção, subprefeitura, secretaria acadêmica, sessão de administração e compras, sessão de articulação pedagógica, docentes dos cursos de Telecomunicações Integrado ao Ensino Médio e Bacharelado em Turismo, tendo como presidente uma servidora bióloga o que agrega valor científico as ações implementadas.

É necessário que se compreenda a relevância da formação de grupos, comissões e iniciativas que trabalham e praticam a coleta seletiva, entre outras ações que permitam frear e diminuir a produção de resíduos que acabam tendo como destinações os lixões e aterros sanitários. Mais do que encaminhar os descartes para a reciclagem, qualquer proposta de caráter ambientalista deve contribuir para a filosofia dos chamados 5 (cinco) "R's", ou seja, repensar a necessidade de consumo; recusar o consumo desnecessário e os produtos que geram impactos ambientais significativos; reduzir a quantidade de resíduos gerados, optando por produtos com maior durabilidade; reutilizar o que for possível, sendo criativo e evitando o descarte e, por fim, destinar o que não tem reaproveitamento para a reciclagem, que transformará o rejeitado em novos produtos. Nessa esteira a CCSS do CEFET/RJ Campus Petrópolis tem desenvolvido atividades que conscientizem servidores e alunos quanto às formas de consumo/uso/descarte mais conscientes.

Dentre as atividades desenvolvidas diariamente pela CCSS, também foi submetido e aprovado um Projeto de Extensão, para implementar ações específicas, intitulado "CEFET Sustentável: ações da Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do *campus* Petrópolis", coordenado pela servidora presidente da CCSS e tendo outros funcionários, um bolsista e dois alunos voluntários como colaboradores. Dessa maneira, tais iniciativas objetivam promover de forma gradual a inserção de práticas sustentáveis na instituição, aplicando a educação ambiental com foco no ensino aprendizagem e no manejo do material reciclável e encorajando a redução, o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos produzidos no campus.

A CCSS, apoiada pelo Projeto "CEFET Sustentável" e pelos princípios da Educação Ambiental (EA), vem buscando alternativas políticas e educativas para transformar o CEFET/RJ Campus Petrópolis em um lugar ecologicamente correto e, com isso, fazer com que funcionários e alunos passem a ter atitudes ambientalmente responsáveis para além dos muros da Instituição.

Partindo desse pressuposto, antes de ressaltar as atividades e resultados alcançados por essa Comissão até o momento, faz-se pertinente abordar algumas questões ambientais emergentes e da relação de domínio homem-natureza que se estabeleceu durante anos e reforçada pelo sistema econômico vigente. O capitalismo culminou a civilização em uma sociedade de consumo, colocando o lucro como uma atividade fim e, a relação do homem com a natureza passa a ser de dominação, como se esta fosse inesgotável.

A economia, baseada na produção em escala mundial, se apropriou da natureza para a expansão do capitalismo, fundado no processo de acumulação. Como consequência dessa era moderna, o consumo desenfreado trouxe, ao mesmo tempo, um aumento do desperdício e descarte de todo tipo de material, orgânico ou não, pela incessante busca da novidade e facilidade de acesso aos mais diversos produtos. Bernardes e Ferreira (2009, p.21) destacam:

Como membros de uma sociedade de consumidores na atual fase do capitalismo, vivemos num mundo em que a economia se caracteriza pelo desperdício, onde todas as coisas devem ser devoradas e

abandonadas tão rapidamente como surgem, em que as coisas surgem e desaparecem sem jamais durarem o tempo suficiente para conter em seu meio o processo vital.

A globalização tem forte papel neste contexto, pois com o advento das novas tecnologias que facilitam a comunicação, o transporte e a interação entre os povos, a exploração da natureza se dá igualmente de forma global. Esta modernidade antropocêntrica está causando um descontrole ambiental, problema que exige atitudes urgentes e transformadoras, pois a conservação da vida no planeta está se tornando insustentável. Morin (2006, p.17) diz que “É impossível considerar a humanidade o centro do mundo, é impossível pensar que o objetivo da humanidade seja conquistar a natureza”. E nessa esteira de pensamento, complementa: “Se integrarmos nosso conhecimento, poderemos situar-nos com a nossa consciência, uma consciência mais válida que se não fizéssemos esses exames” (MORIN, 2006, p.17).

A filosofia a ser adotada no atual contexto mundial é a do desperdício mínimo e máximo aproveitamento dos recursos, do investimento de tecnologias limpas (seja nas indústrias, no setor de serviços, como na infraestrutura básica de todo município) que possibilitem um custo justo e a conservação dos elementos naturais, corroborando com a diminuição dos impactos nos ecossistemas. Como base para o exposto, devem estar as pesquisas que resultem em ações sobre o que já foi diagnosticado por meio de estudos das causas dos problemas e não apenas focar nas consequências malélicas que estes problemas estão trazendo.

Tais ações devem ser feitas de forma ética, cooperativa e participativa, discutindo-se amplamente sobre esta relação homem como integrante da natureza durante o processo histórico, promovendo uma Educação Ambiental abrangente para todos. “A Educação Ambiental deve estar presente não só nos currículos e atividades escolares, mas também nos espaços de trabalho, nas atividades comunitárias, na organização familiar, nos clubes e associações de classes, nos meios de comunicação e, enfim, em todos os espaços sociais”. (LOUREIRO, 2002, p. 48).

Uma educação que considere o ser humano integralmente é capaz de conseguir fazer com que este se veja como parte integrante do meio ambiente, tome consciência e se sensibilize de seu papel fundamental na preservação e conservação da natureza. Tal atitude refletirá na comunidade de maneira positiva e pragmática, levando a uma melhor convivência em sociedade. A EA, formal, ou seja, aplicada nos ambientes escolares, institucionais e informais, reforça para que esse processo educativo e participativo levará a uma maior mobilização e engajamento em projetos comunitários, de reflexão e resolução de problemas ambientais locais. “A ideia subjacente é desenvolver um processo que não se limite à dimensão teórica e escolar, mas que incorpore a prática, a vida cotidiana e a integração com as comunidades” (LIMA, 2011, p. 112).

O desenvolvimento sustentável, ou seja, a utilização dos recursos pela geração presente de forma que garanta seu aproveitamento às gerações futuras é o que se almeja alcançar. Pautado em ações ecologicamente corretas, socialmente justa, culturalmente diversas e economicamente viáveis, tal desenvolvimento é alcançado por meio de iniciativas interdisciplinares, como a educação ambiental e uma gestão ambientalmente responsável, que possibilite um novo paradigma, ecológico, inclusivo e contextualizado.

Enxergar o meio ambiente sob a perspectiva interdisciplinar requer alianças entre saberes comprometidos com um mesmo objetivo. A interdisciplinaridade...

(...)se refere não ao objeto de estudo já estabelecido pelos saberes que trai, mas a uma problemática, cuja complexidade, globalidade e singularidade podem ser melhor compreendidas e construídas a partir do diálogo entre as dimensões do senso comum, históricas, científicas, políticas, tecnológicas, culturais, sociais, econômicas, metodológicas, etc., pertinentes à problemática em diálogo. (SILVEIRA, 2008, p. 229)

Nessa construção interdisciplinar, os atores devem ser competentes, críticos, éticos e solidários. É preponderante a cidadania planetária e a justiça social como fator determinante e primordial para a solução dos problemas de ordem econômica, cultural e social, que alcance verdadeiramente uma

democracia da informação, educação e conhecimento, e que por meio de um planejamento sustentável se resolva a grande problemática – a crise ambiental.

Diante das questões ambientais emergentes e da relação homem-natureza, há uma tendência das indústrias brasileiras buscarem alternativas tecnológicas mais limpas e matérias-primas menos tóxicas, com o intuito de reduzir o impacto e a degradação ambiental. A reciclagem é uma das alternativas que reduz a extração de recursos da natureza, além de diminuir a quantidade de resíduos lançados nos aterros sanitários. Para tanto, faz-se necessária a adoção de metodologias eficientes de separação, coleta seletiva e logística para que os materiais recicláveis sejam recolhidos e destinados da forma correta. A CCSS vem ao encontro dessa prática, buscando ações competentes dentro do Campus Petrópolis para que todo o material gerado seja separado e entregue às cooperativas da região.

A alta produção e destinação incorreta de resíduos sólidos no Brasil demonstra o quanto ainda é necessário caminhar e trabalhar em prol de uma alocação desejada aos materiais recicláveis.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), revela, na publicação “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2016”, que o montante de resíduos sólidos coletado em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país, pequeno avanço comparado ao ano anterior, e que evidencia que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio. A disposição final dos resíduos sólidos urbanos coletados demonstrou que 41,7 milhões de toneladas foram enviadas para aterros sanitários. O caminho da disposição inadequada continuou sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2017).

Esses dados demonstram a urgência de adoção de políticas públicas no tratamento desses resíduos, assim como de tantos outros

que nem sequer foram coletados e sim, despejados diretamente nos rios, mares e solos.

A gestão sustentável dos resíduos traz muitos benefícios para os municípios. Além de diminuir os danos causados ao meio ambiente, visto que quase metade dos lixos domésticos nos aterros é reciclável, estimular a coleta seletiva significa dar oportunidade de trabalho, por meio de cooperativas especializadas. Acreditando na possibilidade de trabalhar de forma pragmática na luta a favor da destinação correta dos recicláveis, a CCSS vem procurando caminhos e alternativas para consolidar seu papel no CEFET/RJ e na cidade de Petrópolis.

A Organização das Nações Unidas (ONU) vem trabalhando em cima de alguns objetivos para o desenvolvimento sustentável. Entre os dezessete objetivos estabelecidos para mudar o mundo o “objetivo 12” visa “assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis” e assume metas como: “até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais”; “até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso”; “incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios”; “até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza”; “Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo” (ONU, 2017).

Para que se consiga atingir tal objetivo e metas é necessário um engajamento mútuo dos países, assim como o comprometimento individual para o alcance de um mundo sustentável. Acreditando que ações locais tem repercussão global, o trabalho desenvolvido em cada instituição tem um papel fundamental para mudanças estruturantes na sociedade. É neste sentido que a CCSS Campus Petrópolis vem trabalhando e buscando alternativas para a redução de lixo e destinação correta dos resíduos.



## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por finalidade apresentar as iniciativas implementadas e desenvolvidas pela Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do CEFET/RJ Campus Petrópolis, de setembro de 2016 a junho de 2017. A CCSS tem como objetivo trabalhar de forma consciente os resíduos gerados na Instituição e destiná-los a uma cooperativa ou associação de catadores de materiais recicláveis, evitando, dessa maneira, que tais resíduos recicláveis descartados sejam depositados nos aterros sanitários. Além desse objetivo principal, outras ações sustentáveis permeiam o trabalho da comissão, por meio da Educação Ambiental e projetos que sensibilizem a comunidade cefetiana a minimizar os impactos que o ser humano provoca no mundo.

## 3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada para esse trabalho se caracteriza por descritiva e exploratória. Descritiva, pois “trabalha sobre dados ou fatos colhidos da própria realidade” (CERVO, BERVIAN; SILVA, 2007, p.62), ou seja, o processo de implantação e as atividades realizadas pela CCSS foram coletadas e registradas ordenadamente para seu estudo propriamente dito. Exploratória, pois “não requer a elaboração de hipóteses a serem testadas no trabalho, restringindo-se a definir objetivos e buscar mais informações sobre determinado assunto de estudo”. (CERVO, BERVIAN; SILVA et al, 2007, p.63). Dessa maneira, “tais estudos tem por objetivo familiarizar-se com o fenômeno ou obter uma nova percepção dele e descobrir novas ideias”. (CERVO, BERVIAN; SILVA et al, 2007, p.63). A pesquisa se configura exploratória visto que nada existe documentado sobre as ações da CCSS, do CEFET/RJ Campus Petrópolis, possibilitando investigações e conhecimentos mais consistentes sobre o objeto em questão. O trabalho também é ancorado pela pesquisa bibliográfica, buscando explicar as questões apresentadas por meio de referenciais teóricos publicadas em artigos, livros entre outras fontes.

## 4. RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados são fruto de iniciativas com influência sustentável, produzidas pela CCSS Campus Petrópolis, durante um ano de trabalho, desde a formação de sua equipe em setembro de 2016 até o presente, setembro de 2017.

O primeiro desafio foi pensar na coleta seletiva como um todo e relacioná-la com o espaço e a realidade do campus, bem como os tipos de materiais descartados, o modelo de separação a ser adotado de acordo com a legislação vigente, a atuação da equipe de limpeza (terceirizada) mediante essa nova demanda, a adequação e ajuste dos servidores e discentes e a dinâmica e logística da retirada dos recicláveis do campus.

Instigados pela preocupação ambiental e pela vontade de colocar o projeto para funcionar, os coletores para materiais recicláveis foram confeccionados pelos membros da comissão a partir de caixas de papelão recolhidas pela cidade e também com algumas das lixeiras comuns da instituição. As cores dos coletores cumprem a Resolução nº 275/2001 do CONAMA, usadas na coleta seletiva de resíduos, sendo adotadas no campus, apenas o azul para papel e papelão, vermelho para plástico, amarelo para metal, verde para vidro e cinza para não recicláveis (BRASIL, 2001).

Alguns coletores específicos para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) também foram colocados com o objetivo de receber materiais de descarte do campus e outros pessoais trazidos pelos servidores e alunos, buscando estimular o destino final adequado para estes. Com os coletores confeccionados e a equipe de limpeza afinada, foram formados kits com as cinco cores adotadas e instalados nos pontos/corredores de maior circulação, acompanhados de um informativo exemplificando alguns itens mais comuns por tipo de material.



Figura 1: Confeção dos coletores. Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.



Figura 2: Kit de coletores (papel, plástico, metal, vidro e não recicláveis). Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.



Figura 3: Coletor para resíduo eletroeletrônicos. Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.



Em novembro de 2016 foi realizada a primeira visita técnica de alguns integrantes da Comissão à uma cooperativa do município de Petrópolis/RJ e à companhia municipal responsável pela coleta do lixo urbano reciclável na cidade. Durante a visita foi possível observar o trabalho dos cooperados e fazer um balanço geral de como a coleta seletiva está funcionando no município.

Em fevereiro de 2017 outros integrantes da comissão, realizaram uma outra visita técnica

à duas cooperativas da região. Nesta visita foi possível rever o trabalho da cooperativa visitada em novembro e conhecer uma outra com logística de trabalho um pouco diferente. Os integrantes puderam fazer um balanço dos prós e contras em cada uma delas, investigando a dinâmica de trabalho, os tipos de materiais recebidos, as instalações, recursos, além de uma breve conversa sobre o histórico de cada uma e levantamento de algumas questões ambientais.

Sabendo que a habilitação de uma cooperativa ou associação depende de um Edital interno e esse processo requer organização e um determinado tempo, para que o nosso material começasse a ganhar destino correto, entramos em contato com a companhia responsável pela limpeza urbana no município (COMDEP) a qual possui veículo próprio para coleta seletiva de resíduos e iniciamos a retirada dos recicláveis da instituição em datas programadas.

Figura 4: Containers para armazenagem de material reciclável



Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

Após a confecção dos coletores, foi necessário apresentá-los à equipe de limpeza e mostrar como seria a nova metodologia de trabalho no campus com os materiais recicláveis. A equipe de limpeza afinada à proposta é essencial para o bom funcionamento das ações, pois é por meio desses funcionários que se sabe o tipo e a quantidade de material que está sendo gerada, já que na nova metodologia incluiu-se a pesagem por tipo de material, objetivando-se um levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados.

Figura 5: Pesagem.



Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

Foram realizadas reuniões com toda a equipe de limpeza, para que as novas demandas fossem apresentadas e as possíveis dúvidas sanadas. O principal objetivo da reunião foi a participação integrada dos funcionários da limpeza com a CCSS para diagnosticar de forma eficiente as dificuldades, as possíveis soluções de forma criativa e também as boas ideias que já estejam funcionando. Dessa forma, a CCSS acredita que o diálogo e o empoderamento mediante às tarefas de cada grupo facilita a organização do pensamento, ajuda a lidar com excesso de informações e estimula o desenvolvimento das competências.

Em setembro de 2016, iniciamos as atividades práticas com uma investigação quantitativa das lixeiras presentes na instituição, percorrendo os setores, as salas de aulas, os laboratórios e corredores. Cabe ressaltar que as lixeiras presentes eram padronizadas e recebiam todos os tipos de materiais, os quais eram descartados e recolhidos diariamente pelo serviço da coleta municipal comum. Dessa forma, como não tínhamos coletores diferenciados, para iniciarmos a coleta seletiva, levamos em conta também a ausência de verbas disponíveis para a aquisição de novas lixeiras (coletores) e optamos por confeccionar artesanalmente os coletores para os materiais recicláveis.

Em dezembro de 2016, iniciou-se a aplicação de um questionário eletrônico sobre a Coleta Seletiva no campus, enviado a todos os servidores e discentes por e-mail, as questões foram simples e o objetivo principal foi saber o quantitativo de pessoas que já estavam sabendo da existência da coleta no campus,

bem como a necessidade de obter esclarecimentos sobre recicláveis e principalmente se há credibilidade na reciclagem de uma forma geral. Os resultados desse questionário revelaram que 82,4% dos entrevistados já sabiam da existência da coleta seletiva na instituição; 96,8% acreditam na reciclagem de materiais; 94,4% procuram descartar seu lixo corretamente e 43,2% precisam de maiores esclarecimentos sobre a composição dos diferentes tipos de materiais para descarte correto.

Dando continuidade a investigação realizada para a implantação dos coletores, em maio de 2017 o bolsista do projeto iniciou um trabalho investigativo sobre os tipos de materiais recicláveis depositados de forma errada em cada kit de coletores. Esta pesquisa está sendo realizada semanalmente, no mesmo dia da semana, buscando-se eliminar possíveis erros. Com os resultados desse trabalho será possível exibir um panorama geral do descarte incorreto/errôneo de materiais, bem como as possíveis causas, dando bases para realizarmos ações específicas por cada ambiente institucional.

Figura 6: Trabalho investigativo - materiais recicláveis depositados de forma errada.

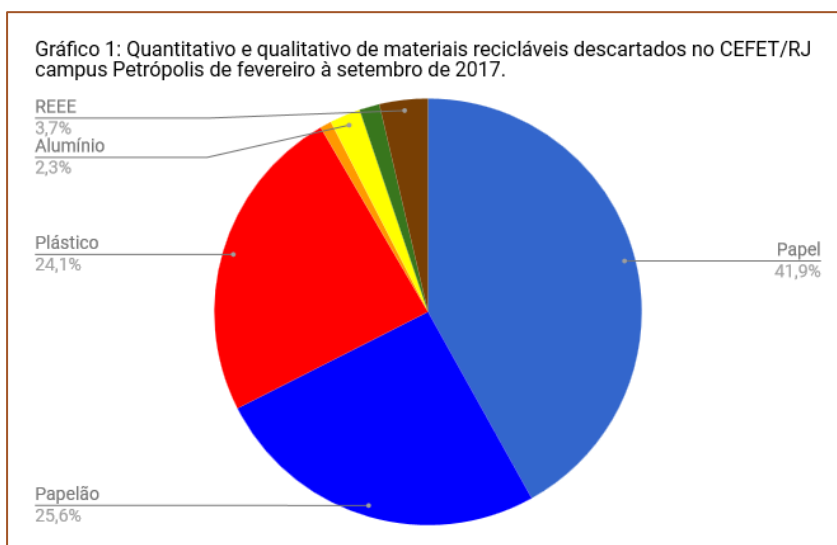


Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

A partir do sistema de pesagem pela equipe de limpeza, foi possível quantificar de fevereiro à setembro de 2017 um total de 1049 Kg de materiais recicláveis, sendo o papel e papelão os materiais mais representativos na pesagem (Gráfico 1), sendo que boa parte dessa representação deve-se ao descarte de caixas de papelão oriundas de equipamentos. Apesar do papel ter maior peso, o material que ocupa maior volume nos coletores é o plástico, que hoje

em dia é presente nas embalagens de quase todos os objetos e alimentos consumidos.

Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.



Em março de 2017 tivemos o projeto de extensão aprovado “CEFET Sustentável: ações da Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do *campus* Petrópolis”, contemplando um bolsista e um voluntário. O projeto prevê a continuidade de ações já iniciadas pela comissão, além de novas atividades, como a Feira do Desapego e o reaproveitamento de materiais, ancorados em iniciativas sustentáveis que envolvam outros servidores, buscando ampliar ainda mais o caráter interdisciplinar da comissão.

Em outubro de 2016, durante a Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão do CEFET, houve uma exposição de objetos feitos a partir de materiais reaproveitados, bem como a apresentação do kit de coletores de materiais com cartaz explicativo. Na ocasião, foram distribuídas para os setores do *campus*, algumas caixinhas de papelão devidamente identificadas para receber folhas do tipo A4 e semelhantes, para reaproveitamento como rascunhos.

Figura 7: Exposição de objetos feitos a partir de materiais reaproveitados.



Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

Em dezembro de 2016 foi feita uma árvore de Natal composta de nossos coletores recicláveis, objetivando-se chamar a atenção das pessoas para a causa da reciclagem mostrando que na instituição estamos desenvolvendo a prática da separação de recicláveis.

Ainda em fevereiro, começou-se o planejamento do primeiro “Seminário da Comissão de Coleta Seletiva Solidária: da

teoria à prática”, realizado em abril. O Seminário foi uma iniciativa da Comissão com o objetivo de apresentar a equipe e todas as suas ações. Para o dia do Seminário também foi organizada uma exposição de objetos confeccionados a partir de materiais reaproveitáveis por alunos do Centro de Referência em Educação Inclusiva de Petrópolis e uma exposição sobre o tempo de decomposição de materiais recicláveis.

Figura 8: Seminário da CCSS – Exposição.



Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

Durante o Seminário, além da apresentação sobre a comissão pelos seus integrantes, também foi realizada uma mesa redonda composta pela presidente da CCSS e pelo supervisor da equipe da limpeza do CEFET/RJ - Campus Petrópolis, pelo presidente da Cooperativa de Trabalho, Reciclagem e Empreendedores Populares de Petrópolis - COOREPET e pelo Diretor Técnico Industrial da COMDEP (Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis). Tal mesa redonda proporcionou um debate importante sobre a destinação dos resíduos de Petrópolis e uma oportunidade para que servidores, discentes e convidados pudessem ser esclarecidos sobre o trabalho, perspectivas e desafios de cada representatividade.

Em maio de 2017 a CCSS teve uma participação na gincana do Ensino Médio, através de uma atividade sobre reaproveitamento de materiais recicláveis usando o mínimo de recursos possível, na qual, um saco com diversos tipos de materiais foi entregue a cada uma das equipes e alguns objetos foram produzidos.

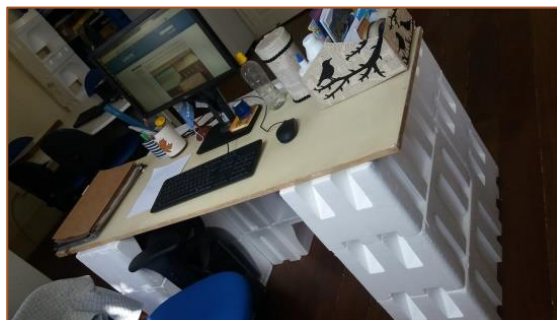
Em junho de 2017, por ocasião do Dia Mundial do Meio Ambiente, realizou-se a Feira

do Desapego, que procurou trabalhar a com ênfase na reutilização e o consumo consciente: as pessoas doam objetos que já não necessitam mais e podem levar aquilo que lhe for útil. Além desse troca/compartilhamento interno, por iniciativa de um discente do curso de Licenciatura em Física, todos os casacos foram destinados a moradores de rua. Tudo que sobrou foi doado para cooperativas de catadores. Tal atividade foi bem sucedida e a próxima acontecerá final de setembro que terá também uma atividade extra, dessa vez voltada para arrecadações de brinquedos e vestuário infantil para doação a orfanatos da região.

Algumas iniciativas para reaproveitamento de materiais da instituição também foram postas em prática: transformação dos quadros de fórmica descartados em quadros de avisos de tamanho menor; confecção de placas com números de computadores feitas com passa fio de mesa para a organização e controle de uso do laboratório de informática; duas mesas montadas com isopores oriundos de novos equipamentos formando a base e portas antigas formando o tampo e pequenas estantes para organização de materiais diversos.



Figura 9: Mesa com base de isopor.



Fonte: CCSS - CEFET/RJ Campus Petrópolis.

Durante a Semana de recepção de calouros (semestralmente), ocorre uma atividade que consiste em uma pequena apresentação da CCSS e das ações desenvolvidas ambientando o novo discente na dinâmica do campus no que se refere ao trabalho com os resíduos/materiais.

Os exemplos das atividades citadas vêm estimulando a CCSS a trabalhar e aprimorar suas atividades, elaborando novas ações, participando de eventos ligados à área ambiental e conversando com alunos e funcionários sobre a importância e como colaborar com a coleta seletiva. Tais iniciativas sempre tem como foco a boa qualidade do ambiente de trabalho e do cumprimento à legislação vigente.

## 5. CONCLUSÕES

As iniciativas sustentáveis da CCSS campus Petrópolis vêm mostrando uma nova forma de encarar os desafios institucionais frente ao compromisso ambiental de uma forma

simples, prática e funcional. O caráter interdisciplinar da comissão favorece o desenvolvimento de atividades diversificadas através da troca de experiências e reflete naturalmente nos setores administrativos e acadêmicos, com um olhar mais crítico e participativo, sempre com o enfoque nos 5R's.

Dessa forma, a dinâmica socioambiental nos mostra, por exemplo, um resultado significativo em oito meses de pesagens contínuas, onde foi possível quantificar mais de uma tonelada de materiais recicláveis, antes destinados ao aterro sanitário, passando a ter uma orientação adequada, gerando menos impacto ao meio ambiente além de renda aos cooperados responsáveis.

Espera-se implementar mais ações voltadas à sustentabilidade com envolvimento de mais servidores e discentes a partir de iniciativas diversificadas nas diferentes áreas do conhecimento, contribuindo para realização de atividades mais conscientes, trazendo reflexão e cultivo de boas práticas.

## REFERÊNCIAS

- [1] Abrelpe. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 1 setembro 2017.
- [2] Bernardes, J. A.; FERREIRA, F.P. de M. Sociedade e Natureza. /n: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). A questão ambiental: diferentes abordagens. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- [3] Brasil. Decreto nº5.940, de 25 de outubro de 2006. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, Seção 1 - 26/10/2006, Página 4.
- [4] Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº275, de 25 de abril de 2001. Diário Oficial [da República Federativa do

Brasil], Brasília, DF, no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

- [5] Cervo, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. Metodologia científica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [6] Lima, G. F. da C. Educação Ambiental no Brasil: Formação, identidades e desafios. Campinas, SP: Papyrus, 2011.
- [7] Loureiro, C. F. B. Educação ambiental crítica: princípios teóricos e metodológicos. Rio de Janeiro: Hotbook, 2002, (e.book). [www.hotbook.com.br](http://www.hotbook.com.br).
- [8] Morin, Edgar. Complexidade e ética da solidariedade. /n: CASTRO, G. de; CARVALHO, E. de A.; ALMEIDA, M. da C. de. (Orgs.). Ensaio de Complexidade. Porto Alegre: Sulina, 2006. 4 ed.
- [9] Onu. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<http://www.un.org/pt-br/0-8333-topical.shtml>>



---

<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 6 setembro 2017.

[10] Silveira, D. L. da. Educação Ambiental e conceitos caóticos. /n: PEDRINI, A. de G. (Org.).

Educação Ambiental: Reflexões e práticas contemporâneas. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

# CAPÍTULO 19

## IMPLEMENTAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO MILITAR: LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO

*Marcus do Nascimento Rachid*

*Andrea Riccio Barbosa*

*José Carlos de Jesus Lopes*

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo apresentar um levantamento bibliométrico, realizado na base de dados Periódicos CAPES no ano de 2017, para verificar quais publicações científicas podem contribuir com o estudo de implementação da Eficiência Energética (EE) e Sustentabilidade, nos novos projetos de Organizações Militares (OM), do Exército Brasileiro. Para atingir tal objetivo, foram implementadas as seguintes metodologias: pesquisa bibliométrica com foco qualitativo e quantitativo de análise de dados de publicações em artigos e revistas técnicas especializadas no tema proposto, com objetivo descritivo. Como resultados, foi possível observar a dificuldade em obter informações sobre o tema em Forças Armadas de outros países, onde as informações obtidas com maior profundidade foram todas relativas às Forças Armadas dos Estados Unidos da América (EUA). Foram selecionados 10 artigos que são diretamente pertinentes ao tema proposto, publicados entre os anos de 2005 e 2017, possivelmente fomentados pela Guerra do Iraque de 2003 e pelas leis energéticas americanas a partir de 2005. Também com o estudo bibliométrico foi possível constatar a importância desse trabalho, pois a quantidade de pesquisas sobre EE em obras militares, tanto no Brasil, como nos outros países que atendessem a problemática proposta não foram significativas, sendo, portanto, um tema a ser amplamente estudado.

**Palavra-Chave:** Militar, projetos, sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A atual crise econômica presenciada pela sociedade brasileira traz desafios à Administração Pública, principalmente no que tange à melhor distribuição de recursos financeiros, que neste momento estão mais escassos, que nos últimos anos. Neste contexto, são abordadas neste trabalho, as obras militares realizadas pelo Exército Brasileiro, que é a maior Instituição Pública do Brasil e principal agente do Governo Federal, na construção de obras públicas com uso de mão-de-obra própria (mão-de-obra direta).

O Exército Brasileiro possui sua fundação datada de 19 de abril de 1648, com efetivo de aproximadamente 220 mil homens, espalhados por toda a extensão territorial brasileira. É, atualmente, um dos mais importantes vetores de propagação de inovações tecnológicas do Brasil.

Importante salientar que estão ocorrendo mudanças nas legislações federais no sentido de que haja maior implementação da eficiência energética em obras públicas, onde pode ser destacada a Instrução Normativa (IN) nº 02/2014, de 04 de junho de 2014. SLTI. Tal Instrução Normativa dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*.

De acordo com a legislação supracitada, as novas edificações públicas, assim como as que recebam *retrofit*, dentro de determinados limites de área e de valor, deverão ser etiquetáveis em eficiência energética nível "A". Assim, o Exército Brasileiro está promovendo atualmente uma campanha cultural e técnica para seu efetivo interno, no sentido de que sejam adotadas boas técnicas voltadas para a implementação da Eficiência Energética (EE) e Sustentabilidade em suas edificações.

Neste sentido, o Exército contratou uma empresa para a realização de treinamento de seu efetivo técnico na implementação de EE em suas edificações, desde meados de 2016, com prazo final para treinamento até meados de 2017. Após o término dos treinamentos, poderá ser emitida a nota técnica que padronizará as medidas de implementação de eficiência energética nas OM.

A Diretoria de Obras Militares (DOM) é responsável pelo planejamento, coordenação e fiscalização de todas as obras militares do Exército Brasileiro. Tal Diretoria, aprovou, no ano de 2016, o planejamento para os próximos projetos de edificações militares do Exército, conforme Figura 1. Importante salientar que o planejamento supracitado demonstra mudança significativa na abordagem de tal assunto pelo Exército Brasileiro, no sentido de implementar medidas de eficiência energética e sustentabilidade, além de considerar os efeitos de conforto térmico em todas as novas obras militares.

Figura 1. Planejamento de longo prazo do Exército para implementação da EE e Sustentabilidade nas obras militares –



Fonte: BRASIL, 2016.

Tal planejamento possui projetos (fases de implementação – check points) a serem implementados no Exército tanto em nível estratégico (projetos 2, 3, 5, 7 e 9) quanto nos níveis tático e operacional (1, 4, 6 e 8).

Segue detalhamento de cada projeto:

Projeto 1 – Busca pelo atendimento pleno das condicionantes para obtenção da etiqueta nível “A” em eficiência energética;

Projeto 2 – Execução de normativas internas de orientação para a equipe técnica do Exército, que buscarão a implementação da eficiência energética, sustentabilidade e conforto térmico nas edificações militares, considerando as diferentes zonas bioclimáticas do Brasil;

Projeto 3 – Publicação de normativas técnicas internas do Exército que visam uniformizar procedimentos para execução de projetos energeticamente eficientes para todas as Comissões Regionais de Obras (CRO);

Projeto 4 – Seleção dos melhores projetos com relação ao custo-benefício conforme a zona bioclimática da OM;

Projeto 5 – Realização de capacitação da equipe técnica do Exército e dos gestores, a fim de facilitar sua completa implementação e fiscalização;

Projeto 6 – Execução de editais, especificações técnicas e planilhas analíticas de orçamentos que permitam a implementação de eficiência energética, sustentabilidade e conforto térmico em edificações militares;

Projeto 7 – Realização dos trâmites administrativos e técnicos necessários e suficientes junto ao INMETRO para que o Exército torne-se um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA), para que o mesmo possa realizar a etiquetagem de sua edificações;

Projeto 8 – Escolha dos projetos-tipo eficientes energeticamente conforme cada zona bioclimática e atendendo as especificidades de cada OM;

Projeto 9 – Publicação da legislação do Exército relativa à implementação da eficiência energética, sustentabilidade e conforto térmico nas edificações militares.

Figura 2. Uso de energia fotovoltaica no Quartel General do Exército Brasileiro -



Fonte: BRASIL, 2016.

O impacto positivo de tais medidas poderá trazer benefícios em médio e longo prazo, servindo de exemplo tanto para as demais Instituições Públicas, como para o setor

privado, uma vez que o Exército é um dos maiores contratantes de serviços do Brasil, nas mais diversas áreas.

## 2. OBJETIVO

Dado o exposto acima, o levantamento bibliométrico do tema deste trabalho torna-se a primeira etapa do projeto, com o objetivo de obter dados oriundos de outras pesquisas já realizadas anteriormente, que possam ser aproveitadas no contexto da construção e *retrofit* de edificações militares do Exército Brasileiro e que demonstrem a origem e os tipos de estudos já realizados.

## 3. METODOLOGIA

Dado o exposto acima, o levantamento bibliométrico do tema deste trabalho torna-se a primeira etapa do projeto, com o objetivo de obter dados oriundos de outras pesquisas já realizadas anteriormente, que possam ser aproveitadas no contexto da construção e *retrofit* de edificações militares do Exército Brasileiro e que demonstrem a origem e os tipos de estudos já realizados.

Foi realizada pesquisa bibliométrica com foco qualitativo e quantitativo de análise de dados de publicações em artigos e revistas técnicas especializadas no tema proposto, com objetivo descritivo.

Trata-se de pesquisa com procedimento bibliográfico, de natureza aplicada, pois objetiva a resolução de uma questão centrada na EE em organizações militares. O levantamento dos dados foi realizado entre os meses de abril a dezembro de 2016.

A busca por material técnico disponível sobre o tema ocorreu na plataforma de Periódicos CAPES. Inicialmente, não foi limitado espaço temporal para a busca, a fim de permitir a mensuração do espectro amostral de publicações técnicas sobre o assunto pertinente.

As palavras-chaves foram utilizadas tanto na língua portuguesa quanto na inglesa, sendo esta a 1ª fase do levantamento bibliométrico, conforme Tabela 01.

Tabela 1. Resultados das pesquisas de palavras-chaves – Fonte: autor, 2017.

Combinações das palavras-chaves	Total de publicações
Eficiência Energética + Militar	68
Energy Efficiency + Military	706
Edificações + Sustentabilidade + Militar	6
Buildings + sustainability + Military	69
Edificação + Militar + Eficiente	23
Building + Military + Efficient	99
<b>TOTAL</b>	<b>971</b>

Após esta análise inicial, foi realizada uma segunda análise buscando a pertinência ou não dos assuntos e resumos dos 971 artigos com o tema proposto, sendo selecionados 10 artigos, conforme Tabela 2.

Todos os 10 artigos selecionados estão na língua inglesa e tratam da implementação da eficiência energética em edificações militares das Forças Armadas dos Estados Unidos da

América (EUA), sendo diretamente pertinentes ao tema deste trabalho.

Os artigos mostram os ganhos energéticos quantitativos com as ações implementadas nas diversas áreas das Forças Armadas dos EUA, tanto em tempos de paz, quanto de guerra, em diferentes locais do mundo. Devido ao universo relativamente pequeno de artigos a serem analisados, foi possível a realização da leitura integral de todos.



Tabela 2. Total de publicações conforme as fases do levantamento bibliométrico – Fonte: autor, 2017.

Fase	Total de publicações
1ª Fase	971
2ª Fase	10

Foi analisada a pertinência dos artigos com as áreas de eficiência energética, conforto

ambiental e sustentabilidade, sendo obtidos os seguintes resultados, conforme Tabela 3:

Tabela 3. Quantitativo de artigos conforme a área de concentração - Fonte: autor, 2017.

Áreas de estudo	Quantidades
Eficiência Energética	10
Conforto Ambiental	8
Sustentabilidade	7

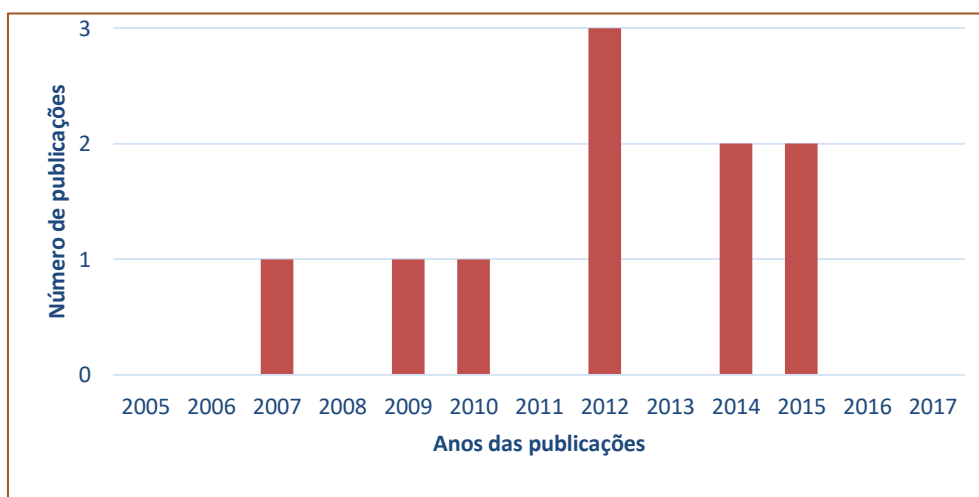
#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa foi realizada para materiais publicados entre 2005 e 2017, sendo obtidos os seguintes resultados, conforme Figura 3.

A Figura 3 mostra o início de publicações pertinentes ao trabalho em 2007, com ápice nos anos de 2012 e 2014. Tal fato deve-se, provavelmente, às Legislações do Governo dos EUA de 2005 (Energy Policy Act of 2005 –

Ato de Política Energética de 2005) e de 2007 (Energy Independence and Security Act of 2007 – Ato de Segurança e Independência Energética de 2007); EPACT 2005 e EISA 2007, respectivamente. Igualmente provável foi pelo fim das operações de combate da Guerra do Iraque em 2010, quando os balanços financeiros da guerra são realizados.

Figura 3. Distribuição quantitativa dos artigos selecionados desde 2005 –



Fonte: autor, 2017.

Sobre os artigos, pode ser citado o seguinte:

GAMMACHE (2007), apresenta duas possibilidades de obtenção de eficiência energética na área militar para os EUA: realização de contratos por eficiência para as instalações militares permanentes e utilização de resíduos para obtenção de energia elétrica em instalações provisórias durante as operações de combate.

DERU et al. (2009) mostra o desenvolvimento de limites orçamentários energéticos e um guia para projetos energeticamente eficientes para refeitórios e cozinhas militares.

BOOTH et al. (2010) propõe um processo de avaliação e planejamento para examinar a potencialidade das instalações militares serem autossuficientes energeticamente, aliando considerações de campanha, missão, custo e segurança.

GUNASEKARA (2012) faz um compêndio de informações de diversos artigos mostrando as ações do DoD - *Department of Defense* (Departamento de Defesa dos EUA), que busca a independência energética norte americana em relação a outros países fornecedores de energia não renovável, instáveis politicamente e economicamente.

LANGNER et al. (2012) abrange a análise, a abordagem e os resultados mostrando o desempenho energético de uma instalação para manutenção de equipamentos táticos do Exército dos EUA. É proposto melhoramentos na envoltória, ventilação cruzada, redução da densidade luminosa, dentre outras medidas.

ZHIVOV et al (2012) lembra que o Exército dos EUA deverá, por lei, a eliminar o uso de combustíveis fósseis nas novas instalações e nos casos de *retrofit* até 2030 (EPACT 2005 e EISA 2007). O Exército dos EUA deverá reduzir em 15% o consumo de energia de forma geral em todas as suas instalações até 2015. É frisado que a meta do Exército dos EUA é alcançar 08 instalações militares piloto, energeticamente sustentáveis de forma completa, até 2020, 25 instalações militares até 2031 e todas as demais instalações militares até 2058.

ACORE (2014) - *American Council on Renewable Energy* (Conselho Americano para Energia Renovável) - proporciona uma série de estudos acerca da implementação da eficiência energética, conforto térmico e sustentabilidade em instalações militares. A ACORE trabalha unida ao DoD, no sentido de trocar informações técnicas sobre o assunto

com militares americanos, conforme as especificidades das edificações e equipamentos militares.

SANDRA (2014) aponta que o número de projetos de energia renovável nas bases militares americanas aumentaram de 454 em 2010 para 700 em 2012, um crescimento de 43%, incluindo energia solar, eólica, biomassa e geotérmica.

ZHIVOV et al (2015a) faz um guia para implementação de eficiência energética em instalações militares, fazendo observações econômicas, políticas, técnicas, dentre outras considerações, reunindo os trabalhos de diversos autores.

ZHIVOV et al (2015b) descreve o processo e os resultados para implementação de eficiência energética na Academia Militar de West Point – EUA, com o objetivo de tornar tal instalação energeticamente sustentável.

## 5. CONCLUSÃO

Foi possível observar a escassez de artigos publicados que são pertinentes diretamente ao assunto em pauta, qual seja, a implementação de eficiência energética em edificações militares. Porém, não é possível afirmar que a eficiência energética não esteja sendo implementada nos exércitos de outros países, até mesmo porque esse assunto pode estar sendo tratado como estratégico por tais países, não havendo assim, permissão para tornar domínio público, tais estudos e informações. Tal fator aumenta ainda mais a importância da realização do presente levantamento bibliométrico.

Com a análise dos artigos publicados, foi possível concluir que a imposição de legislações que tratem diretamente da eficiência energética, conforto térmico e sustentabilidade foram essenciais para suas implementações nas Forças Armadas dos EUA. Porém, também é importante frisar, que tais legislações possuem grande flexibilidade com relação ao método de implementação, permitindo que as Forças Armadas dos EUA, com todas as suas especificidades, tenham êxito em tal ação.

O início de publicações pertinentes ao assunto foi em 2007 com 01 publicação, 2008 sem publicações, 2009 e 2010, ambas com 01 publicação cada. Em seguida 2011 sem publicações, 2012 com 03 publicações, 2013 sem publicações, 2014 e 2015 com 02

publicações cada. Em 2016 e 2017 sem publicações até o momento.

Tais distribuições de publicações são, possivelmente, devido às Legislações do Governo dos EUA de 2005 (*Energy Policy Act of 2005 – Ato de Política Energética de 2005*) e de 2007 (*Energy Independence and Security Act of 2007 – Ato de Segurança e*

Independência Energética de 2007); EPACT 2005 e EISA 2007, respectivamente. Igualmente provável foi pelo fim das operações de combate da Guerra do Iraque em 2010, quando os balanços financeiros da guerra são realizados. SANDRA (2014) já comentava sobre o aumento de projetos energeticamente eficientes entre 2010 e 2012.

## REFERÊNCIAS

- [1] American Council on Renewable Energy. Renewable Energy for Military Installations: 2014 Industry Review. Washington, DC. EUA: ACORE, 2014.
- [2] Booth, S. et al. Net Zero Energy Military Installations: A Guide to Assessment and Planning. Colorado. EUA: NREL, 2010.
- [3] Brasil. Diretoria de Obras Militares. O Programa de Sustentabilidade no Sistema de Obras Militares. Brasília-df: S2, 2016. Color.
- [4] \_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 02/2014, de 04 de junho de 2014. SLTI – Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores pela APF Direta, Autárquica e Fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Distrito Federal, DF
- [5] \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Defesa e Meio Ambiente. 2016. Disponível em: <[http://www.defesa.gov.br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/defesa\\_e\\_meio\\_ambiente/livro\\_defesa\\_e\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.defesa.gov.br/arquivos/estado_e_defesa/defesa_e_meio_ambiente/livro_defesa_e_meio_ambiente.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2017.
- [6] Deru, M. et al. Improving Energy Performance of Army Dining Facilities. ASHRAE Transactions . Vol. 115 Issue 2, p1013-1031. 19p. 2009.
- [7] Gamache, Nathan J. Determining the return of energy efficiency investments in domestic and deployed military installations. Monterey, CA, EUA: CALHOUN, 2007.
- [8] Gunasekara, Surya G. A Sticky Situation: Oil Sands, Alternative Fuels, Energy Security and the EISA Section 526 Petroleum Procurement Problem. George Washington Journal of Energy & Environmental Law, Vol. 3, 2012.
- [9] Langner, R. et al. Extremely Low-Energy Design for Army Buildings: Tactical Equipment Maintenance Facility. Colorado. EUA: NREL 2012.
- [10] More: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: < <http://www.more.ufsc.br/> >. Acesso em: 10 set. 2017.
- [11] Sandra, E. Renewable Energy Boom Underway at U.S. Military Bases. Arlington, VA, EUA: NDIA, 2014.
- [12] Zhivov, A. et al. Net Zero Building Cluster Energy Systems Analysis for U.S. Army Installations. ASHRAE Transactions; Atlanta 118 (2012): 751-766.
- [13] ZHIVOV, A. et al. Army Net Zero – Lessons Learned in Net Zero Energy. Colorado. EUA: NREL 2015.
- [14] Zhivov, A. et al. Energy Master Planning toward Net Zero Energy Installation-U.S. Military Academy, West Point. ASHRAE Transactions; Atlanta 121 (2015): 141-159.

# CAPÍTULO 20

## COGERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DO EFEITO SEEBECK: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

*Hilton James de Lima Nunes*

*Andréa Teresa Riccio Barbosa*

*José Carlos de Jesus Lopes*

*Luiz Miguel Renda dos Santos*

**Resumo:** O estudo apresentado traz uma pesquisa bibliográfica quantitativa de artigos referentes ao sistema de cogeração através do efeito Seebeck. Este efeito é capaz de transformar energia térmica proveniente de uma caldeira em energia elétrica útil, isso devido ao efeito Seebeck, fenômeno característico de módulos termoelétricos. Este tipo de cogeração é tratado nos artigos a ser utilizado em locais onde o calor é desperdiçado ou simplesmente trocado com o ar, podendo ser utilizado para aumentar sua eficiência de uma determinada máquina ou processo. De frente a necessidade de se obter energia a partir de outras fontes, é que se deu a ideia de contribuir cientificamente com o estudo deste trabalho. E futuramente contribuir com a utilização de um sistema de cogeração de energia elétrica utilizando módulos termoelétricas. Este artigo demonstra apenas resultados quantitativos que de antemão mostram-se muito promissores, de maneira que novas pesquisas devem aprimorar o projeto, como pesquisas qualitativas com enfoque nos métodos e resultados obtidos por pesquisadores da área.

**Palavra-Chave:** módulos termoelétricos, cogeração.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho procura apresentar uma contribuição científica ao avaliar publicações, dissertações e teses no âmbito da eficiência energética. Foram buscados referentes a assuntos sobre cogeração de energia a partir de módulos termoelétricos ou geradores de estado sólido que funcionam a partir do efeito Seebeck. As pesquisas foram efetuadas em títulos e resumos levando em consideração palavras chaves que convergem a um tema específico.

Tema este que é o aumento da eficiência de uma caldeira a partir da aplicação de um sistema de cogeração de energia. Sistema este que deve ser composto por módulos termoelétricos que utilizam do efeito seebeck para transformar calor desperdiçado no sistema de exaustão da caldeira em energia elétrica útil. Logo para que seja possível elucidar esta pesquisa é de extrema importância explanar a respeito das caldeiras, dos módulos termoelétricos e o efeito Seebeck.

As caldeiras são máquinas térmicas de combustão externa e que em sua maioria desperdiçam muita energia em forma de calor em suas paredes, no sistema de exaustão e de descarga de fundo.

Os módulos termoelétricos são dispositivos geradores de energia em estado sólido, ou seja, não precisam efetuar movimentos para gerar energia. Característica que o torna em um gerador de baixo custo tornando o seu uso viável economicamente para o reaproveitamento de calor e à cogeração de energia. Podendo ser aplicados a inúmeros dispositivos ou máquinas que desperdiçam energia em forma de calor.

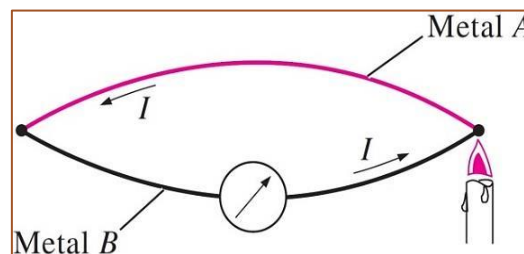
Em 1821, Thomas Seebeck observou um fenômeno em que quando dois metais distintos unidos são aquecidos, em sua junção surge uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades da mesma. A este fenômeno foi dado o nome de efeito Seebeck (MOURA, 2010) (FERNANDES, 2012).

Com esta diferença de potencial é possível obter-se uma corrente elétrica  $I$  quando uma determinada quantidade de calor é aplicada sobre uma das junções composta de dois metais semicondutores distintos, conforme a Figura 2. A este fenômeno foi dado o nome de efeito Seebeck, Para que seja possível quantificar a energia gerada em relação à

quantidade de calor aplicado à junção, T.J. Seebeck criou um coeficiente de tensão por temperatura, que é uma relação matemática onde o coeficiente Seebeck é em função da tensão  $V$  dividida pelo diferencial das temperaturas referentes às junções. Ou seja, o coeficiente Seebeck é dado em  $V/K$ .

O efeito Seebeck é o princípio base dos geradores termoelétricos. O trabalho é produzido sobre uma carga quando uma fonte de calor  $Q_h$  a alta temperatura, aquece uma junção ao mesmo tempo em que o calor é absorvido por um sumidouro de calor  $Q_l$  na outra junção como pode ser observado na figura 1 (BOLES et al, 2006) (GERTHSEN et al, 1998,).

Figura 1 - Efeito Seebeck.



Fonte: (BOLES; ÇENGEL, 2006).

Jean Peltier, em 1834, observou um fenômeno contrário ao efeito Seebeck. Ele observou que quando aplicado uma tensão elétrica nas extremidades de uma junção metálica composta por dois materiais metálicos distintos, o calor é retirado de um lado da junção e transportado para o outro lado. A este fenômeno foi dado o nome de efeito Peltier (FERNANDES, 2012) (ANACLETO, 2007).

Joseph Thomson, por volta de 1850, estudou os efeitos Seebeck e Peltier sobre uma junção entre materiais metálicos distintos e ao ensaiar a passagem de corrente elétrica sobre um material homogêneo, onde sobre o mesmo existia um gradiente de temperatura, observou que a absorção ou a liberação de calor é proporcional a intensidade do fluxo de elétrico ou corrente elétrica (ANACLETO, 2007) (CARVALHO, 2012).

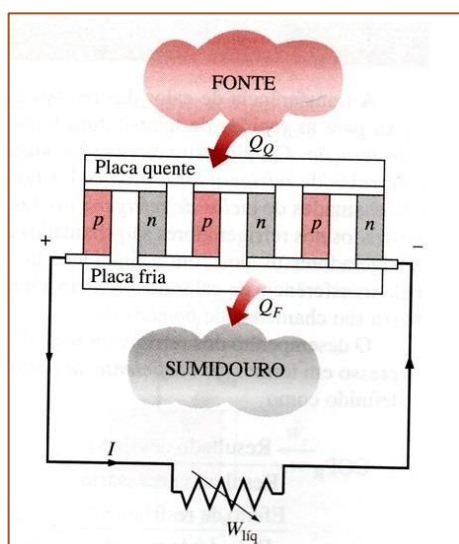
As máquinas feitas a partir de junções criadas com materiais metálicos distintos foram às precursoras da termoeletricidade. Logo, com o avanço da tecnologia, novos materiais surgiram no âmbito científico e os materiais semicondutores criados a partir de telureto de



bismuto ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) foram os que se mostraram mais eficientes em comparação aos materiais metálicos homogêneos. Logo, foram criadas placas ou módulos termoelétricos compostos por  $n$  junções entre materiais semicondutores tipo N e tipo P, distribuídos de maneira uniforme para um melhor aproveitamento da área de contato.

Nos dias atuais o avanço da tecnologia nos permite ter acesso a equipamentos que possuem os efeitos Seebeck e Peltier, que são os módulos termoelétricos. Estes são utilizados em refrigeradores e aquecedores modernos, através do efeito Peltier, bem como através do efeito Seebeck no uso para a geração de energia (MOURA, 2010) (CARVALHO, 2012) como é demonstrado através da figura 2.

Figura 2 Gerador termoelétrico.



Fonte: (BOLES; ÇENGEL, 2006).

## 2. OBJETIVOS

Esta pesquisa bibliométrica tem como objetivo reunir o máximo de informações de publicações, testes e dissertações que relacionem os módulos termoelétricos, suas características de geração de energia e calor desperdiçado em caldeiras. De maneira que esta pesquisa bibliométrica venha servir de embasamento, como uma fundação a uma futura pesquisa científica na área de eficiência energética.

Esta futura pesquisa científica, que será fruto desta pesquisa bibliométrica, tem como objetivo principal aumentar a eficiência de uma caldeira abastecida por gás natural. Utilizando um sistema de cogeração de

energia composto por módulos termoelétricos sobre o sistema de exaustão de uma caldeira. Seguido de dois objetivos específicos, onde o primeiro é efetuar testes sobre a eficácia do sistema de cogeração de energia composto de módulos termoelétricos aplicados à saída dos gases de exaustão de uma caldeira. E o segundo objetivo específico é testar o aumento da eficiência de uma caldeira ao aplicar o sistema de cogeração de energia composto pelos módulos termoelétricos.

## 3. METODOLOGIA

Para verificar os trabalhos relacionados a este projeto e verificar sua originalidade foi realizado um levantamento bibliométrico para obter o estado da arte do assunto: "Cogeração de energia através do efeito Seebeck em caldeiras".

Foram feitas pesquisas no site de periódicos eletrônicos Capes que por sua vez efetua pesquisa dentro de outros sites como, por exemplo, o Elsevier (Journal of Cleaner Production), Emerald (International Journal of Sustainability in Higher Education). Além disso, foi utilizado o software livre Harzing's Publish or Perish versão 5.24.1.6182.

A 1ª etapa da pesquisa nos sites foi realizada em dezembro de 2016 utilizando como palavras chave de busca os termos "Industrial boiler, thermoelectricity, seebeck" que em português é "Caldeira industrial, termoeletricidade, Seebeck".

Na 2ª etapa da pesquisa a prioridade foram os trabalhos apresentados a partir de 2010 delimitando os artigos. O fato de filtrar os artigos mais novos dos últimos seis anos leva em consideração a evolução dos materiais que compõem os módulos termoelétricos. Visto que os artigos mais recentes apresentam módulos termoelétricos mais modernos com melhor desempenho.

E para a 3ª etapa da pesquisa foi efetuada uma procura pelos títulos onde foi possível melhorar a seleção dos artigos utilizando um filtro rejeitando palavras. As palavras utilizadas no filtro de rejeito foram "solar, rankine, teological, handbook, book, turbine, treating organic, fiber optic, controller" que em português são "Solar, rankine, teológico, manual, livro, turbina, tratamento, orgânica, fibra óptica, controlador".

Devido a escolha de se utilizar por dois meios de pesquisa, o site periódicos CAPES e o

software livre Harzing's Publish or Perish versão 5.24.1.6182, foram identificados artigos duplicados. Isto se deve ao fato de que o software livre efetua uma busca muito ampla em uma base de dados semelhante a utilizada no site do periódicos CAPES.

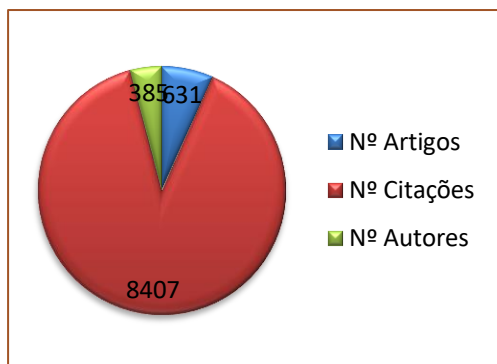
Para eliminar resultados ambíguos foi executada uma varredura por nomes de artigos e seus autores e manualmente foram excluídos da listagem, que por fim refinou os resultados por não conterem duplicidades.

#### 4. RESULTADOS

Foram levados em conta a quantidade de artigos encontrados, números de autores e principalmente número de citações, o que demonstra o fator de impacto. Como resultado para a realização do estudo bibliométrico onde foi feito um levantamento de publicações, teses e dissertações referentes a esse assunto no site de periódicos eletrônicos Capes que por sua vez efetua pesquisa dentro de outros sites como, por exemplo, o Elsevier (Journal of Cleaner Production), Emerald (International Journal of Sustainability in Higher Education).

Utilizando o software livre Harzing's Publish or Perish versão 5.24.1.6182. Na 1ª etapa da pesquisa ao efetuar as buscas em dezembro de 2016 utilizando como palavras chave de busca os termos "Industrial boiler, thermoelectricity, seebeck" que em português é "Caldeira industrial, termoeletricidade, Seebeck". Foi possível encontrar um total de 631 artigos, com 385 autores e um total de 8407 citações, como pode ser observado na figura 3.

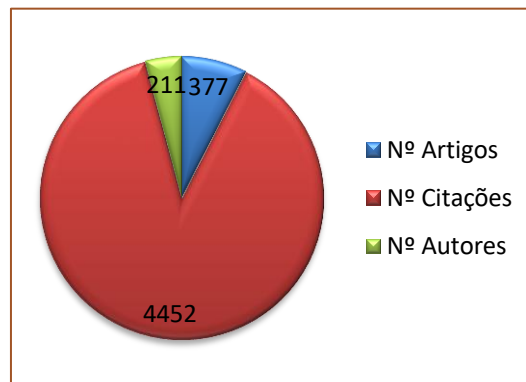
Figura 3 - Gráfico 1ª etapa.



Fonte: Autor do Trabalho

Logo foi aplicado o filtro de data buscando os artigos com tecnologias mais recentes desde o ano de 2010, resultando em 377 artigos na 2ª etapa da pesquisa. Foi possível encontrar um total de 377 artigos, com 211 autores e um total de 4452 citações, como pode ser observado na figura 4.

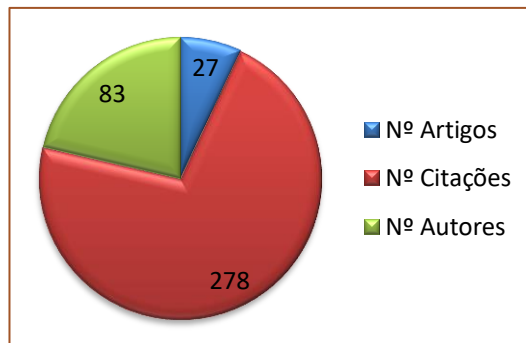
Figura 4 – Gráfico 2ª etapa.



Fonte: Autor do Trabalho

Ao vasculhar todos os títulos foi utilizado um filtro rejeitando palavras, as quais foram "solar, rankine, teological, handbook, book, turbine, treating organic, fiber optic, controller" que em português são "Solar, rankine, teológico, manual, livro, turbina, tratamento, orgânica, fibra óptica, controlador". O que delimitou para um total de 27 artigos na 3ª etapa da pesquisa. Foi possível encontrar um total de 27 artigos, com 83 autores e um total de 278 citações, como pode ser observado figura 5.

Figura 5 - Gráfico 3ª etapa.



Fonte: Autor do Trabalho

Todas as etapas da pesquisa bibliométrica podem ser observadas conforme é demonstrado na tabela 1.

Tabela 1

Pesquisa Bibliométrica			
	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa
<b>Nº Artigos</b>	631	377	27
<b>Nº Citações</b>	8407	4452	278
<b>Nº Autores</b>	385	211	83
<b>Ano de publicação</b>	1847 - 2016	2010-2016	2010-2016

Através da quantidade de quantidade de artigos publicados nos anos de 2010 a 2016 podemos observar o nível de interesse dos pesquisadores, o que demonstra que apesar do grande potencial do efeito seebeck, o assunto ainda é pouco explorado. Como podemos observar através da tabela 2.

Tabela 2

Ano	Nª de publicações
2010	5
2011	6
2012	2
2013	4
2014	3
2015	4
2016	3

## 5. CONCLUSÕES

Através deste estudo foram identificados muitos estudos sobre o efeito Seebeck no exterior, sendo um assunto ainda pouco explorado no Brasil. A cogeração de energia através do efeito Seebeck não é um tema abordado em artigos científicos brasileiros nas plataformas pesquisadas, apesar de apresentar grande potencial efetivo em cogeração de energia e relevante contribuição científica para publicações. Em contra partida foram encontradas teses de mestrado contendo grandes pesquisas referentes ao assunto pesquisado neste artigo foram encontradas. O que ressalta a importância não só do assunto, mas também o potencial à sua publicação em revistas científicas para que exista uma efetiva contribuição à comunidade científica. Outro fator importante é a inovação tecnológica por se tratar de estudo bibliométrico de duas tecnologias já conhecidas. A tecnologia das caldeiras e a tecnologia dos módulos termoeletrônicos. Onde até a data da edição deste artigo não fora encontrado publicações

que se utilizam destas duas tecnologias para efetuar cogeração de energia.

Desta maneira, as teses de maior importância para esta pesquisa bibliométrica e que tratam sobre os assuntos aqui pesquisados são abordadas neste artigo devido ao fato de colaborarem para o desenvolvimento da pesquisa científica de cogeração de energia termoeletrônica no sistema de exaustão de caldeiras.

Costa (2010) propôs um aumento teórico do rendimento do efeito Seebeck em fios quânticos compostos por telureto de chumbo PbTe em substituição ao telureto de bismuto Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>. Costa (2010) mensurou as propriedades termoeletrônicas e eletrônicas de fios quânticos compostos por PbTe a partir da análise de variações na condutância e no efeito Seebeck dos fios em função da geometria e de parâmetros estruturais, além de efetuar estudos comparativos com resultados experimentais ao longo das direções dos fios quânticos.

Carvalho (2012) apresenta uma proposta de geração de energia a partir do calor gerado no escapamento de um automóvel utilizando módulos termoeletrônicos. Em sua pesquisa, Carvalho (2012) comprova a eficácia de seu projeto para a geração de energia limpa sem a liberação de resíduos nocivos para o meio ambiente.

Fernandes (2012) propôs a utilização de módulos termoeletrônicos para desenvolver um sistema de recuperação de energia de um equipamento industrial. Em seu trabalho, através de ensaios, Fernandes (2012) comprovou a eficácia da utilização de um gerador termoeletrônico constituído por placas termoeletrônicas alocadas em uma tubulação de alumínio, com face externa octogonal, gerando energia limpa e sem liberação de resíduos para o meio ambiente.

O presente trabalho buscou demonstrar uma análise quantitativa as publicações científicas em revistas e periódicos sobre a cogeração de energia através do efeito Seebeck.

Para um amadurecimento do assunto e como proposta de trabalhos futuros é de sobremaneira relevante e necessário que

## REFERÊNCIAS

- [1] Anacleto, A. M. C. Temperatura e sua medição. (2007). 218f. Dissertação (mestrado em departamento de física) - faculdade de ciências da universidade do porto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Portugal.
- [2] Aung Nn, et al. (2015) Development of self-powered wireless high temperature electrochemical sensor for in situ corrosion monitoring of coal-fired power plant. *Ira transactions, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019057814002286>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [3] Bensaïd et al. (2012) High efficiency thermo-electric power generator. *Hydrogen energy publications, llc. Published by elsevier ltd. , italy, n.37, p.1385-1398. Doi:10.1016/j.ijhydene.2011.09.125*
- [4] Bhatt, M. S.; jothibas, s. (1999) Performance enhancement in coal fired thermal power plants. Part i: boilers. *International journal of energy research, india, v.23, n.3, p.465-487.*
- [5] Borcuch M, et al. (2016) The analysis of heat exchangers geometry in thermoelectric generators for waste heat utilization. *E3s web*. Disponível em: <[http://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2016/05/e3sconf\\_seed2016\\_00003/e3sconf\\_seed2016\\_00003.html](http://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2016/05/e3sconf_seed2016_00003/e3sconf_seed2016_00003.html)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [6] Barati M, et al. (2011) Energy recovery from high temperature slags. *Energy, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544211004555>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [7] Borgnakke, C.; Sonntag, R. E.; Wylen, G. J. V. (2003) *Fundamentos da termodinâmica*. Sexta. Ed. São paulo-sp: editora edgard blucher ltda. 577p.
- [8] Carvalho, C. A. R. (2012) Estudo da viabilidade do aproveitamento do calor de escape para a geração de energia elétrica em automóveis. 68f. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica) - universidade de taubaté, taubaté - são paulo, 2012.
- [9] Bianchini A, et al. (2010) Innovative stand-alone biomass boiler characterized by low pm emission. *Researchgate.net*. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/marco\\_pellegri/publication/309726868\\_innovative\\_stand-alone\\_biomass\\_boiler\\_characterized\\_by\\_low\\_pm\\_emission/links/581f5fa108aea429b298ddfd.pdf](https://www.researchgate.net/profile/marco_pellegri/publication/309726868_innovative_stand-alone_biomass_boiler_characterized_by_low_pm_emission/links/581f5fa108aea429b298ddfd.pdf)> acesso em: 02 de dezembro de 2016

sejam efetuadas novas pesquisas o assunto, como pesquisas qualitativas com enfoque nos métodos utilizados e resultados obtidos na cogeração de energia através do efeito Seebeck.

- [10] Bianchini A, et al. (2014) Thermoelectric cells cogeneration from biomass power plant. *Energy procedia, elsevier, n.1876610214000307, 8*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214000307>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [11] Colombo, F. M. R. M. J. B. E. (2010) Cfd feasibility analysis of an improved cook stove (ics) for electricity production. *Researchgate.net*. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/jacopo\\_barbieri/publication/282005741\\_cfd\\_feasibility\\_analysis\\_of\\_an\\_improved\\_cook\\_stove\\_ics\\_for\\_electricity\\_production/links/5601223208aeba1d9f84edec.pdf](https://www.researchgate.net/profile/jacopo_barbieri/publication/282005741_cfd_feasibility_analysis_of_an_improved_cook_stove_ics_for_electricity_production/links/5601223208aeba1d9f84edec.pdf)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [12] Costa, V. A. (2010) Estudo das propriedades termoelétricas de fios quânticos de telureto de chumbo. 92f. Monografia (bacharelado em engenharia e tecnologia espaciais /ciência e tecnologia de materiais e sensores) - instituto nacional de pesquisas espaciais - inpe, são josé dos campos, 2010.. *Inpe-16679-tdi/1624* disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/01.18.16.50>> acesso em: 3 dez. 2016
- [13] Dm Rowe, (1989) Estados Unidos Termoelétricos Atividades no espaço, in: *proceedings viii int conf on termelétrica conversão de energia, nancy, França., pp. 133e142.*
- [14] Duff, M.; Towey, J. (2010) Two ways to measure temperature using thermocouples feature simplicity, accuracy, and flexibility. *Analog dialogue, analog.com*. Disponível em: <<http://www.analog.com/library/analogdialogue/archives/44-10/thermocouple.html/thermocouple.pdf>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [15] Engler O, et al. (2013) Impact of homogenization on particles in the al-mg-mn alloy aa 5454—experiment and simulation. *Journal of alloys and compounds, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925838813002260>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [16] Fernandes, A. E. S. S. (2012) Conversão de energia com células de peltier. 119f. Dissertação (mestrado em energias renováveis - conversão elétrica e utilização sustentáveis (merceus)) - fct - faculdade de ciência e tecnologia universidade nova de lisboa, lisboa - portugal, 2012.
- [17] Gerthsen, et al. (1998) *Física*. Segunda. Ed. Av. De berna lisboa: fundação calouste gulbenkian. 959p. Tradução do original alemão intitulado *physik. Ein lehrbuch zum gebrauch neben vorlesungen*

- [18] Hayden, A.; Qiu, K. (2011) Development of thermoelectric self-powered heating equipment. *Journal of electronic materials*. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11664-010-1473-0>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [19] Höftberger E, et al. (2010) Grid autarchy of automated pellets combustion systems by the means of thermoelectric generators. *Goes thermoelectrics*. Disponível em: <[https://scholar.google.com/scholar?cites=2982152798524164355&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=en&num=20](https://scholar.google.com/scholar?cites=2982152798524164355&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=en&num=20)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [20] Kreith, F.; Bohn, M. S. (2003) *Princípios de transferência de calor*. São paulo: pioneira thomson learning. 623p.
- [21] Moura, J. A. S. (2010) Filmes nanométricos de fen e aln crescidos por sputtering e aplicações do efeito peltier. 131f. Tese (doutorado em programa de pós-graduação em física) - universidade federal do rio grande do norte, natal-rn, brasil, 2010.
- [22] Mason, R.; White, D. A (2010) Thermocouple homogeneity scanner based on an open pressure-controlled water heatpipe. *Springer, international journal of thermophysics*. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10765-010-0820-y>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [23] Ma Hk, et al. (2015) Waste heat recovery using a thermoelectric power generation system in a biomass gasifier. *Applied thermal engineering, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431114008424>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [24] Rezania, A.; Rosendahl, L. A (2015) Comparison of micro-structured flat-plate and cross-cut heat sinks for thermoelectric generation application. *Energy conversion and management, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890415005294>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [25] Rodríguez A, et al. (2014) Experimental study and optimization of thermoelectricity-driven autonomous sensors for the chimney of a biomass power plant. *Journal of electronic*. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11664-014-3097-2>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [26] Rosendahl La, et al. (2011) Hybrid solid oxide fuel cell and thermoelectric generator for maximum power output in micro-chp systems. *Journal of electronic*. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11664-011-1552-x>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [27] Sakurada, S.; Shutoh, N. (2010) Thermoelectric material, thermoelectric conversion module and thermoelectric power generating device using the same. *Us patent 7,851,692*. Disponível em: <[https://scholar.google.com/scholar?cites=94234365791727114&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=en&num=20](https://scholar.google.com/scholar?cites=94234365791727114&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=en&num=20)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [28] Mityakov, V.; Sapozhnikov, s. (2010) High-temperature heat transfer investigations using heterogeneous gradient sensors. *Asmedigitalcollection.asme.org, conferences*. Disponível em: <[http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/data/conferences/ihtc14/72314/19\\_1.pdf](http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/data/conferences/ihtc14/72314/19_1.pdf)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [29] Yatim, N. (2012) "Open-short circuit" dimensionless figure-of-merit (zt) measurement technique for investigation of thermoelements and segmented thermoelectric. *Orca.cf.ac.uk*. Disponível em: <<http://orca.cf.ac.uk/37335/1/2012mdyatimnphd.pdf>> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [30] Zhang, z.; zhou, h. (2011) Research on the intramural thermoelectric generator for lower speed fluid. *leeeexplore.ieee.org, consumer electronics, communications, n.5768965*. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5768965](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5768965)> acesso em: 02 de dezembro de 2016
- [31] Zhang z, et al. (2011) Modeling and simulations on the intramural thermoelectric generator of lower-re-fluid. *Springer, advanced research on electronic commerce*.
- [32] Zhang h, et al. (2013) A review of waste heat recovery technologies towards molten slag in steel industry. *Applied energy, elsevier*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191300127x>> acesso em: 02 de dezembro de 2016



*Autares*

### **ADRYELY JULIANNE SILVA DA SILVA**

Graduanda do curso de tecnologia em gestão ambiental, no instituto federal do pará. publicação de trabalho no vii congresso brasileiro de gestão ambiental. publicação de trabalho no viii congresso brasileiro de gestão ambiental. premiada no VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, promovido pelo Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - Ibeas, com o melhor trabalho técnico na modalidade oral, na categoria: gestão ambiental em saneamento: tratamento de água, tratamento de efluentes líquidos e drenagem urbana.

### **ANA ELISA ROCHA RIOS**

Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte, graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário UNA. Possui vivência na área de pesquisa ambiental com 2 artigos publicados em eventos e periódicos durante a graduação. Também possui experiência com licenciamento ambiental e controle da poluição ambiental.

### **ANA PAULA VIEIRA DA SILVA**

Graduação em Gestão Ambiental (2015) e Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental (2017), ambos pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Tem experiência em educação ambiental, técnicas de restauração ecológica e monitoramento ambiental.

### **ANDRÉ BICALHO LUZ**

Bacharelado em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Inglês intermediário. Atuação com prospecção e mapeamento de leads no setor de agronegócio. Experiência em educação ambiental e mobilização social. Atuação no setor financeiro (Contas a pagar). Experiência como Back Office. Cursos de Contenção e Controle de Sedimentos, Perícia Ambiental, Mobilização Social, Gestão de Resíduos Sólidos e Design Permacultural (planejamento de ambientes sustentáveis).

### **ANDRÉ DO AMARAL PENTEADO BISCARO**

Engenheiro eletricitista formado pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP - câmpus de Ilha Solteira (2005), com mestrado (2009) e doutorado (2013) pela mesma instituição . Atualmente é professor titular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Tem interesse e desenvolve pesquisas nas áreas de Planejamento e Controle de Sistemas de Energia Elétrica atuando, principalmente, nos seguintes temas: energia renováveis, redes inteligentes, redes neurais artificiais, aplicação de técnicas metaheurísticas e de otimização clássica em problemas de planejamento e controle de sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, localização de faltas, confiabilidade e qualidade do fornecimento de energia em sistemas de distribuição.

### **ANDRÉA TERESA RICCIO BARBOSA**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1993), graduação em Administração pela Universidade Católica Dom Bosco (1993), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999), doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (área de concentração Sistemas de Informação) (2004) e pós-doutorado pelo Hospital São Vicente de Paulo (2007). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do

Sul. Tem experiência nas área de Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência energética e sustentabilidade, sistema de informação, redes neurais artificiais, engenharia clínica, segurança elétrica e engenharia biomédica.

### **BÁRBARA CAROLINA DE OLIVEIRA PASSOS**

Graduada em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH. Cursando Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela PUC Minas. Inglês intermediário. Experiência em atendimento a clientes e atividades de escritório. Em busca de crescimento profissional.

### **BEATRIZ SILVA DE SOUZA**

Possui graduação em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2017). Tem experiência na área de tratamento de água.

### **BIANCA DE CASTRO SAMPAIO**

Profissional graduada em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH (2016) e atualmente cursando o 5º período de Engenharia Civil no Centro Universitário UNA (previsão de formação em 2020). Possui experiência na área de gerenciamento de resíduos sólidos. Interessa-se por construções alternativas e ecologicamente corretas.

### **BRENO FRANÇA MARTINS**

Engenheiro ambiental graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade de Uberaba (UNIUBE, 2015), com estágio realizado na Secretária de Meio Ambiente de Uberlândia (MG). Possui experiência profissional em gestão de resíduos sólidos e resíduos de serviços de saúde.

### **CAMILA BARATA CAVALCANTI**

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

### **CAMILA MOREIRA DE ASSIS**

Bióloga pela UFV (2004). Mestre e Doutorada em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (DESA/UFV). Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte.

### **CARLA GABRIELA AZEVEDO MISAEAL**

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**CATARINA TEIXEIRA**

Graduada em Ciências Biológicas, especialista em Gestão Ambiental, mestre em Educação e doutoranda em Educação. Professora na Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

**CRISTINNE LEUS TOMÉ**

Possui graduação em História Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1986), graduação em História Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1987), mestrado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000) e doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009). Atualmente é professora da Universidade do Estado de Mato Grosso. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem, atuando principalmente nos seguintes temas: educação, ensino/aprendizagem, análise de discurso. Coordena o projeto de pesquisa Leituras Urbanas e suas materialidades discursivas socioambientais no Norte do Mato Grosso - (Leituras)". É Editora-chefe do periódico Revista Eventos Pedagógicos (REP's) da graduação do Curso de Pedagogia (2010) e editora do periódico do Curso de Pedagogia Revista Educação, Cultura e Sociedade (ECS).

**DANIELA MARTINS CUNHA**

Doutoranda em Geografia- Tratamento da Informação Espacial pelo Dinter UNEC/PUC-Minas, mestre em Extensão Rural pela Universidade Federal de Viçosa- UFV (2006), especialista em Estudos Ambientais pela PUC-Minas (2003) e licenciada em Geografia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Caratinga (2001). Atualmente é professora de Climatologia e Poluição Atmosférica do Curso Técnico Integrado em Meio Ambiente e professora de Cartografia e Climatologia do Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais- IFMG, campus Governador Valadares/MG.

**DAYANE CLOCK**

Possui Bacharelado e Licenciatura em Enfermagem pelo Instituto Superior Luterano de Educação de Santa Catarina (2003). Atualmente é professora do ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Joinville, atuando na área de Saúde e Serviços. Possui especialização em Saúde Coletiva -Ielusc (2005), especialista na Educação de Jovens e Adultos, Proeja, - IFSC (2009). Mestre em Engenharia da Produção - Sociesc (2010). Doutoranda do Programa Saúde e Meio Ambiente - Univille (início em 2015)

**DOUGLAS DOS ANJOS RODRIGUES**

Ex Aluno do curso de Graduação em Engenharia Elétrica pela UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Sinop, atualmente aluno de Graduação em Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba - UFPB - campus de João Pessoa, tendo reiniciado o curso em 2017/2 com previsão de termino em 2020/2. Tem interesse na área de energias renováveis, com foco em energia solar fotovoltaica, sistemas isolados e conectados à rede, com trabalhos publicados em congressos sobre o tema, além de cursos feitos na área, tento como experiência o acompanhamento de obras de instalação de sistemas na cidade de Sinop - MT, membro do IEE com código 93575416.

**EDUARDO TEIXEIRA GREGÓRIO**

Graduado em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte UNIBH (2016). Possui capacitação em Perito Ambiental pela Maxiambiental 2017. ART pelo Hospital Júlia Kubitschek, desenvolve diversas atividades como licenciamento ambiental, redução e adequação do PRECEND, implantação do Programa de Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que promove a segregação e destinação correta destes resíduos, além de promover treinamentos e educação ambiental dentro do âmbito hospitalar.

**ELEONORA HENRIQUES AMORIM DE JESUS**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia e mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Uberlândia. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Sistemas, Saúde pública e coletiva, Poluição Ambiental e Microbiologia. Atualmente desenvolve projetos de doutoramento na área de Neurociências com o uso de substâncias Neuroprotetoras no Laboratório de Microcirurgia e de Cirurgia Experimental e técnicas Microcirúrgicas da Universidade Federal de Uberlândia.

**ELINALVA SILVA DE LIRA MANVAILER**

Graduação em Gestão Ambiental (2015) pela Universidade Federal da Grande Dourados(UFGD) e Pós Graduação em Ciências Ambientais e Análise Ambiental(2018) pela Faculdade de Educação, Tecnologia e Administração de Caarapó(FETAC). Graduanda em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Tem experiência em educação ambiental, licenciamento ambiental, ciências ambientais.

**FÁBIO MONTEIRO CRUZ**

Engenheiro Ambiental e mestre pelo programa interinstitucional de pós-graduação em Ciências Ambientais UFPA/MUSEU GOELDI/EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Atualmente é professor pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), no campus Governador Valadares (MG).

**FABRÍCIO PELIZER DE ALMEIDA**

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU, 2001), pós-graduado em Matemática e Estatística (UFLA, 2006) e Gestão Agroindustrial (UFLA, 2003), mestre em Agronomia (UFU, 2010) e doutor em Geografia/Geociências (UFU, 2015). Possui formação Green-Belt Six Sigma Industrial pelo INDG/SADIA (2004) e Black-Belt Lean Six Sigma pelo Setec Consulting Group (2014). Tem experiência profissional, atuando em empresas como IFB, BUNGE e SADIA. Desde 2005 é Professor Adjunto II da Universidade de Uberaba, e atua como Coordenador dos Cursos de Engenharia Ambiental (desde agosto/2010) e Engenharia de Produção (desde janeiro/2017) na mesma universidade. É Coordenador do MBA em Sustentabilidade Corporativa e Finanças Ambientais (1ª Turma, UNIUBE). Tem experiência na área de valoração de recursos naturais e controle estatístico do processo, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem ambiental, análise de sobrevivência, modelos de escolha binária (FEP), planejamento experimental, indicadores socioambientais e capacidade de processos.



**FERNANDO ANTONIO BATAGHIN**

Doutor em Ciências pelo Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. Pesquisador de Desenvolvimento Científico Regional da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

**FLÁVIA AKEMI IKUTA**

Doutora em Geografia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Professora Associada da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

**FRANCISCO DE ASSIS BRAGA**

Engenheiro Florestal (1986); Mestre em Solos e Nutrição de Plantas (1991) e Doutor em Ciência Florestal (1996). Membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará-MG (CBHPará) (2002 a 2009). Membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) (2002 a 2007). Membro do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM) - Regional Alto São Francisco (2008 a 2015). Professor na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Campus Divinópolis (2001 a 2009). Atualmente professor na Universidade Federal de Viçosa Campus Florestal.

**FRANCISO MARCONDES DE ALMEIDA**

Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agropecuárias de Córdoba-Argentina (1981), Especialização em Administração de Empresas Agrária e Agroindustrial pela Universidade Católica Dom Bosco, UCDB, Brasil (1998), Especialização em Gestão e Planejamento Ambiental pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, UNIDERP, Brasil (2003), Especialização em Manejo de Solos do Cerrado pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, (2007). Especialização em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pelo Instituto de Pós-Graduação e Graduação, IPOG, Brasil (2012) Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. (2016) Tem experiência nas áreas de Agronomia e Meio ambiente. Ministra cursos sobre Recomposição de Mata Ciliar no SENAR.

**GABRIELA OLIVEIRA FONSECA**

Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH. Possui vivência em pesquisa ambiental, tendo publicado 2 artigos em eventos e periódicos durante a graduação. Também foi responsável pela criação e atualização de um sistema de Pagamento por Serviços Ambientais, para levar recursos aos municípios que conservam recursos hídricos.

**GABRIELA SOARES PEREIRA**

Pós-graduada em Geoprocessamento pela PUC Minas (2016). Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Unileste (2013). Técnica em Química Industrial pelo CEFET-MG (2008). Estagiária na COPASA (2010 a 2012). Estagiária no IEF (2012). Estagiária na CENIBRA, conquistando o primeiro lugar no XI Seminário Técnico com Estagiários (2013). Participou de dois projetos de extensão da Unileste nas áreas de Educação Ambiental (2010)

e Saneamento (2012). Realizou pesquisa na área de saneamento para seu TCC (2012 a 2013). Desde 2016, atua como analista de geoprocessamento no IBIO, instituição equiparada às funções de Agência de Água da Bacia do Rio Doce, dando total suporte às atividades da área de engenharia ambiental e sanitária para a implementação dos programas do PIRH-Doce.

### **GABRIELA ZACARIAS MACEDO**

Graduação em Gestão Ambiental (2015) pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), e Pós Graduação em Planejamento e Gestão Pública e Privada do Turismo (2018) pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Possui experiência em educação ambiental, planejamento ambiental e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

### **GLORGIA BARBOSA DE LIMA DE FARIAS**

Professora EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Doutoranda do programa de pós graduação em geografia da universidade federal de Santa Catarina. Mestre em planejamento do desenvolvimento pelo Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido do núcleo de altos estudos da Universidade Federal do Pará (UFPA). Especialista em desenvolvimento urbano e meio ambiente pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA. Tem experiência na área de ciências ambientais, com ênfase em Gestão Ambiental.

### **GRACIELA GONÇALVES DE ALMEIDA**

Graduada em Gestão Ambiental (2015) pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Tem experiência em educação ambiental, socioambiental, e coordenação de projetos educacionais. Graduada em Pedagogia (2018) pela Universidade Alvorada Plus-SP.

### **HILTON JAMES DE LIMA NUNES**

Hilton James de Lima Nunes, graduado em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), 2015. É agora discente do programa de Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Os seus interesses de investigação são nas áreas de Eficiência Energética, Instrumentação, Inteligência Artificial, Automação e Controle.

### **ICLÉIA ALBUQUERQUE DE VARGAS**

Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná. Professora Adjunta da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

### **JANE TEREZINHA SGROTT**

Possui técnico em Enfermagem pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), tecnólogo em Gestão em Recursos Humanos. Atua como técnica em enfermagem no Centro Cirúrgico do Hospital Infantil Dr. Jeser Amarante Faria (Joinville - SC).

**JOSÉ CARLOS DE JESUS**

Possui Curso de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (MADE), pela UFPR-PR, Curso do Programa de Mestrado em Teoria Econômica, pela UEM-PR, Curso de Especialização Lato Sensu, em Metodologia e Didática do Ensino Superior, pela UCSAL-BA. Possui os títulos de Bacharel em Ciências Econômicas, pela UCSAL-BA e em Administração, com habilitação em Comércio Exterior, pela FECEA-PR. Docente do Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP/ESAN/UFMS) e do Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGES/FAENG/UFMS). Professor nos Cursos de Especialização em Gestão Pública e em Gestão Pública Municipal, ambos na modalidade EaD, da ESAN/UFMS.

**JOSÉ CARLOS DE JESUS LOPES**

Possui Curso de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (MADE), pela UFPR-PR, Curso do Programa de Mestrado em Teoria Econômica, pela UEM-PR, Curso de Especialização Lato Sensu, em Metodologia e Didática do Ensino Superior, pela UCSAL-BA. Possui os títulos de Bacharel em Ciências Econômicas, pela UCSAL-BA e em Administração, com habilitação em Comércio Exterior, pela FECEA-PR. Docente do Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP/ESAN/UFMS) e do Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGES/FAENG/UFMS). Professor nos Cursos de Especialização em Gestão Pública e em Gestão Pública Municipal, ambos na modalidade EaD, da ESAN/UFMS.

**JOSIELE SOUZA BATISTA SANTOS**

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**JULIANA PINHEIRO GONÇALVES**

Graduada em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH (2016) e pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP (2020). Desde 2016 na Aix Mundi Ambiental, empresa de consultoria ambiental, atua em projetos de diagnósticos de linha de base e análises de riscos, auditorias de desempenho ambiental, levantamentos de requisitos legais ambientais brasileiros e peruanos, dentre outras atividades. Possui nível intermediário nos idiomas Inglês e Espanhol, com compreensão, leitura e escrita avançada para ambos.

**KARINE SALES ARENDT**

Graduação em Gestão Ambiental (2015) pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Tem experiência em educação ambiental, socioambiental, e agricultura familiar.

**KÁTIA PONTES VARGAS**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade de Uberaba (UNIUBE) e especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica (PUC MINAS). Atualmente, atua como tutora nas disciplinas de Sustentabilidade Ambiental, Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos e Tecnologia de Tratamento de Resíduos Sólidos no Colégio Profissional de Uberlândia. Atua também, como analista de meio ambiente no setor privado.

**KELVIN NUNES VIANINI**

Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte e pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela mesma instituição. Possui vivência na área de pesquisa ambiental com 4 artigos publicados em eventos e periódicos durante a graduação. Também possui experiência com licenciamento ambiental e controle da poluição ambiental.

**LAIANNE BATISTA VIEIRA FOGAÇA**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Uberaba (2015) e Mestranda em Biocombustíveis pela Universidade Federal de Uberlândia (2018).

**LARA LETÍCIA GALDINO AMORIM**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade de Uberaba (UNIUBE). Trabalhou como estagiária de meio ambiente em empresa privada. Atualmente, cursa pós graduação em Gestão de Recursos Hídricos pela Centro Universitário Internacional (UNINTER).

**LUCIANA DE SOUZA CASTRO**

Possui mestrado em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense (2017). Atualmente é bibliotecário do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ campus Petrópolis. Tem experiência na área de Ciência da Informação, com ênfase em Biblioteconomia.

**LUIZ MIGUEL RENDA DOS SANTOS**

Possui Curso de Doutorado em Financiamento e Pesquisa Comercial, pela UAM-Espanha e Mestrado em Estudos Avançados em Finanças, pela UAM-Espanha. Realizou Cursos de Especialização em Auditoria pela UAM-Espanha, Contabilidade Avançada pela UAM-Espanha e Especialização Lato Sensu, em Metodologia e Didática do Ensino Superior, pela UNIDERP-MS. Possui o título de Bacharel em Ciências contábeis, pela UCDB-MS. Docente dos Programas de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP/ESAN/UFMS) e do Mestrado Acadêmico em Ciências Contábeis (PPGCC/ESAN/UFMS). Na Pesquisa, orienta os temas: Controladoria e Gestão Pública, E-Gov e E-Learning.

**MARCELA AVELINA BATAGHIN COSTA**

Doutora em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de São Carlos-SP. Professora EBTT da Área de Gestão. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, São Carlos, São Paulo, Brasil.

**MARCELINO DE ANDRADE GONÇALVES**

Doutor em Geografia (Organização do Espaço) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Professor Associado da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

**MÁRCIA BET KOHLS**

Atualmente é docente do Instituto Federal de Santa Catarina- Campus Joinville onde leciona no Curso Técnico em Enfermagem e no Superior de Tecnologia em Gestão Hospitalar. Possui Mestrado em Educação e Cultura pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Especialista em Administração Hospitalar pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). Graduada em Enfermagem na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Enfermagem Médico-Cirúrgica, Saúde de Mental e Gestão em Enfermagem.

**MARCUS DO NASCIMENTO RACHID**

Graduado em ciências militares pela Academia Militar das Agulhas Negras na Arma de Comunicações (2003). Graduado em Engenharia de Fortificação e Construção pelo Instituto Militar de Engenharia - IME (2009). Possui especialização lato sensu em conhecimentos militares com ênfase em portos fluviais (2010). Atuou em operações de garantia da lei e da ordem no município do Rio de Janeiro, exercícios militares e operações diversas do Exército Brasileiro nos anos de 2004 a 2006. Na pesquisa teve destaque em temas hidráulicos e geotécnicos, como a análise numérica e computacional de turbinas axiais do tipo Kaplan e na avaliação de parâmetros geotécnicos para estabilidade de taludes submersos na presença de hidratos de metano, ambos realizados no IME. Atualmente é Adjunto do Chefe do Centro de Operações de Engenharia do 3º Grupamento de Engenharia do Exército Brasileiro, em Campo Grande - MS, atuando também na docência, onde leciona diversas disciplinas do curso de engenharia civil na Universidade Católica Dom Bosco, em Campo Grande - MS. Encontra-se em fase de defesa de dissertação no curso de Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Possui experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Portos e Vias Navegáveis: projeto e construção.

**MÁRIO GOMES DA SILVA JÚNIOR**

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**MILTON EDGAR PEREIRA FLORES**

Doutor e Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Engenheiro Agrônomo - Universidade Mayor de San Simón. Pos-Doutor em Recursos Hídricos e Ambientais. Áreas de atuação: Ecofisiologia de cultivos. Pós-colheita de frutas e vegetais. Produção de hortaliças, pupunha, café, cana-de-açúcar, soja, trigo e milho, e Sistemas de produção sustentável.

**MIRIELE MARQUES DE SOUZA**

Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, campus Governador Valadares/MG.

**ROBERTA ROCHA DA SILVA LEITE**

Possui Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas (UFRRJ), mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI). Atua como bióloga (técnica de nível superior) da Universidade Federal do Piauí, no campus de Parnaíba, atualmente em exercício provisório no CEFET-RJ campus Petrópolis.



**RONI REGINA MIQUELUZZI**

Possui graduação em Enfermagem e Obstetricia pela Fundação Universidade do Contestado (1991). É Especialista em Enfermagem do Trabalho e Especialista em Formação Pedagógica em Educação Profissional na Área da Saúde. Mestrado Profissional em Saúde e Gestão do Trabalho. Atualmente é docente do Curso Técnico em Enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina .

**SEBASTIÃO TOMAS CARVALHO**

Sebastião Tomas Carvalho Professor Geógrafo, Pós-graduação em Educação Ambiental e Mestrado em Engenharia Industrial (Avaliação e Mitigação de Impactos Ambientais). Especialista Ambiental na Celulose Nipo-Brasileira S.A. – CENIBRA. Gestão ambiental do processo florestal. Na gestão Ambiental do processo industrial foi responsável pela administração do aterro da empresa e pela implantação de mecanismos de reaproveitamento de resíduos como insumo agrícola ou matéria prima para outros processos, o que garantiu uma redução de mais de 90% do uso do aterro industrial. Atua na capacitação ambiental de funcionários, contratados e comunidade. Trabalha no planejamento Técnico Econômico Ambiental e Social da empresa, na gestão da RPPN fazenda Macedônia da Cenibra, representante da empresa nos comitês de bacias hidrográficas do Rio Doce, Suaçuí, Piracicaba e Santo Antônio e no conselho consultivo do Parque Estadual do Rio Doce. Professor de graduação e pós-graduação na universidade Presidente Antônio Carlos, no curso Gestão Ambiental Perícia e Auditoria, professor nos cursos de Pós-graduação em tecnologia de celulose e papel na faculdade Pitágoras, e Pós-graduação em gestão ambiental no Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Criador do sistema de aproveitamento de águas pluviais e águas cinza no ambiente doméstico.

**SIDINEI KLEBER DA SILVA**

Possui Graduação, Mestrado e Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**SUZANA SANTOS CAMPOS**

Possui graduação em Turismo pela Fundação Educacional São José (2002), Especialização em Educação Ambiental pela UFJF, MBA em Hotelaria pelo SENAC/UFJF e Mestrado em Lazer pela UFMG. Professora efetiva do CEFET/RJ - Campus Petrópolis no Curso Bacharelado em Turismo, onde ministra as disciplinas Teorias do Lazer, Educação Ambiental, Gestão de Bares e Restaurantes, Meios de Hospedagem e Teorias da Hospitalidade. Compõe a Comissão de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) do Campus, além de desenvolver outros projetos em educação ambiental em escolas do município de Petrópolis. Antes de ser redistribuída para o CEFET/RJ, foi servidora da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal, de setembro de 2006 a setembro de 2015, onde atuou como professora e coordenadora dos Cursos Técnicos em Hospedagem nas modalidades presencial e a distância e como professora no Curso Superior de Tecnologia e Gestão Ambiental.

**TATIANE CASTANO**

Bióloga, conservacionista . Venho trabalhando com resíduos sólidos desde a coleta seletiva até o impacto do chorume em nascentes, e com Políticas Públicas para a Sustentabilidade. Acredito que o "lixo" seja um dos maiores desafios da sociedade contemporânea, em especial o plástico, onde este, já se encontra inserido na nossa cadeia alimentar. Administro o projeto

Ecoíris de educação ambiental para crianças onde trabalhamos com ecossistemas marinhos e costeiros.

### **THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA**

Possui graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC, doutorado em Engenharia de Produção na área de concentração - gestão ambiental pela UFSC, Pós-doc na Faculdade de Engenharia do Porto - FEUP - Universidade do Porto - Portugal no Departamento de Engenharia Civil - Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos. Têm experiência de pesquisa e extensão na área de Engenharia Sanitária e Ambiental com ênfase em Gestão e toxicologia ambiental atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade das águas, gestão de recursos hídricos, poluição marinha, nanotoxicologia, ecotoxicologia, gestão ambiental, saúde ambiental e gestão e reaproveitamento de resíduos sólidos.

### **VANESSA SILVA DE OLIVEIRA**

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Unileste em 2013. Pós-graduada em Geoprocessamento pela Puc Minas em 2016. Foi bolsista de iniciação científica na faculdade entre os anos de 2011-2012, com projetos de monitoramento da qualidade da água em cursos d'água de 1ª e 3ª ordem em florestas plantadas com eucalipto. Foi estagiária na empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. – CENIBRA na área de meio ambiente, ficando em primeiro lugar XI Seminário técnico com estagiários promovido pela CENIBRA. Atualmente presta serviços na área de meio ambiente da empresa Enerpeixe (geração de energia elétrica), trabalhando com gestão ambiental, manutenção da licença de operação e educação ambiental.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93729-78-2



9 788593 729782