

M E I O A M B I E N T E



S U S T E N T A B I L I D A D E
&
T E C N O L O G I A



Editora Poisson

3

Editora Poisson

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia – Volume 3

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Editor Chefe:
Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Msc. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos
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
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514

**Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia
- Volume 3/ Organização: Editora Poisson
Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020**

Formato: PDF

ISBN: 978-65-86127-29-4

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4

**Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia**

**1. Meio ambiente 2. Gestão. 3. Tecnologia
I. Título.**

CDD-577

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

Baixe outros títulos gratuitamente em www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

Sumário

Capítulo 1: Potencial bioeconômico das palmeiras e seus insumos como oportunidade de desenvolvimento sustentável para as comunidades locais..... 08

Antonio Jorge Barbosa da Silva, Ires Paula de Andrade Miranda

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.01

Capítulo 2: Característica de alguns frutos das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira 17

Antonio Jorge Barbosa da Silva

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.02

Capítulo 3: Ostreicultura e o extrativismo sustentável na Vila de Lauro Sodré 28

Annyê Letícia Ripardo Melo, Gabriel Soares Sodré, Igor Dias Castro, Jairo Monteiro Filho

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.03

Capítulo 4: Dieta vegetariana como prática sustentável..... 35

Luana Gomes Carneiro, Hugo Leonardo Xavier Gomes, Adriano dos Santos Cunha, Maria José Paes Santos

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.04

Capítulo 5: Ensino-aprendizagem no curso de Meio Ambiente do Centro Paula Souza de Ilha Solteira, SP utilizando as Geotecnologias 43

Paula Beatriz Pereira de Oliveira, Helio Ricardo Silva, Cristhy Willy da Silva Romero, Adriana Bortoletto, João Henrique Pinheiro Dias

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.05

Capítulo 6: Educação Ambiental no Zoológico da UFMT: Informação, sensibilização e preservação da fauna no Estado de Mato Grosso 48

Adriana Cristina de Faria, Adriele Salatier das Neves, Raisa dos Santos de Souza, Sandra Helena Ramiro Corrêa, Carlos Eduardo Pereira dos Santos, José Ricardo de Souza

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.06

Capítulo 7: O turismo e os impactos na geodiversidade do litoral paraense: O caso de Salinópolis – PA 52

Alexandre Figueiredo Santos, Rodrigo Luciano Macedo Machado, José Mendes de Campos Neto, Elisemberg Oliveira Teixeira

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.07

Sumário

Capítulo 8: Sustentabilidade Ambiental: Estudo da percepção do Condomínio Residencial Mosaico na Cidade do Salvador-BA..... 59

Carla Freitas Cerqueira, Juliana Freitas Guedes Rêgo, Karina Lima Oliveira, Zoraia da Silva Assunção

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.08

Capítulo 9: Estruturação de Conselhos Municipais de Meio Ambiente: Requisitos legais 63

Daiane Fernandes Pereira, Letícia Rodrigues da Fonseca, Leandro Costa Fávaro

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.09

Capítulo 10: Parque do Açú e Porto do Açú: Ritos do mesmo conflito 67

Alba Simon, Wilson Madeira Filho, Laís da Silva Almeida

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.10

Capítulo 11: A importância das águas do Rio Madeira aos povos ribeirinhos nas imediações de Porto Velho 79

Hélio de Araújo Carneiro, Magnus Dagios

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.11

Capítulo 12: Outorga de direito do uso da água e a Política Estadual de Recursos Hídricos do Pará 88

Bruna Tayná Pereira Castro, Caroline Brasil de Souza, Deisiany Porteglio Melo, Emelly Gonçalves de Souza Gomes, Luana Souza Morais

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.12

Capítulo 13: Projeto Água Viva: Limpeza das matas ciliares do Ribeirão Brandão, situado no Município de Volta Redonda - RJ 93

Pedro Saturno Braga, Débora Cássia da Silva, Túlio Cezar de Aguiar Oliveira, Camila Duarte Silva, Francisco Jácome Gurgel Júnior

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.13

Capítulo 14: A recuperação de vazão de poços no Aquífero Guarani, na porção oeste do Estado de São Paulo, com 1.460, 1.605 e 1.683 m de profundidade, utilizando o desincrustante no RUST 98

José Paulo Godoi Martins Netto, César Bianchi Neto, Fernando Willi Bastos Franco Filho

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.14

Sumário

Capítulo 15: Estudo comparativo de índices de qualidade da água subterrânea 107

Clélia Nobre de Oliveira, Sérgio Augusto de Moraes Nascimento, Vânia Palmeira Campos

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.15

Capítulo 16: Uso racional da água e a redução de efluentes na indústria de bebidas 124

Florene Belato Tavares, Rebeca Rodrigues Crespo Teixeira, Amanda Carolina Santos de Matos, Bruna Dalbem, Andrea Fagundes Ferreira Chaves, Giann Bernni Furtado Beanni Farrinelli

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.16

Capítulo 17: Avaliação dos impactos ambientais de usinas sucroenergéticas de Minas Gerais 129

William Correa, Dircilene Soares da Silveira, Alexandre André Feil

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.17

Capítulo 18: Análise de tendência de temperaturas extremas na Cidade de Palmas – TO 133

Eduardo Silva Ries, Girlene Figueiredo Maciel, Roberta Araújo e Silva

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.18

Capítulo 19: Parâmetros da reação de transesterificação etílica-metílica com óleo de soja para produção de biodiesel..... 137

Carlos Michel dos Anjos dos Santos, Laurênio Ferreira Lopes, Thays da Silva Folly

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.19

Capítulo 20: Degradação do carbono orgânico de lixiviado de aterro sanitário por ozonização catalítica em sistema contínuo 141

Hélcio José Izário Filho, Renata Alves de Brito, Marco Aurélio Kondracki de Alcântara, Adriano Francisco Siqueira, Leandro Gonçalves Aguiar, Patrícia Caroline Molgero da Rós, Joaquim Joffre Brandão

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.20

Capítulo 21: Efeito de substratos renováveis e volumes de tubetes na produção de mudas de *Albizia lebbbeck (L.) Benth*..... 150

Marília Dutra Massad, Tiago Reis Dutra, Diénifra Almeida de Oliveira, Marcos Vinícius Miranda Aguilar, Eduarda Soares Menezes

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.21

Sumário

Capítulo 22: Efeito do pré-tratamento químico com peróxido de hidrogênio no teor de açúcares totais em resíduos de Coco 165

Magale Karine Diel Rambo, Polyana Moraes de Melo, Cláudio Carneiro Santana Junior, Victor Lopes Mota, Mateus Rodrigues Brito, Michele Cristiane Diel Rambo

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.22

Capítulo 23: Compostagem, o manejo sustentável de resíduos orgânicos gerados em um Shopping Center 172

Marina Batista de Araújo, Alessandra Feijó Marcondes, Rogério Antônio dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.23

Capítulo 24: Determinação da relação Peso x Volume de resíduos sólidos orgânicos submetidos à compostagem 173

Fernanda Ferreira Fleming, Ikaro Tessaro, Krishna Guimarães de Castro e Silva, Roberto Guião de Souza Lima Júnior

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.24

Capítulo 25: Potencialidade do uso de resíduo siderúrgico na Indústria Cimentícia 182

Sérgio Carvalho de Paiva, Arminda Saconi Messias, Anna Kattaryne Cavalcante dos Santos, Mônica da Silva Barbosa, Marcella Estanislau Marinho

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.25

Capítulo 26: Análise do efluente final gerado em uma usina termoeétrica no Distrito Industrial do Município de São Luís - MA 189

Sara de Jesus Costa Soares, Neuriane Silva Lima, Liziane Marques Serra, Lorraine Freitas Gonzaga, Daniel Rocha Pereira, Osman José de Aguiar Gerude Neto

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.26

Capítulo 27: Avaliação da fragmentação da vegetação na Microbacia da Casca no Estado de Mato Grosso 193

Mona Izi Araujo Cunha, Norka da Silva Albernaz Marcilio, Patrícia Mota Rausch

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.27

Capítulo 28: Evolução de áreas de manguezais na Ilha do Maranhão com dados de sensoriamento remoto de 2010 a 2015 203

Alessânia Silva de Lucena Carneiro, André Luís Silva dos Santos, Denilson da Silva Bezerra, Venerando Eustáquio Amaro, Bruno César Pereira Costa, Hélder Pereira Borges, Rômulo Jordão Neves Aroucha

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.28

Sumário

Capítulo 29: Sensoriamento remoto aplicado à análise de lineamentos estruturais na porção noroeste do Município de Unaí – MG..... 209

Florença das Graças Moura, Guilherme Neiva Rodrigues Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-86127-29-4.CAP.29

Autores: 217

Capítulo 1

Potencial bioeconômico das palmeiras e seus insumos como oportunidade de desenvolvimento sustentável para as comunidades locais

*Antonio Jorge Barbosa da Silva
Ires Paula de Andrade Miranda*

Resumo: As palmeiras afetam significativamente tanto a economia e o cotidiano de milhões de pessoas ao redor o mundo. Sua contribuição para a economia mundial, a as economias locais e os estilos de vida das pessoas são enormes. Isto é também surpreende o grande número de produtos que podem ser obtidos destas espécies. Objetivou-se revisar a literatura acerca da utilização das palmeiras e seus insumos como fomento da bioeconomia e do desenvolvimento sustentável de comunidades ribeirinhas. Foi realizada uma revisão narrativa da literatura. Os resultados obtidos a partir da busca por literatura especializada demonstram que grande parte daquilo que é produzido ou que é extraído diretamente das florestas é consumido pelas famílias locais, destinando-se o excedente obtido à comercialização. Contudo, a presença de atravessadores ainda é bastante forte, sendo necessário promover um empoderamento ainda maior dos agricultores e de suas famílias nos processos produtivos, buscando-se, assim, atingir o justo. Este artigo também comprova como sistemas agroflorestais tradicionais, com pouco uso de insumos e alta utilização de regeneração florestal natural, são um recurso econômico e alimentam as comunidades rurais da Amazônia, especialmente para aqueles que estão localizados nas proximidades de centros comerciais urbanos e possuem alta diversidade de espécies frutíferas de valor comercial aceitável e curto ciclo de produção, como as palmeiras açaí.

Palavras-chave: Bioeconomia. Palmeiras. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Morrison e Golden (2015), muitos países estabeleceram incentivos e políticas para a utilização de fontes renováveis de insumo com o objetivo de dar solução a problemas de caráter ambiental, buscando, ainda, estimular a geração de emprego e o crescimento econômico. Concomitantemente, conforme os autores, também a iniciativa privada reiterou o seu compromisso de fazer uso de insumos biológicos buscando implementar um modelo econômico com características de sustentabilidade.

Muito embora estas sejam relevantes dimensões qualitativas, deve-se, igualmente, quantificar o valor econômico atribuído à bioeconomia. Tal tarefa se apresentou como um importante desafio contemporâneo a ser enfrentado pela pesquisa acadêmica. A principal causa de tal dificuldade consiste no fato de que não é possível correlacionar as estatísticas oficiais com os códigos de produtos específicos que decorrem de processos que aplicam insumos fósseis e que se baseiam em recursos biológicos (PARISI; RONZON, 2016). Em função disso, a quantificação dos valores econômicos voltados à noção de bioeconomia se baseou em uma combinação de diferentes metodologias e variadas fontes (GOLDEN et al., 2015; MORRISON; GOLDEN, 2015; DOE et al., 2016; HEIJMAN, 2016; PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016; PARISI; RONZON, 2016).

Existem várias motivações que estimulam os países a promover o desenvolvimento da bioeconomia, sendo este, um dos aspectos que justifica a pesquisa, especialmente em comunidades ribeirinhas, que possuem um potencial econômico muito baixo e que, com a perspectiva do uso dos insumos das palmeiras, será abordada uma nova forma de exploração e desenvolvimento.

No que tange ao conceito hidrográfico, tem-se na Amazônia o maior e o melhor definido geograficamente. Trata-se da Bahia Amazônica, uma bacia hidrográfica que abrange área com extensão territorial de aproximadamente 7.000.000 km². Em função disso, ela se constitui no maior conjunto potâmico do globo, sendo dotada das seguintes características: a) caudalozidade e extensão de sua bacia cerâmica; b) elementos assimétricos na rede de drenagem, tendo-se a área de drenagem dos afluentes do sul da Amazônia como sendo muito maior em comparação com aos do norte; c) considerável capacidade de cobertura política, em razão da quantidade de entidades que são participantes diretas de sua formação (são sete unidades políticas no continente e nove no Brasil); d) possui condições de navegabilidade bastante favoráveis, assumindo importância do ponto de vista histórico, social e econômico (LIRA; CHAVES, 2016).

Com respeito à concepção botânica, em virtude da correlação natural estabelecida entre a fauna e a flora, deve-se contemplar no âmbito da Hileia a representação de dois espaços – um botânico e um faunístico. E é justamente em função desses dois elementos (fauna e flora) que a Amazônia suscita maior interesse da comunidade científica, em função do somatório de materiais e das imensas possibilidades existentes para estudo nesse campo. São várias as características de Hileia, podendo-se citar as seguintes como sendo as principais: a variedade e a riqueza de sua fauna considerando cores e formas; a acentuada predominância de espécies aquáticas e arbóreas, estabelecendo um contraste com o número e variedade de indivíduos existente nessa área; e a sensível homogeneidade da composição e da distribuição das espécies sob o ponto de vista geográfico (LIRA; CHAVES, 2016).

Em relação à população, tem-se que a Amazônia é ocupada por grande diversidade de grupos étnicos e de populações tradicionais, que foram constituídas historicamente pelos diversos processos de colonização e de miscigenação ocorridos na região. Justamente por isso é possível afirmar que o amazônico é produto das trocas históricas realizadas entre diversos povos e grupos étnicos. Tal intercâmbio cultural proporcionou a construção de um legado que se mostra sob as mais variadas manifestações de caráter sociocultural, todas elas expressas pelo nativo em seu cotidiano, como, por exemplo, nas relações familiares, nos hábitos alimentares, nas lendas e religião, na educação e no trabalho (PARISI; RONZON, 2016).

Igualmente diversos são os agentes sociais que integram o mosaico amazônico, com destaque para os migrantes, os quilombolas, os extratores, os pescadores, as populações ribeirinhas, as populações indígenas, dentre outros. De acordo com Chaves (2009), cada um desses segmentos tem em sua constituição uma identidade política e sociocultural própria, cujas relações político-organizacionais e sobrevivência estão diretamente relacionadas aos seguintes aspectos: à etnia por adoção, com a adaptação de técnicas e conhecimentos em conformidade com as suas necessidades; a complexidade do modelo de organização produtivo e a gestão dos recursos naturais; a luta para assegurar o acesso aos bens e aos serviços sociais, garantindo-se, assim, a sobrevivência; e as atividades normalmente realizadas pelos

nativos, tais como extração, colheita, pesca, caça e agricultura, considerando-se os recursos naturais disponíveis e as necessidades da população.

Sob tal perspectiva, acredita-se que tanto o *modus vivendi* como a organização política predominante nas comunidades ribeirinhas tradicionais amazônicas são marcados e orientados por uma identidade que se baseia em valores socioculturais e em dinâmicas de caráter sociohistórico da região sob comento. Assim, com base em conhecimentos das comunidades tradicionais, tem-se a predominância dos conhecimentos que foram herdados das populações indígenas habitantes da região, considerando-se desde os momentos que antecederam ao processo de colonização. Nesse contexto, a influência de outros povos, especialmente dos portugueses, fez com que surgisse a cultura dos caboclos (PARISI; RONZON, 2016).

No contexto das comunidades da região do Tupé importante destacar são povoados recentes de novos ribeirinhos, migrantes de vários outros recantos da Amazônia e do Brasil, que utilizam as margens do Rio Negro como foco turístico e de lazer. A ocupação da área é justificada em função de algumas famílias que vieram de outros municípios do Estado do Amazonas não terem se adaptado na sede do município de Manaus (NASCIMENTO *et al.*, 2007).

A organização política nas comunidades é representada por associações comunitárias juridicamente constituídas e cujos dirigentes (presidente, vice-presidente e demais membros da diretoria como os conselheiros). Foram identificadas as seguintes organizações sociais: Associação dos Moradores da Comunidade Agrovila, Associação dos Moradores da Comunidade Julião, Associação dos Moradores da Comunidade de N. Senhora do Livramento, Associação Indígena do Livramento, Associação dos Moradores da Comunidade de Colônia Central, Associação dos Moradores da Comunidade do Tatu, Associação dos Moradores da Comunidade São João do Tupé e Associação dos Barraqueiros da Praia do Tupé (BEZERRA, 2011).

As palmeiras estão sempre presentes na literatura sobre a Amazônia, seja qual for o assunto. Além de serem reconhecidas como componente florístico e ecológico relevante nos ecossistemas amazônicos, as palmeiras também se destacam por sua importância na cosmologia dos povos amazônicos e como valiosa fonte de recursos para satisfazer as necessidades mais básicas. Apesar dessa importância, as informações sobre seus usos são dispersas, de modo que não temos um estado da arte que nos permita detectar lacunas de informação e traçar diretrizes para focar a pesquisa nos usos desse importante grupo de plantas.

Diante disto, o presente artigo pretende revisar a literatura acerca da utilização das palmeiras e seus insumos como fomento da bioeconomia e do desenvolvimento sustentável de comunidades locais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada por meio de uma revisão narrativa de literatura, em artigos científicos indexados nas bases de dados e livros específicos.

Os artigos foram coletados nas bases de SciELO e Portal da CAPES sobre a utilização das palmeiras e seus insumos como fomento da bioeconomia e do desenvolvimento sustentável de comunidades ribeirinhas.

Para a realização da busca utilizou-se os descritores "bioeconomia", "palmeiras", "bioeconomics", "palm trees". Foram estabelecidos limites quanto ao ano de publicação, compreendendo o período de 2000 a 2018, perfazendo um total de 18 anos. Ressalta-se que esse período foi escolhido em virtude de muitos estudos relevantes terem sido realizados neste decurso de tempo.

Foi realizada uma leitura exploratória e seletiva dos textos, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados dos estudos, criando um corpo de literatura compreensível.

No que se refere à Lei 9.610, que regulamenta os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos, foi respeitado a autenticidade das ideias originais das produções que serão analisadas por esta revisão. No que se refere à Resolução 446/12, Conselho Nacional de Saúde, que trata das Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, não foi necessário submeter o artigo para apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa, por se tratar de fonte de dados secundários.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o ano de 2030, estima-se que a população global deve experimentar um crescimento de 16%, passando de 7,3 bilhões computados em 2015 para 8,5 bilhões (NAÇÕES UNIDAS, 2017). Esse cenário bem ilustra a constatação de Foley (2011), ao afirmar que o aumento da população e, conseqüentemente, do consumo fez com que surgissem demandas na agricultura sem precedentes, como, por exemplo, o combate à desnutrição crônica de aproximadamente um bilhão de pessoas que padecem desse problema no planeta.

Em conjunto com os desafios que são postos por esse aumento demográfico, outros fatores, como as incertezas relacionadas às mudanças climáticas em nível global, a relação de dependência estabelecida pelo homem em relação a recursos fósseis, o uso excessivo dos recursos naturais ocasionando a sua degradação e o aumento da urbanização faz com que se contemple a necessidade de se buscar promover mudanças nos paradigmas estabelecidos para o desenvolvimento mundial (HEIJMAN, 2016).

Diante disso, de acordo com Foley (2011), tem-se estabelecido aquele que é concebido como sendo um dos principais desafios a nível global, qual seja, o de transformar o modelo atualmente vigente de desenvolvimento econômico, que se baseia no uso de combustíveis fósseis, como carvão, gás e petróleo, degradando o meio ambiente, em outro, que, segundo Heijman (2016), estaria apoiado no uso sustentável de recursos que são obtidos a partir de fontes renováveis.

Ao se contemplar esse novo modelo, tem-se que ele deve permitir a entabulação de ações voltadas à redução da poluição, do desperdício de água e das emissões de gases com efeito estufa, contribuindo, assim, para a preservação da biodiversidade (FOLEY, 2011). Além disso, é preciso que se estabeleça como objetivo um sistema econômico com traços mais marcantes de sustentabilidade, com a capacidade de assegurar uma produção e um consumo mais seguros e limpos, considerando-se aspectos relacionados à inovação tecnológica (AQUILANI et al., 2018), reciclando, reutilizando ou reduzindo recursos econômicos (ANDERSEN, 2007).

Diante desse contexto, a busca por materializar esse novo paradigma desenvolvimentista fez com que o interesse dos países pela bioeconomia se renovasse (IPEA, 2017). Em termos conceituais, a bioeconomia abrange um conjunto de atividades das quais derivam os elementos básicos para energia, produtos químicos e materiais de fontes renováveis e de recursos biológicos (McCORMICK; KAUTTO, 2013). Nesse sentido, pois, a bioeconomia proporciona condições para se promover um fortalecimento das relações estabelecidas entre as atividades do setor primário (agricultura, por exemplo) e as realizadas pela indústria ou por serviços de manufatura, de modo que se tornem segmentos de um mesmo processo, contribuindo, assim, para a promoção do desenvolvimento econômico. Em razão disso, ela vem sendo contemplada como importante oportunidade para a agricultura brasileira fazer uso e aprimorar todo o potencial de que dispõe para a produção de novos produtos, de energia, fibras e alimentos (IPEA, 2017).

Nas áreas rurais da região amazônica é comum a presença de plantas com interesse alimentar, culinário ou medicinal no entorno das casas das famílias. Esses espaços de uso múltiplo recebem diferentes denominações dependendo da região; na Amazônia brasileira o termo mais utilizado é o quintal, embora também receba outros nomes como "terreiro", "sítio" ou "pomar". Antes, porém, de continuar a abordagem proposta, pretende-se estabelecer um conceito para o que seja esse espaço que circunda as residências familiares.

Primeiramente, de acordo com Salim (2012), considera-se na possibilidade de se conceber os quintais como sendo uma associação de múltiplas camadas de espécies florestais e culturas herbáceas, muitas vezes em associação com animais domésticos e sempre perto de residências humanas. Nesse sentido, o autor classifica os quintais como uma forma tradicional de sistemas agroflorestais, agrupando-os com outros usos da terra como o enriquecimento de florestas primárias com plantas úteis e o manejo de florestas secundárias resultantes da agricultura itinerante.

Por sua vez, agroflorestal é termo compreendido como sendo um sistema de manejo, que combina a agricultura com a pecuária, abrangendo, também, culturas herbáceas e arbóreas e / ou plantas florestais na mesma unidade de terra sequencialmente e/ou simultaneamente. A esse respeito, importantes são as considerações de Lunz (2007), segundo quem os sistemas de uso da terra podem ser considerados intermediários entre uma exploração puramente extrativista dos recursos naturais e práticas agrícolas convencionais.

Os sistemas agroflorestais "tradicionais" diferem daqueles da vocação comercial por quatro características: 1) alta diversidade de espécies e variedades genéticas, 2) baixo uso de insumos e mão-de-obra, 3) uso ativo da regeneração natural da floresta e 4) Uso da terra com foco na subsistência de famílias

rurais. Em contraste, os sistemas agroflorestais comerciais abrigam baixa diversidade de espécies (entre dois e seis), exigem mais insumos em termos de mão-de-obra e materiais, e a incorporação da regeneração natural é mínima (LUZN, 2007).

A família das palmeiras é uma das principais importâncias científicas e hortícolas e fornece uma ampla gama de produtos economicamente importantes. É uma das fontes mais ricas de espécies sub-exploradas e o foco de uma pesquisa considerável. No entanto, as palmeiras tendem a ser negligenciadas nos planos de conservação e manejo florestal, em parte devido à ignorância ou falta de conhecimento (COSTA; MITJA, 2010).

Estima-se que a família *Palmae* ou *Arecaceae* compreende aproximadamente 189 gêneros e cerca de 3000 espécies, as quais são classificadas em cinco sub-famílias com um número variável de tribos e sub-tribos. Eles estão distribuídos principalmente em áreas tropicais e subtropicais, embora alguns deles possam ser encontrados em latitudes mais altas no hemisfério sul. Os principais centros de diversificação são encontrados na costa equatorial da África, Oceania, costa brasileira, Amazônia, Indonésia e Antilhas (ALMEIDA; JARDIM, 2012).

As palmeiras afetam significativamente a economia e o cotidiano de milhões de pessoas em todo o mundo. Sua contribuição para a economia mundial, as economias locais e os estilos de vida das pessoas são enormes. Também é surpreendente o grande número de produtos que podem ser obtidos dessas espécies. Entre os produtos alimentares destacam-se os frutos, as sementes, o palmito, os méis, o sagu (material com amido extraído do centro dos troncos), as diferentes bebidas obtidas da seiva ou dos frutos, o açúcar cristalizado da seiva, entre outros. Outros tipos de produtos são fibras, óleos e ceras. Nestes diferentes modos, as palmeiras contribuem para a alimentação, habitação, mobiliário, energia, vestuário e jardins. A maioria das palmeiras é utilizada diretamente na natureza, sob diferentes taxas de extrativismo, que em alguns casos levam à erosão genética. As principais espécies cultivadas são o dendê (*Elaeis guineensis*), o coqueiro (*Cocos nucifera*), a tamareira (*Phoenix dactylifera*) e a noz-de-areca (*Areca catechu*) (FARIAS, 2012).

Com o objetivo de estudar as diferentes situações em que as palmeiras são utilizadas, apresenta-se o caso do dendê africano como exemplo de uma cultura com um importante investimento no desenvolvimento de melhoramento de plantas, maquinário, agroquímicos, cultura de tecidos, óleo de fracionamento e química do óleo (CORLEY; TINKER, 2003); e mais recentemente em genética molecular e engenharia genética. Uma situação intermediária é encontrada para a tamareira, uma cultura bem-sucedida, mas com menor importância econômica. Finalmente, considera-se a situação das espécies em domesticação que são usadas pela coleta.

O gênero *Elaeis* pertence à subfamília *Arecoideae*, tribo *Cocoseae* e subtribo *Elaeidinae*, segundo a classificação de Dransfield et al. (2005). É representado por duas espécies, *E. guineensis* Jacq. e *E. oleifera*. Outras duas espécies possíveis do gênero são controversas, *Elaeis odora* da América do Sul e *Elaeis madagascariensis* de Madagascar. A palmeira africana (*Elaeis guineensis*) é endêmica das florestas tropicais da África central e ocidental, espalhando-se por Angola, Camarões, Congo, Gana, Costa do Marfim, Nigéria e Zaire. *E. oleifera* se estende na área tropical da América do México até a Amazônia (Brasil, Bolívia, Colômbia e Peru). Ambas as espécies cruzam e produzem híbridos férteis (GOMES et al, 2010).

O dendê africano é a safra oleaginosa de maior rendimento, com médias de rendimento de 3 a 4 toneladas por hectare por ano de óleo de mesocarpo. Isso significa que sua produtividade é várias vezes maior do que a maioria das plantações de óleo. Além disso, a palmeira africana pode produzir uma média de 0,5 toneladas de grãos por hectare por ano, que contêm aproximadamente 47% de óleo. Os rendimentos experimentais atingiram 12 toneladas de óleo por hectare por ano, portanto, se a brecha entre os dados experimentais e os resultados de campo diminuir, o dendê africano continuará expandindo suas diferenças em produtividade em relação a outras oleaginosas como soja (HOMMA, 2016).

A tamareira, subfamília *Coryphoideae*, tribo *Phoenixaceae* (DRANSFIELD et al., 2005), é uma das primeiras fruteiras domesticadas. Registros de sua cultura existem desde 4000 a.C. na baixa Mesopotâmia (AMMANN, 2014); enquanto os registros mais antigos de plantas silvestres datam de 5000-6000 a.C. no Irã, Egito e Paquistão (EL HADRAMI & EL HADRAMI, 2009).

Além do seu valor comercial, a tamareira constitui um recurso nutritivo e econômico valioso para as pessoas que vivem em oásis, já que é o principal recurso vegetal das áreas áridas e desérticas, onde também gera um microclima favorável para a cultura de outras frutas, árvores e vegetais (RHOUMA et al., 2008).

As datas podem ser consumidas como frutas frescas, embora a indústria de frutas secas seja seu principal destino. A produção é destinada a um mercado de exportação selecionado, baseado na qualidade do produto. A variedade mais popular e valorizada é 'Majhool', originária do Marrocos; considerando que os volumes de exportação mais importantes são constituídos pela variedade "Deglet Nour" da Argélia e Tunísia (EL HADRAMI; EL HADRAMI, 2009; RIBEIRO, 2010).

Existem provavelmente dezenas ou centenas de espécies de palmeiras que apresentam características produtivas valiosas, situação que inicialmente poderia justificar programas com objetivo de domesticação e melhoramento de plantas para estas espécies. A maioria dessas espécies é usada pelas comunidades locais em seu ambiente natural e, em alguns casos, as atividades de domesticação foram realizadas em nível local.

Clement et al. (2005) levantam os sucessos e fracassos de projetos de pesquisa voltados para o desenvolvimento de palmeiras tropicais no Brasil. Nas palmeiras com potencial de produção de óleo, *Acrocomia aculeata*, *Bactris gasipaes*, *Attalea speciosa*, *Oenocarpus batana* e *Elaeis oleifera*, destacam alguns limites biológicos como a sua sazonalidade, a maturação irregular e a rápida taxa de crescimento alcançada pelas palmeiras. O autor defende que nas atividades de prospecção e coleta deve haver uma melhor priorização do tipo de plantas coletadas para melhorar a eficiência da seleção de materiais. Por outro lado, a técnica de extração de petróleo mais o custo de instalação das fábricas tem se mostrado limitante, especialmente frente à concorrência com o dendê africano e o coqueiro, que já possuem um mercado sólido em um mundo globalizado. Os autores também levantam a necessidade de obter projetos com duração mínima de dez anos, que permitam efetivamente atender programas de melhoramento genético em espécies perenes, pensando no uso integral das plantas e na atenção à cadeia produtiva. É indicado como bem-sucedido que o programa de melhoramento de *Elaeis oleifera*, iniciado na década de 70, tenha continuidade por meio da produção de híbridos com *E. guineensis*, pois produzem menos óleo saturado, crescem mais lentamente e apresentam resistência a doenças.

Para espécies alimentícias, Clement et al. (2005) indicam que o sucesso obtido com o 'vinho de açaí', produzido a partir de frutos de *Euterpe oleracea* e *E. precatoria*, deve-se basicamente a empresas privadas. A mesma situação ocorreu com *Astrocaryum vulgare* e *A. tucuma*, em que o aumento da demanda local ocorreu sem a intervenção do sistema de 'Pesquisa e Desenvolvimento'. A popularização dos alimentos tradicionais tem sido a principal causa de adoção desses produtos, bem como alguns projetos de desenvolvimento.

No entanto, também existem derrotas como no palmito doce (pupunha) no norte do Brasil, em que apesar das verdadeiras vantagens que conferem o fato de a espécie ser de caules múltiplos (caespitose) e o início precoce da produção; o agronegócio fracassou, basicamente por não levar em conta os custos de transporte para o principal centro de consumo. Finalmente, no setor de cosméticos, os óleos de palmeiras são de interesse para o desenvolvimento de novos produtos, embora as exigências específicas não sejam suficientemente claras (CLEMENT et al. 2005).

Em outras espécies, como *Euterpe edulis*, surgiu a ideia de que o manejo de populações no ecossistema é a alternativa mais razoável de uso. O manejo sustentável de recursos ao longo do tempo implica que a dinâmica populacional deve permitir a restauração de indivíduos que são colhidos. Nesse sentido, a demografia, a diversidade genética e a biologia reprodutiva têm sido pesquisadas, entre outros tópicos, de forma a poder propor a exploração controlada do palmito. Por outro lado, os agricultores não se mostraram interessados nesta cultura, especialmente devido às exigências ecológicas das espécies que precisam de sombra nos estágios iniciais e seu rendimento relativamente baixo (REIS et al., 2008).

No caso de *Butia capitata*, espécies em que os frutos são utilizados basicamente para a produção artesanal de licores, geleias, doces, molhos, sorvetes, iogurtes, etc., a colheita é feita diretamente da natureza, tanto no Uruguai quanto no Brasil. Os principais desafios para a gestão *in situ* consistem no desenvolvimento de alternativas para a conservação integrada com o desenvolvimento local baseado na comercialização de produtos de alta qualidade (RIVAS, 2005).

No estuário amazônico, a literatura especializada exemplifica atividades agroflorestais tradicionais através do manejo e enriquecimento de árvores frutíferas por membros da comunidade em várzeas ricas em palmeiras de *Euterpe oleracea*. Essas estratégias agroflorestais têm conseguido conciliar práticas de extrativismo e arboricultura com significativo sucesso econômico em termos amazônicos. Segundo Anderson e Ioris (2001), na ilha de Combú (Pará) a comercialização do fruto de *E. oleracea* ("açaí"), as sementes de *Theobroma cacao* (cacau) e o látex da *Hevea brasiliensis* geram uma renda proveniente da comercialização de todos os produtos agrícolas nas pequenas propriedades de Tomé-Açu, no Pará,

considerados pela literatura especializada como exemplos bem-sucedidos e promissores da agricultura familiar na Amazônia Oriental.

No que diz respeito ao uso na construção, as palmeiras continuam a ser importantes, especialmente para as coberturas (telhados, bases de telhados e vigas), embora em algumas regiões da Amazônia esteja promovendo a mudança para coberturas de zinco. Na maioria das comunidades, pode-se observar que a cozinha, que é a parte mais frequentada da casa durante o dia, mantém o teto de palmeira, porque torna o ambiente mais fresco, o que se traduz em uma melhor qualidade de vida. Por esta razão, e também pela estética, perto dos centros populacionais a demanda por telhados de palmeira tem aumentado, o que gera pressão sobre as espécies mais apreciadas para esse fim. Também relacionado ao uso na construção, embora também com o desenvolvimento de ferramentas, o caule foi encontrado como a parte com maior número de registros, e as palmeiras *Iriartea deltoidea* e *Socratea exorrhiza*, entre as mais citadas. Esse uso implica, necessariamente, a derrubada das palmas; de tal forma que, se houver muita pressão sobre o recurso, haverá sérias consequências para a manutenção das populações, razão pela qual são necessários planos de manejo (CLEMENT et al., 2005; RIBEIRO, 2010).

Embora a categoria de utensílios e ferramentas tenha sido a mais importante (com o maior número de espécies), vale ressaltar que muitos dos usos dessa categoria, como os relacionados aos implementos de caça (zarabatanas, arcos, flechas, dardos), eles estão em declínio, pois estes foram gradualmente substituídos por espingardas e outras tecnologias, especialmente perto de centros povoados. Também é evidente que as palmeiras estão intimamente ligadas à visão de mundo dos povos amazônicos. É interessante que as espécies mais relacionadas a mitos de origem e outras crenças, são também aquelas que possuem os maiores índices, de importância relativa, como *M. flexuosa*, *B. gasipaes*, *O. bataua*, *A. chambira*, *S. exorrhiza* e *I. deltoidea* (CLEMENT et al., 2005; RIBEIRO, 2010).

Em resumo, os resultados mostram que as palmeiras são um recurso atual e potencial muito importante, peça fundamental para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Apesar disso, a maioria das espécies não recebe nenhum tipo de manejo e técnicas de colheita desnecessárias são predominantes (BERNAL et al., 2011). É urgente trabalhar na questão da gestão de espécies úteis na Amazônia, e pelo menos algumas das mais importantes e com maior pressão de colheita (por exemplo, *Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus bataua*, *Oenocarpus minor*, *Euterpe precatoria*, *Astrocaryum chambira*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*), deveriam ser incluídas em sistemas de manejo, incluindo sistemas agroflorestais, e para isso é necessário, em primeiro lugar, implementar e popularizar técnicas de colheita não destrutivas, e também continuar com a pesquisa sobre a ecologia de espécies, bem como opções de mercado justas. Essas duas linhas de trabalho, somadas ao compromisso das comunidades e das autoridades ambientais, permitirão a geração de planos de manejo que possibilitem o uso sem comprometer a permanência das espécies e dos ecossistemas onde crescem (SILVA; ALMEIDA, 2004).

Dada a riqueza e a abundância de palmeiras na Amazônia e a riqueza de grupos étnicos que habitam esse território, as informações sobre usos são um insumo importante para apoiar os planos de manejo, conservação e desenvolvimento da Amazônia. Nesse sentido, a análise da documentação coletada mostra que mais esforços de pesquisa são urgentemente necessários para resgatar informações sobre os usos das palmeiras por uma porcentagem significativa dos grupos étnicos amazônicos, levando em conta, além disso, os processos tão fortes de aculturação que aparecem em todos os grupos étnicos. É prioritário realizar trabalhos de pesquisa com as comunidades ribeirinhas, para as quais não foram encontradas informações etnobotânicas.

4. CONCLUSÃO

As palmeiras são o grupo mais importante de plantas nas florestas da Amazônia, onde têm uma grande importância em sua composição, dinâmica e estrutura e, portanto, na manutenção do equilíbrio ecológico desses ecossistemas. Além de sua importância ecológica, as palmeiras desempenham um papel muito importante para as comunidades locais que vivem nessas florestas, eles são uma fonte dos recursos utilizados tanto na sua dieta e na construção de suas casas, fabricação de utensílios domésticos, artesanato e eles ainda são usados como recursos medicinais. Essa importância é o reflexo do conhecimento que foi transmitido e adquirido ao longo de muitas gerações, do seu contato com a floresta e sua contínua experimentação.

Apesar de sua importância, nas últimas décadas, as populações de palmeiras diminuíram de forma alarmante, devido ao excesso de desmatamento dos ecossistemas que os abrigam; o que está causando

deterioração da qualidade de vida e cultura das populações rurais da Amazônia, mas também danos irreversíveis à floresta onde as palmeiras habitam.

O calendário de frutificação das principais plantas comercializadas, em sua maioria árvores, tem forte impacto na economia dos moradores das comunidades, com uma correlação positiva entre o período de coleta de frutos e a renda familiar de tal forma que os primeiros meses do ano, os mais chuvosos e com maior produção de frutas regionais, são associados pelos habitantes como aqueles com maior bonança econômica.

Este artigo também comprova como sistemas agroflorestais tradicionais, com pouco uso de insumos e alta utilização de regeneração florestal natural, são um recurso econômico e alimentam as comunidades rurais da Amazônia, especialmente para aqueles que estão localizados nas proximidades de centros comerciais urbanos e possuem alta diversidade de espécies frutíferas de valor comercial aceitável e curto ciclo de produção, como as palmeiras açaí.

Da mesma forma, os quintais podem ser considerados como espaços de uso múltiplo e funcionalidade que garantem: 1) fornecimento de espécies frutíferas de domesticação intermediária com pouca ou nenhuma existência de plantações, 2) segurança alimentar da família proporcionando alta diversidade de frutas com reconhecido valor nutricional, 3) permanência de relações não comerciais de troca entre a comunidade através da distribuição de produção excedente.

Finalmente, ressalta-se que embora os potenciais agroextrativistas das comunidades sejam altos por terem conseguido aumentos produtivos e mantido a elevada diversificação de plantas úteis graças ao seu tradicional manejo agroflorestal, ainda existem fatores limitantes de natureza estrutural e que diminuem a rentabilidade da atividade agroextrativista. A falta de organização comercial interna dos produtores e as deficiências infra-estruturais para o armazenamento e a fabricação dos produtos primários comercializados dificultam a reversão dessa situação, pelo menos no presente momento.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, A. F.; Jardim, M. A. G. Utilização das espécies arbóreas da floresta de várzea da Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil por moradores locais. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 23, p. 48-54, 2012.
- [2] Ammann, S. Etnobotânica de árvores e palmeiras em três comunidades ribeirinhas do rio Jauaperi, na divisa entre Roraima e Amazonas. *Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2014.*
- [3] Andersen, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, v. 2, n. 1, p. 133-140, 2007.
- [4] Anderson, A.; Ioris, E.A. A lógica do extrativismo: manejo de recursos e geração de renda por produtores extrativistas no estuário amazônico. In: Diegues, A.C.; Moreira, A. de C.A. (Eds.). *Espaços e recursos naturais de uso comum*. Nupaub-USP, São Paulo. p. 163-180, 2001.
- [5] Aquilani, B.; et al. The challenging transition to bio-economies: towards a new framework integrating corporate sustainability and value co-creation. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, p. 4.001-4.009, 2018.
- [6] Bernal, R., C. Torres, N. García, C. Isaza, J. Navarro, M.I. Vallejo & G. Galeano. Palm management in South America. *Botanical Review* 77: 607-646, 2011.
- [7] Bezerra, Stiffanny Alexa Saraiva. Avaliação da efetividade de gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé, Manaus/AM /124f. *Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -- Universidade Federal do Amazonas, 2011.*
- [8] Clement, C.R. et al. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos nas últimas décadas. *Agrociencia*, v.9, n.1-2, p.67-71, 2005.
- [9] Corley, R.H.V.; Tinker, P.B. *The oil palm*. 5.ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.
- [10] Costa, J. R.; Mitja, D. Uso dos recursos vegetais por agricultores familiares de Manacapuru (AM). *Acta Amazonica*, v. 40, n. 1, p. 49-58, 2010.
- [11] Doe – Departamento de Energia dos Estados Unidos et al. *Federal Activities Report on the Bioeconomy*. 2016. Disponível em: https://biomassboard.gov/pdfs/farb_2_18_16.pdf. Acesso em: 22 nov. 2019.
- [12] Dransfield, J. et al. A new phylogenetic classification of the palm family, *Arecaceae*. *Kew Bulletin*, v.60, n.4, p.559-569, 2005.
- [13] EL Hadrami, I.; EL Hadrami, A. Breeding date palm. In: Jain, S.M.; Priyadarshan, P.M. *Breeding plantation tree crops: tropical species*. Berlin: Springer, 2009. Cap.6, p.191-216.

- [14] Farias, J. E. S. Manejo de açais, riqueza florística e uso tradicional de espécies de várzeas do estuário Amazônico. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amapá - Unifap, Macapá, Amapá, p.1-103, 2012.
- [15] Foley, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, v. 478, n. 7.369, p. 337-342, 2011
- [16] Golden, J. S.; et al. An economic impact analysis of the U.S. biobased products industry: a report to the Congress of the United States of America. 2015. Disponível em: http://bio.albertainnovates.ca/media/76642/usda_bioproducts_economicreport_6_12_2015_1_.pdf. Acesso em: 13 nov. 2019.
- [17] Heijman, W. How big is the bio-business? Notes on measuring the size of the Dutch bio-economy. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 77, p. 5-8, 2016.
- [18] Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento. Brasília, 2017.
- [19] Lira, T. de M.; Chaves, M. do Maria do P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. *Interações (Campo Grande)* [online], v. 17, n. 1, p. 66-76, 2016.
- [20] McCormick, K.; Kautto, N. The Bioeconomy in Europe: an overview. *Sustainability*, v. 5, n. 6, p. 2.589-2.608, 2013.
- [21] Morrison, B.; Golden, J. S. An empirical analysis of the industrial bioeconomy: implications for renewable resources and the environment. *Bioresources*, v. 10, n. 3, p. 4.411-4.440, 2015.
- [22] Nações Unidas. World population prospects. 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- [23] Nascimento, I. et al. (org.) Água e Cidadania: Comunidades Rurais do Tarumã-Mirim em Manaus/Amazonas – Manaus: Acisam, 2007.
- [24] Parisi, C.; Ronzon, T. A global view of bio-based industries: benchmarking and monitoring their economic importance and future developments. EU Science HUB, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Justus_Wessler/publication/316098423_Measuring_the_EU_Bio-based_Economy_some_methodological_issues/links/591dd46da6fdcc233fcea9ac/Measuring-the-EU-Bio-based-Economy-some-methodological-issues.pdf. Acesso em: 8 nov. 2019.
- [25] Piotrowski, S.; Carus, M.; Carrez, D. European bioeconomy in figures. *Industrial Biotechnology*, v. 12, p. 78-82, 2016.
- [26] Reis, M. S. et al. Palmito. Domesticação em paisagem natural. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Origem e evolução de plantas cultivadas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.651-676.
- [27] Reis, M.S. et al. Management and conservation of natural populations in Atlantic Rain Forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*, v.32, n.4b, p.894-902, 2000.
- [28] Rhouma, S. et al. Genetic diversity and phylogenetic relationships in date-palms (*Phoenix dactylifera* L.) as assessed by random amplified microsatellite polymorphism markers (Ramos). *Scientia Horticulturae*, v.117, p.53-57, 2008.
- [29] Ribeiro, A. H. O buriti (*Mauritia flexuosa* L. F.) na terra indígena Acará, Roraima: Usos tradicionais, manejo e potencial produtivo. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas, p.1-99, 2010.
- [30] Rivas, M. Desafíos y alternativas para la conservación *in situ* de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. *Agrociencia*, v.9, n.1-2, p.161-168, 2005.
- [31] Salim, M. V. da C. Quintais agroflorestais em área de terra-firme em Terra Indígena Kwatá-Laranjal, Amazonas. Manaus, 2012.
- [32] Silva, P. J. D. da; Almeida, S. S. de. Estrutura ecológica de açais em ecossistemas inundáveis da Amazônia. In: Jardim, M. A. G.; Mourão, L.; Grossmann, M. (Ed.). Açai (*Euterpe oleracea* Mart.): possibilidades e limites para o Desenvolvimento sustentável no estuário amazônico. Belém: MPEG, 2004. p. 37-51. (Coleção Adolpho Ducke).

Capítulo 2

Característica de alguns frutos das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira

Antonio Jorge Barbosa da Silva

Resumo: As palmeiras são plantas frutíferas que apresentam potencial econômico, tecnológico e nutricional, que vêm despertando o interesse por suas múltiplas finalidades, tais como: alimentícia, farmacêutica, cosmética, aromatizante e essências. Apesar da importância das palmeiras para economia nacional observa-se que existem poucos estudos sobre a caracterização dos frutos das palmeiras nativas da Amazônia brasileira. Logo, o estudo tem por objetivo geral: levantar as características acerca frutos das palmeiras nativas da Amazônia para agregar valor. O Buriti, a Inajá, a Pupunha e o Tucumã são os frutos pesquisados ao longo do trabalho, e as principais características exploradas ao longo do trabalho foram: onde são predominantemente encontradas, o uso tradicional dos frutos das palmeiras e os potenciais de utilização que podem ser explorados. Para alcançar o intuito foi necessário realizar uma pesquisa nas principais plataformas acadêmicas a fim de embasar o tema proposto. Para a realização dessa pesquisa optou-se por uma revisão da literatura com procedimento descritivo e comparativo, utilizando como fonte de dados à bibliografia. As características destacadas da Bacaba, do Buriti, da Inajá, da Pupunha, e do Tucumã são que todas pertencentes à família *Arecaceae* e são encontradas prioritariamente na Amazônia brasileira em região alagadas, contudo, pode ser percebida em outras regiões do Brasil. O uso tradicional das palmeiras está na construção de casa dos nativos da região, na confecção de artesanato e pode ser transformada em palmito para engorda de animais como aves e gados. Os frutos das palmeiras podem ser consumidos in natura, ou transformado em polpa para produção de diversos alimentos. Todavia, destaca-se que os frutos são oleaginosos e por isso possuem potenciais para produção de biodiesel, mas existem outros potenciais que podem ser explorados para trazer atenção dos segmentos alimentícios, farmacêutico e cosmético, agregando valor as palmeiras nativas da Amazônia brasileira.

Palavra-chave: Palmeiras, Amazônia, Buriti, Inajá, Pupunha, Tucumã

1. INTRODUÇÃO

A flora brasileira está formada por cerca de 20 mil diferentes espécies de plantas, e a Amazônia, em especial, apresenta diferentes espécies com características diferentes e com grande potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico ainda pouco ou nada exploradas. Dentre as diversas espécies frutíferas temos as palmeiras nativas que são fundamentais na dieta e economia da população ribeirinha da região (Domingues.; Carvalho; Barros, 2014).

A Amazônia brasileira possui um valioso e mais vastos reservatórios de palmeiras, e este vegetal frutífero tem grande utilidade à população local porque podem ser usadas das mais diferentes formas, como na produção de artesanatos, como matéria prima na construção de casas, como cosméticos, remédios, utensílio doméstico, e até mesmo na alimentação, dentre outras. No mercado local e até mesmo internacional, as palmeiras se destacam na produção de polpa, de palmito, de fibras e de óleo (Oliveira; Rios, 2014).

As palmeiras pertencem ao grupo de plantas mais utilizado pelas comunidades indígenas e urbanas, e representam uma boa parcela econômica das regiões, e estima-se que cerca de 40% das palmeiras amazônicas são efetivamente usadas pelo homem (Júnior; Junior; Jardim, 2016).

Apesar da importância das palmeiras para economia nacional observa-se que existem poucos estudos sobre a caracterização de frutos da Amazônia, e quando existentes e muitas vezes têm sido direcionados a espécies com mais expressão econômica na região norte do Brasil, como açaí e cupuaçu. embora existam outras espécies em potencial, como a bacaba, o buriti inajá, a pupunha e o tucumã (Santos et al, 2017).

Diante disso, é indispensável estudos que investiguem a correlação entre características gerais das palmeiras nativas da Amazônia. Assim, este estudo busca pontuar as seguintes características: onde são predominantemente encontradas as palmeiras, o uso tradicional dos frutos das palmeiras e os potenciais de utilização que podem ser explorados, além de outras características dos frutos e das palmeiras. A partir dessas informações espera-se agregar valor aos frutos e as palmeiras, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos e das palmas, a fim de obter recursos de valor econômico para a região.

Logo, o estudo tem por objetivo geral: levantar as características acerca frutos das palmeiras nativas da Amazônia para agregar valor aos frutos. O Buriti, a Inajá, a Pupunha e o Tucumã são os frutos pesquisados, e as principais características exploradas ao longo do trabalho foram: onde são predominantemente encontradas as palmeiras, o uso tradicional dos frutos das palmeiras e os potenciais de utilização que podem ser explorados.

Para a realização dessa pesquisa optou-se por uma revisão da literatura com procedimento descritivo e comparativo, utilizando como fonte de dados à bibliografia. No qual a pesquisa foi realizada nas principais plataformas acadêmicas a fim de embasar o tema proposto.

2. METODOLOGIA

Para a realização dessa pesquisa optou-se por uma revisão da literatura com procedimento descritivo e comparativo, utilizando como fonte de dados à bibliografia que foi realizada a partir do levantamento de referências teóricas publicadas por meios escritos e eletrônicos, como: livros, trabalhos científicos, plataformas e websites com finalidade acadêmica. A coleta dos dados ocorreu no período de dezembro de 2019 a janeiro de 2020 por meio de literaturas publicadas enfatizando a ideologia dos mesmos. Há somente uma exceção, pois, a publicação dos livros: Frutos de Palmeiras da Amazônia (Miranda e Rabelo, 2001) e Guia de Identificação das Palmeiras de Porto Trombetas – PA (Miranda e Rabelo, 2008).

Os critérios elegíveis para essa pesquisa foram estudos publicados com menos de 5 anos, em idiomas nacionais e estrangeiros, sendo disponível de forma gratuita e na íntegra e está relacionado ao objetivo proposto. Foram ineligiáveis a amostra, os trabalhos publicados e não estão disponíveis de forma gratuita e não apresentarem o texto na íntegra, artigos que não apresentavam relação direta com o tema, estudos repetidos, além de pesquisa não publicadas entre 2015 e 2020.

Este estudo buscou pontuar as seguintes características das palmeiras nativas da Amazônia brasileira: onde são predominantemente encontradas as palmeiras, o uso tradicional dos frutos das palmeiras e os potenciais de utilização que podem ser explorados, além de outras características dos frutos e das palmeiras que são apresentadas no quadro 1.

As palmeiras e os frutos que foram objetos de investigação do estudo são: a Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), o Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), a Inajá (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude), a Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), e o Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.), todas nativas da Amazônia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A paisagem da Amazônia é formada por floresta aberta com um mosaico de vegetação no qual é frequentemente encontrado uma diversidade de palmeiras (Faustino; Paula, 2014).

As palmeiras estão entre as quatro famílias botânicas mais importantes para o uso humano e são um componente proeminente da maioria dos ecossistemas tropicais, em que os frutos constituem um importante recurso alimentar para a fauna local. Além disso, são relevantes para as populações humanas, para as quais as palmeiras fornecem material de construção, alimentos e objetos de decoração (Mendes et al, 2017).

Destaca-se, também, que as palmeiras estão entre as plantas de maior longevidade no reino vegetal, desempenhando um papel importante na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas e na sucessão ecológica (Neves, 2018).

No mundo tem-se registro de 3000 espécies de palmeiras, das quais 390 ocorrem no Brasil, com a grande maioria sendo nativa da Amazônia, onde ocorrem 41 gêneros e 290 espécies (Oliveira; Rios, 2014).

Nas regiões tropicais e subtropicais como à Amazônia existem predominantemente as palmeiras pertencentes à família Arecaceae, que compreende em torno de 183 gêneros e 2.450 espécies (Neves, 2018).

As principais espécies da família Arecaceae cultivadas extraída na Amazônia brasileira são a Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), o Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), a Inajá (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude), a Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e o Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) (Santos et al, 2017).

Desse modo, esta pesquisa levanta as características acerca frutos das palmeiras nativas da Amazônia para agregar valor aos frutos como o Buriti, a Inajá, a Pupunha e o Tucumã. Para apontar as características encontradas dos frutos e das palmeiras nativas da Amazônia brasileiras foi elaborado uma tabela a partir de estudo de diversos autores que investigavam as palmeiras e os frutos citados acima.

Ao total foram usadas 32 pesquisas, entre alguns dos autores utilizado foram: Domingues e Carvalho (2014); Oliveira e Rios (2014); Júnior, Junior e Jardim (2016); Santos et al (2017); Faustino e Paula (2014); Mendes et al (2017); Neves (2018); Finco et al (2012); Piccoli et al (2018); Vasconcelos, Lopes e Araújo (2016); Sousa, Oliveira e Martorano (2015); Fernandes (2015) e outros autores que abordavam sobre o tema proposto.

A tabela 1 foi dividido em seis sessões, no primeiro consta o nome da fruta, no segundo o nome científico, na terceira onde estas palmeiras são mais provenientes encontradas, na quarta o uso tradicional das palmeiras e das frutas nativas da Amazônia, e na última o potencial que pode ser explorado.

Tabela 1 - Características dos frutos e das palmeiras nativas da Amazônia brasileiras

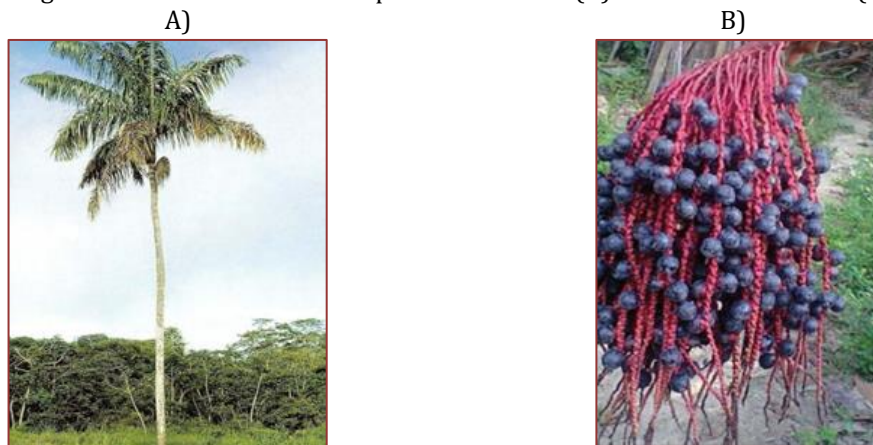
Família	Nome científico	Fruto (Nome Vulgar)	Predominante encontradas	Uso tradicional	Potencial a ser explorado
Arecaceae	Oenocarpus bacaba Mart.	Bacaba	Ocorre em mata virgem de terra firme e também de várzea	A bacaba é utilizada como planta para confecção de objetos artesanais. O estipe na confecção de moradias. Os frutos são utilizados para a produção de polpa	Produção de óleo de qualidade semelhante ao óleo de cozinha
	Mauritia flexuosa L.	Buriti	Ocorre nas regiões alagadas e úmidas	O buriti fornece matéria-prima para artesanato, confecção de abrigos e remédios, e pode ser consumido in natura.	Produtos lácteos
	Maximiliana maripa (Aubl.) Drude	Inajá	Ocorre frequentemente em florestas densas de zona úmida	A fruta pode ser consumida in natura, o palmito é usado como alimento animal, o potencial industrial do inajá reside no óleo.	Matéria prima para biodiesel
	Bactris gasipaes Kunth	Pupunha	Distribuída em trópicos úmidos	São consumidos cozidos e com sal por humanos, mas podem ser aproveitados na fabricação de ração de aves. As palmeiras podem ser utilizadas na fabricação de casas e artesanato	Potencial para fabricação de farinha
	Astrocaryum vulgare Mart.	Tucumã	Em áreas abertas, campos, pastagens e vegetação secundária	A polpa do tucumã é utilizada na produção de sorvetes, recheios de sanduíche e outros. Pode ser usado na construção de casa e artesanato e também no engorde de animais.	O caroço pode ser utilizado como matéria prima para a produção de biocombustível

Fonte: Autoria própria, 2020

3.1. BACABA (OENOCARPUS BACABA MART.)

Oenocarpus bacaba Mart, conhecida por bacaba, que é uma palmeira da família Arecaceae do qual deriva a fruta que são encontrados na Amazônia brasileira que produzem bagas comestíveis de cor púrpura, consumidos localmente como suco natural ou pode ser processada com bebida, geleia e sorvete (Finco et al, 2012). Na figura 1 apresenta a palmeira de bacaba (a) e seus respectivos frutos (b)

Figura 1 – Palmeira de Oenocarpus bacaba Mart. (A) e Fruto da bacabeira (B)



Fonte: Piccoli (2018)

A palmeira *Oenocarpus bacaba* Mart., é um tronco solitário liso, sem espinhos, reto que cresce até 20m de altura e é frequentemente encontrada no Pará e Amazonas tendo como habitat ideal a mata virgem de terra firme e também de várzea (Vasconcelos; Lopes; Araújo, 2016).

Os frutos da bacaba estão presentes em cachos inseridos no estipe, possuem coloração negro-violeta, com formato de drupas globosas, a polpa é mucilaginosa e muito oleaginosa, residindo grande interesse no aproveitamento desses frutos para produção de óleo e outros produtos derivados (Sousa; Oliveira; Martorano, 2015).

A bacaba é bastante utilizada como planta ornamental em projetos paisagísticos e na confecção de objetos artesanais a partir de suas folhas e sementes. O estipe, para a confecção de moradias e o palmito, para a alimentação. Os frutos são utilizados para a produção de polpa e de bebida fermentada. Além disso, seus frutos são comestíveis e muito apreciados pelas comunidades indígenas e caboclas da Amazônia. Da polpa é produzido um “vinho”, uma bebida muito consumida pela população da região Amazônica, de sabor agradável semelhante ao do açaizeiro e com alto teor de óleo (Fernandes, 2015).

Os frutos da bacaba são ricos em óleo e apresentam uma composição química variada. Portanto, os frutos da bacaba podem ser promissores para a produção de óleo de qualidade semelhante ao óleo de cozinha, devido ao seu teor em ácidos graxos. Contudo, a qualidade do óleo depende de vários fatores, como a estabilidade oxidativa, condições de extração e a técnica de armazenamento. A prensagem mecânica ou o uso de solventes orgânicos, são caracterizados como processos que reduzem a qualidade dos extratos lipídicos. O ranço hidrolítico pode ser acelerado pelo sistema de prensagem mecânica, enquanto o uso de solventes orgânicos pode aumentar a citotoxicidade dos extratos (Pinto, 2018).

3.2. BURITI (*MAURITIA FLEXUOSA* L)

O buriti, *Mauritia flexuosa* L., é uma palmeira da família Arecaceae, essa espécie é comumente encontrada no Brasil em povoamentos densos e monoespecíficos, conhecidos localmente como buritizais (Mendes et al, 2017). Na figura 2 apresenta a palmeira do Buriti (a) e seus respectivos frutos (b).

Figura 2 – Palmeira de *Mauritia flexuosa* L (A) e Fruto do Buriti (B)



Fonte: Rocha (2018)

A palmeira do buriti ocorre em regiões alagadas e úmidas localizadas na região da Amazônia (RODRIGUES et al, 2016).

O buriti é uma palmeira dióica, que possui hastes solitárias em forma de coluna e folhas de palmito, podendo atingir 25 m de altura e 0,80 m de diâmetro. Quando adultas podem atingir 40 m de altura e diâmetro de 60 cm, e possuir entre 8 a 20 folhas, atingindo até 2,5 m de envergadura com pecíolos de até 4,5 m de comprimento (Almeida et al, 2018).

Os buritizais são de grande importância para as populações locais porque são fonte de alimento, abrigo e renda, ocasionado pelos múltiplos usos de suas partes (Sousa; Perpétuo, 2016).

O fruto de *Mauritia flexuosa* é aproveitada da polpa até as sementes. Sendo que a polpa é mais utilizada porque apresenta múltiplas propriedades nutricionais que podem ser favoráveis à saúde, por isso é usada como matéria-prima de sorvetes, doces, cremes, geleias, vitaminas, vinhos e azeites (Rocha, 2018).

A fruta, comumente comercializada, é uma boa fonte de vitaminas e minerais, além de contribuir para a preservação da fauna, pois serve de alimento para animais silvestres (Almeida et al, 2018).

A polpa de buriti possui quantidades consideráveis de carotenoides, polifenóis e ácido ascórbico, apresentam também um potencial para ser usado na prevenção de doenças causadas pelo estresse oxidativo. Além disso, o buriti apresenta uma grande variedade de compostos bioativos, tais como vitaminas e compostos fenólicos (Mendes et al, 2017).

Considerando os efeitos benéficos e as características do buriti, existe um grande potencial para o desenvolvimento de produtos contendo compostos bioativos como os produtos lácteos, principalmente os leites fermentados (Filho, 2017).

Além disso, o buriti fornece matéria-prima para artesanato, confecção de abrigos e remédios (Rocha, 2018).

3.3. INAJÁ (*MAXIMILIANA MARIPA* (AUBL.) DRUDE)

A *Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude, conhecida como o nome comum de Inajá, pertence à família *Arecaceae*, e é encontrada em toda a Amazônia. Trata-se de uma palmeira rústica com ampla ocorrência e abundância natural em sistemas silvipastoris, esta palmeira corre com mais frequência em florestas densas de zona úmida. Além disso, vale destacar que esta palma é muito resistente, regenera-se rapidamente nos ambientes onde está queimada (Fernandez, 2016). Na figura 3 apresenta a palmeira de inajá (a) e seus respectivos frutos (b)

Figura 3 - Palmeira de *Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude (A) e Fruto de inajá (B)



Fonte: Nascimento (2015)

A palmeira inajá, apresenta estipe simples e cilíndrico sem perfilhos, de porte ereto e pode alcançar até 20 metros de altura. A copa é formada, em média, por 20 folhas compostas, pinadas, inseridas em filas verticais. As pinas são lineares, eretas, agrupadas e dispostas em ângulos diferentes. O pecíolo e bainha são persistentes e o pecíolo e raque apresentam bordas cortantes (Matos et al, 2017).

O fruto da palmeira de inajazeiro tem um fruto que pode ser considerado um alimento tanto para humanos quanto para animais domésticos silvestre (Mozombite et al, 2016).

A palmeira de inajá pode ser totalmente utilizada. Os frutos são comestíveis com polpa de laranja quando maduros. A fruta pode ser consumida como cozida e também é a base de uma bebida conhecida como vinho inajá. Além disso, o palmito é usado como alimento animal, pois contribui para engordar e aumentar a produção de leite. O potencial industrial do inajá reside no óleo comestível obtido da noz da fruta, que contém cerca de 60% de óleo. No entanto, a polpa de inajá também possui quantidades significativas de óleo por isso vem sendo explorada como potencial matéria prima para biodiesel (Barbi et al, 2019).

3.4. PUPUNHA (*BACTRIS GASIPAES KUNTH*)

A pupunheira é uma palmácea, conhecida cientificamente como *Bactris gasipaes* Kunth e classificada botanicamente como pertencente à família Arecaceae, distribuída por todos os trópicos úmidos baixos nas Américas, e é nativa da Região Amazônica. A pupunha floresce desde agosto até outubro, com o principal período de frutificação entre dezembro e março (Souza, 2015). Na figura 4 apresenta a palmeira da pupunha (a) e seus respectivos frutos (b).

Figura 4 – Palmeira de *Bactris gasipaes* Kunth (A) e Fruto da Pupunha (B)



Fonte: Borges (2016)

A pupunheira é uma espécie que possui estipe ereta chegando até aos 20 m de altura e de 25 a 30 cm de diâmetro, a pupunheira apresenta perfilhamentos que podem variar de zero a quatorze por planta, dependendo do tipo de genótipo e do ambiente. A copa da planta possui de 10 a 30 folhas pinadas que podem ser glabras ou apresentar espinhos. A pupunheira possui frutos do tipo drupas nos tamanhos e formatos variáveis, organizados em racimo (cacho), o tamanho dos frutos varia de 1 a 1,5 cm de diâmetro nos frutos sem caroço a até 7 cm nos frutos normais, na forma arredondada ou ovoide (Neves, 2018).

O fruto da pupunheira é amidoso-oleoso, rico em proteína, cálcio, fósforo, tiamina, vitamina C e A, e principalmente retinol. As cores que variam do verde, amarelo ao vermelho. O principal uso do fruto é na forma inteira, sendo que o fruto apresenta elevado valor nutricional ricos em lipídeos, fibras, amido e carotenoides totais, além disso apresenta elevado valor energético (Moreira et al, 2017).

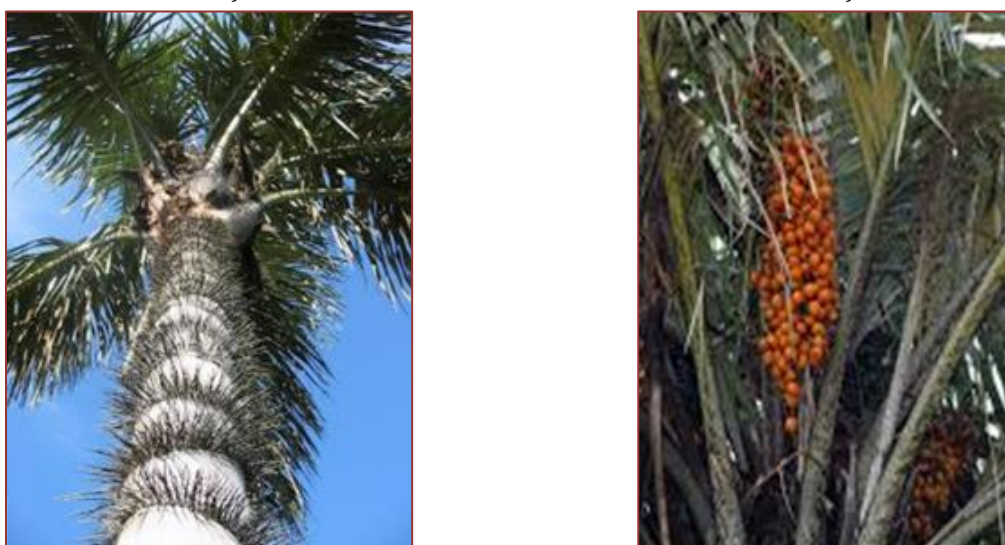
Os frutos da pupunheira de forma geral são consumidos cozidos e com sal por humanos, mas podem ser aproveitados na fabricação de ração de aves. As palmeiras podem ser utilizadas na fabricação de casas e artesanato, bem como pode ser consumida como palmito por animais.

Outra possibilidade de utilização dos frutos da pupunha é a fabricação de farinha, ou seja, a farinha de pupunha pode substituir o milho, trigo, e os cereais na fabricação do pão. Então, o processamento de farinha de pupunha também pode ser uma forma de agregar valor aos frutos (Pinheiro et al, 2019).

3.5. TUCUMÃ (*ASTROCARYUM VULGARE MART.*)

O tucumanzeiro (*Astrocaryum vulgare Mart.*), também conhecido como tucumã-do-Pará é uma palmeira perene de ocorrência frequente na Amazônia (Fortes et al, 2016). Na figura 5 apresenta a palmeira de tucumã (a) e seus respectivos frutos (b).

Figura 5 - Palmeira (*Astrocaryum aculeatum*) (A) e Fruto de tucumã (B)



Fonte: Oliveira (2018)

O tucumã pertence à família *Arecaceae*, gênero *Astrocaryum*. O fruto tem forma elipsóide com comprimento de 3 a 5 cm, espessura de 2 a 4 mm, cor amarelo-alaranjada quando maduro, polpa fibrosa e gelatinosa e odor característico. É amplamente utilizado pelos povos amazônicos, que consomem quase todas as partes da palmeira (Santos et al, 2018).

Além disso, o tucumanzeiro que cresce em áreas abertas, campos, pastagens e vegetação secundária. Essa espécie pode alcançar de 10 a 15 m de altura com 15 a 20 cm de diâmetro em seu tronco. A produção dos frutos varia de 3 a 6 meses, com média de quatro cachos de cerca de 240 frutos por palmeira (Kieling; Santana, 2017).

O tucumã possui diversas propriedades nutricionais, como fonte de caloria, fibras, pró-vitamina A (caroteno) e lipídeos, especialmente do ácido graxo oleico sendo de grande valia para a agroindústria e gerador de resíduos orgânicos com potencial biológico para o reaproveitamento (Rufino et al, 2015).

As folhas e estipes são utilizados na construção de casas pelas comunidades do interior da Amazônia. O caroço tradicionalmente é usado para alimentar animais domésticos e na defumação da borracha e a palha para tecer leques e esteiras para artesanato (Kieling; Santana, 2017).

A polpa do tucumã é utilizada na produção de sorvetes, picolés e recheios de tapioca e sanduíche. A polpa também é usada como alimento para gado, porcos, peixes e galinhas e para a produção de sabão (Santos et al, 2018).

O fruto do tucumã é considerado bastante são oleaginosas por isso o caroço pode ser utilizado como matéria prima para a produção de biocombustível, contudo, ainda não existe muitos projetos englobando sua cadeia de produção (Kieling; Santana, 2017).

4. CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho, conclui-se que as palmeiras são importantes para a população que realiza o extrativismo do vegetal, pois estabelecem inúmeras possibilidades de uso de acordo com as atividades locais e principalmente pelo potencial alimentar e comercial dos frutos e das palmeiras. Além disso, as palmeiras quando cultivadas e colidas de forma apropriada é um recurso com grande potencial econômico.

As características destacadas da Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), do Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), da Inajá (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude), da Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e do Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) são que todas pertencentes à família Arecaceae e são encontradas prioritariamente na Amazônia brasileira em região alagadas, contudo, pode ser percebida em outras regiões do Brasil. O uso tradicional das palmeiras está na construção de casa dos nativos da região, na confecção de artesanato e pode ser transformada em palmito para engorda de animais como aves e gados. Os frutos das palmeiras podem ser consumidos in natura, ou transformado em polpa para produção de diversos alimentos. Todavia, destaca-se que os frutos são oleaginosos e por isso possuem potenciais para produção de biodiesel, mas existem outros potenciais que podem ser explorados para trazer atenção dos segmentos alimentícios, farmacêutico e cosmético.

A possibilidade de fabricação de subprodutos a partir dos frutos das palmeiras nativas da Amazônia brasileira é uma maneira de agregar valor e diversificar a demanda, evitando a saturação do mercado, uma forma adicional de conservação e comercialização do Buriti, a Inajá, a Pupunha e o Tucumã durante todo o ano.

Segundo a orientação de Miranda et al. (2001), quando apresenta a importância das palmeiras, informa o valor econômico, ecológico, ornamental e alimentar das palmeiras é muito grande e seu estudo é muito importante. Todas as partes de uma palmeira são aproveitadas de alguma maneira, desde alimentação até o uso medicinal. Os frutos e as sementes são utilizados na alimentação humana e de animais, e também fornecem matéria-prima para indústrias de cosméticos e alimentícias; as folhas jovens servem para coberturas de casas e as adultas como abrigos nas florestas; na coroa foliar encontra-se o palmito que tem grande valor alimentício e industrial; o estipe é utilizado para assoalhos e paredes de casas e as raízes possuem valor medicinal.

A partir das informações obtidas ao longo da pesquisa agrega-se valor aos frutos e as palmeiras nativas da Amazônia brasileira permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz da vegetação para obter recursos de valor econômico para a região. Além de proporcionar uma maior valorização às potencialidades dos produtos regionais, pelo estímulo na produção das palmeiras e de seus frutos como o Buriti, a Inajá, a Pupunha e o Tucumã que são todas nativas da Amazônia.

No entanto, é necessário ampliar estudos, dessa forma sugere-se para estudos futuros, pesquisa que investiguem a qualidade dos frutos provenientes de palmeiras nativas em comunidades inseridas nas Unidades de Conservações de Uso Sustentável e Ribeirinhas da Amazônia, bem como investigar quais as melhores formas de cultivos e também de exploração do fruto e seus insumos, forma de armazenamento, de transporte e comercialização sustentável da palmeira da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, Livia Caroline Praseres de et al. Temperature, Light, And Desiccation Tolerance In Seed Germination Of *Mauritia Flexuosa* LF. Revista *Árvore*, Rev. *Árvore* vol.42 no.3 Viçosa 2018 Epub 13 de set de 2018
- [2] Barbi, Rafaela Cristina Turola et al. Subcritical propane extraction of high-quality inajá (*Maximiliana maripa*) pulp oil. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 153, p. 104576, 2019.
- [3] Borges, Catiele Vieira et al. Avaliações biométricas de caracteres agrônômicos em progênies de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). Tese apresentada ao programa de pós-graduação em agronomia tropical da Universidade Federal do Amazonas, 2016.
- [4] Domingues, A. F. N.; Carvalho, A. V.; Barros, C. R. Caracterização físico-química da polpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). *Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*, 2014.

- [6] Faustino, Camila de Lima; Paula, Hosana Hevelinkon de. Dispersão de frutos de palmeiras em duas tipologias vegetais na Amazônia Sul-Occidental, *Adv. For. Sci., Cuiabá*, v.1, n.1, p.35-38, 2014
- [7] Fernandez, Ismael Montero et al. Oil in inajá pulp (*Maximiliana maripa*): Fatty acid profile and anti-acetylcholinesterase activity. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, v. 8, n. 2, p. 80-83, 2016.
- [8] Fernandes, Erlane da Rocha. Conservação da polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) por tecnologia de obstáculos. Dissertação de Mestrado da Universidade de Tocantins - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento, 2015.
- [9] Finco, F. D. B. A., et al. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) fruit by HPLC-DAD-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60.31: 7665-7673, 2012.
- [10] Filho, José Manoel de Moura. Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências Exatas da Universidade Estadual Paulista, 2017.
- [11] Fortes, Andréa Cristina Rodrigues et al. Transferibilidade de locos microssatélites desenvolvidos em outras espécies de palmeiras para *Astrocaryum vulgare* Mart. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, , 59.1: 80-86, 2016.
- [12] Júnior, Wilson Filgueiras Batista; Junior, Helio Brito Santos; Jardim, Mário Augusto Gonçalves. As palmeiras como indicadores de sustentabilidade para populações amazônicas. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2016.
- [13] Kieling, Antonio Claudio; Santana, Genilson Pereira. Compósito Fabricado Do Endocarpo Do Tucumã (*Astrocaryum Aculeatum*) Com Polímero Termoplástico. *Scientia Amazonia*, v. 6, n.3, 24-30, 2017.
- [14] Matos, Ariana Kelly Mota Gemaque et al. Morfotipos de frutos e morfologia de plântulas de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 819-829, 2017
- [15] Mendes, Fernanda Nogueira et al. Reproductive phenology of *Mauritia flexuosa* L.(Arecaceae) in a coastal restinga environment in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 77, n. 1, p. 29-37, 2017.
- [16] Moreira, Wendel Kaian Oliveira et al. Análise de correlação em frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Global Science And Technology*, v. 9, n. 3, 2017.
- [17] Mozombite, Diana Maruja Sangana et al. Avaliação química, físico-química e ensaios biológicos do óleo da polpa de inajá *Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude) Arecaceae. Mozombite, 2016.
- [18] Nascimento, Alessandra Karisa Costa Lima do et al. Seleção de lipase microbiana para aplicação em reações de hidrólise e de esterificação do óleo da amêndoa de inajá (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude) visando produção de biodiesel. Tese apresentada ao Programa MultiInstitucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Biotecnologia, 2015.
- [19] Neves, Breno Rosa. Condicionamento fisiológico de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). / Breno Rosa Neves, Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, Vitória da Conquista - BA, 2018.
- [20] Oliveira, Stéfani Ferreira de et al. Caracterização físico-química e desenvolvimento de métodos analíticos para a manteiga de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) / Stéfani Ferreira de Oliveira. Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas, 2018
- [21] Oliveira, M.; Rios, S. de A. Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia. In: Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (Alice). In: Encontro Amazônico de Agrárias, 4., 2014, Belém, PA. Atuação das ciências agrárias nos sistemas de produção e alterações ambientais: anais... Belém, PA: Ufra, 2014.
- [22] Piccoli, Ana Flávia Pereira et al. Controle de qualidade de sistemas microemulsionados contendo extrato de casca de Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart). Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 2018.
- [23] Pinheiro, Luiz Peres Alves et al. Armazenamento de frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) em diferentes embalagens. Trabalho de conclusão de Curso submetido à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, 2019.
- [24] Pinto, R. H. H., et al. Extraction of bacaba (*Oenocarpus bacaba*) oil with supercritical CO₂: Global yield isotherms, fatty acid composition, functional quality, oxidative stability, spectroscopic profile and antioxidant activity. *Grasas y Aceites*, 69.2: 246, 2018.
- [25] Rocha, Pedro Henrique de Queiroz. Caracterização e análise dos endocarpos de buriti (*Mauritia flexuosa*) e babaçu (*Attalea speciosa*) para fins energéticos. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília Faculdade do Gama, Brasília, 2018.

- [26] Rodrigues, Antonio Manoel da Cruz Bezerra et al. Propriedades reológicas do suco de buriti (*Mauritia flexuosa*). Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v.38, n. 1. 176-186, Fev, 2016.
- [27] Rufino, João Paulo Ferreira et al. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de tucumã (*Astrocaryum vulgare*, Mart) na alimentação de poedeiras comerciais. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2015.
- [28] Santos, Mirelly Marques Romeiro et al. Physical-chemical, nutritional and antioxidant properties of tucumã (*Astrocaryum huaimi* Mart.) fruits. Semina: Ciências Agrárias, v. 39, n. 4, p. 1517-1531, 2018.
- [29] Santos, Mary de Fátima Guedes dos et al. Quality characteristics of fruits and oils of palms native to the Brazilian Amazon. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 39, n. SPE, 2017.
- [30] Sousa, Regina Célia de; Perpétuo, Nayara Chaves Ferreira. Fibra De Buriti (*Mauritia Flexuosa* Mart.): Características E Aplicações. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 9, p. 4316-4326, 2016.
- [31] Sousa, T. S.; Oliveira, M.; Martorano, L. G. Avaliação de caracteres físicos em frutos de matrizes de *Oenocarpus bacaba* Martius procedentes de Terra Santa-PA. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (Alice). In: Seminário De Iniciação Científica, 19.; Seminário De Pós-Graduação Da Embrapa Amazônia Oriental, 3., 2015, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015
- [32] Souza, Camila Santos. Análise físico-química do teor de lípidos da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) com e sem caroço. Monografia apresentada ao curso de Graduação em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, 2015.
- [33] Vasconcelos, Werica Larissa Farias de; Lopes, Maria Aparecida; Araújo, Fabio Reis Ribeiro. Conhecimento e diversidade do uso da bacaba (*Oenocarpus bacaba*) no mosaico de unidades de conservação lago de Tucuruí-Amazônia oriental. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2016.

Capítulo 3

Ostreicultura e o extrativismo sustentável na Vila de Lauro Sodré

Annyê Letícia Ripardo Melo

Gabriel Soares Sodré

Igor Dias Castro

Jairo Monteiro Filho

Resumo: O presente artigo descreve uma pesquisa qualitativa baseada no estudo da Ostreicultura como método sustentável, para evitar o crescimento do extrativismo, na vila de Lauro Sodré. Destaca-se que devido à atividade de cultivo de ostras ser um procedimento sustentável, ainda é existente práxis extrativistas no local evitando assim o crescimento da ação da ostreicultura em maior proporção. Com análises feitas referentes ao um levantamento bibliográfico e uma observação direcionada as áreas de lavoura, obteve-se a verificação de que esse novo artifício reduz drasticamente a prática desenfreada do revés do extrativistas. Funcionalmente baseado em entrevistas, como pesquisa de campo foi possível constatar que aquicultura promove uma integralidade notável e aperfeiçoamento aos criadores dessa atividade sustentável a um modelo progressista e benéfico para o ecossistema, o produtor e o consumidor.

Palavras-Chave: Ostreicultura, Extrativismo, Sustentabilidade, Vilarejos

1. INTRODUÇÃO

Diante da era geológica atual conhecida como antropoceno que se caracteriza pela ação humana que impacta de forma negativa a biosfera, como aquecimento global, desflorestamentos, conseqüentemente, gerando perda da biodiversidade de uma determinada região, poluição, entre inúmeros outros impactos negativos, segmentando-se, surge à ideia de sustentabilidade, uma ideologia que apesar de parecer recente pelos eventos ambientalistas realizadas no Brasil e no mundo, todavia, esse conceito já existe há um tempo na história, no século XV deu início à expansão marítima e diante de inúmeros navios construídos veio a escassez de madeira, desde então começou o pensamento de sustentabilidade. Vale ressaltar que sustentabilidade nada mais é que um processo onde ocorre a produção de maneira sustentável, ou seja, produzir o necessário para a população atual e mantendo para as próximas gerações, preservando principalmente a biodiversidade e também retroceder os impactos ambientais negativos, vale salientar que o ser humano sempre teve a necessidade de produzir e consumir, mas infelizmente esse consumo e produção sem controle, têm conseqüências que já está ocorrendo no planeta terra, portanto, é necessário um desenvolvimento sustentável. (BOFF, 2014).

Diante do cenário atual, com espécies em extinção, destruição de ecossistemas, poluição de rios e marés, chuvas ácidas, efeito estufa entre outros. Dessa forma, com as revoluções industriais, a modernização dos países e a globalização, todos esses processos aumentaram a exploração da produtividade e conseqüentemente, as extrações dos recursos elevam cada vez mais, e por conta dessas medidas precisam ser tomadas atitudes para que se mantenha a vida na terra, portanto, observa-se a necessidade de um desenvolvimento sustentável, Boff (2014, p.25 apud BARBAULT, 2011) relata:

Em 1961 precisávamos apenas de 63% da terra para atender as demandas humanas. Em 1975 já necessitávamos de 97% da Terra. Em 1980 exigíamos 100,6%, portanto, precisamos mais de uma Terra. Em 2005 já atingimos a cifra de 145% da Terra. Quer dizer, precisávamos de quase uma Terra e meia para estar á altura do consumo geral da humanidade. Em 2011 nos aproximamos a 170%, portanto, próximos a dois planetas. A seguir este ritmo, nos anos 2030 precisaremos de pelo menos três planetas. Terra iguais a este que temos. Se hipoteticamente quiséssemos universalizar o nível de consumo que os países ricos como os Estados Unidos, a União Europeia e o Japão desfrutam, dizem-nos biólogos e cosmólogos, seriam necessários cinco planetas Terra. O que é absoluta mente irracional (BOFF, 2014, p.25 apud BARBAULT, 2011).

Com os dados apresentados nota-se que o consumo está exigindo mais e os recursos estão em situação crítica. O ínterim é que o desenvolvimento sustentável não é uma necessidade, todavia, é uma urgência para manter a biosfera, há várias produções que deve ter um olhar sustentável, à vista disso está entre elas à aquicultura que é o cultivo dos seres aquáticos, no qual esse trabalho irá se aprofundar, em específico na ostreicultura que é o cultivo de ostras que são invertebrados pertencentes ao filo *Mollusca* e fazem parte da classe *Bivalvia*. As ostras, diferente de algumas classes de molusco não apresentam rádula, por conseguinte, eles são filtradores e as brânquias são estruturas anatômicas que auxiliam nesse processo além da respiração, em destarte, esse ser vivo só irá se alimentar de micro alimentos, ou seja, de fitoplâncton, todo o tipo de substância “grande” não será digerido e é eliminado de seu corpo, esses alimentos retirados são denominados de pseudofezes, por não ser retirado pelo ânus do animal. O cultivo de uma ostra não é fácil, vários fatores ecológicos podem afetar em sua produção incluindo predatismo, parasitismo e competição e por conta disso é necessário um cuidado com seu cultivo, em alguns casos é necessária uma análise laboratorial, sem falar em poluição pois é um animal que irá consumir o que o seu hábitat tende a oferecer inclusive substâncias prejudiciais à saúde humana que pode estar presente em seu local de cultivo. (PECHENIK, 2016; OSTRENSKY et al., 2015)

Diante dessa questão de desenvolvimento sustentável, essa pesquisa tem como objetivo analisar a produção da ostreicultura, verificando o desenvolvimento social, ecológico e sustentável das comunidades que realizam essa atividade, além disso, as dificuldades que essa prática enfrenta recentemente é o extrativismo desordenado. O crescimento do comércio em relação à aquicultura está crescendo, porém, toda atividade de produção gera seus impactos tanto de forma positiva como negativa. Em consonância à produção é necessário o cuidado ao realizar o cultivo de seres aquáticos, portanto, tem de ser feito uma análise do local onde são cultivados, pois a água é um solvente universal, podendo se dissolver com qualquer componente que prejudique o cultivo das ostras comprometendo seu consumo. (TIAGO, 2007)

A ostreicultura deve ser analisada com uma vistoria dos fatores que estão levando evasão dos membros das associações, o crescimento econômico, seus impactos na região amazônica, a relação ecológica das ostras com outros seres vivos, sendo eles parasitas ou competidores de recursos do habitat e de que forma isso prejudica o cultivo, essa observação pode ser feita através de entrevistas dos produtores, análise ecológica da região, investigações sobre o conhecimento da população local sobre essa área da aquicultura e seus benefícios, pois isso mostra a realidade dessa produção, como também despertará o interesse de pesquisadores a expandir conhecimentos acerca das ostras na Amazônia, dessa maneira desenvolverá a compreensão tanto para a sociedade científica como aos produtores que dependem dessa prática para suas demandas. TIAGO, 2007, relata em seu livro:

No Brasil, segundo estimativas da Food and Agriculture Organization of the United Nations/FAO, a produção anual total da aquicultura passou de 30.915 toneladas métricas em 1994 para 77.690 toneladas métricas em 1996 (FAO, 2007) (Tabela X). Neste sentido, New (1999) (Tabela XII), baseado em dados da FAO, apresenta uma razão de crescimento de 3,9 no volume produzido pela aquicultura brasileira no período de 1987 a 1996, crescendo de 13.140 toneladas métricas em 1987, para 51.281 toneladas métricas em 1996, e uma razão de crescimento de 3,8 nos valores negociados pela aquicultura brasileira no período de 1987 a 1996, crescendo de U\$ 59.343.000,00 em 1987 para U\$ 226.908.000,00 em 1996 (Tabela XII). (TIAGO, 2007, p. 9 – 10)

2. ÁREA DE PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido por levantamento bibliográfico e posteriormente foi realizada uma pesquisa qualitativa de campo na AQUAVILA (Associação dos Aquicultores da Vila Lauro Sodré) pertencente ao município de Curuçá, localizado na região costeira do estado do Pará.

As entrevistas foram feitas diretamente aos aquicultores, pelos membros da equipe envolvidas na pesquisa, de modo a considerar as condições socioculturais e limitações daquela comunidade, analisando a faixa etária, oportunidade de renda, extrativismo e ciclo de produção na ostreicultura.

“O método qualitativo é adequado aos estudos da história, das representações e crenças, das relações, das percepções e opiniões, ou seja, dos produtos das interpretações que os humanos fazem durante suas vidas, da forma como constroem seus artefatos materiais e si mesmos, sentem e pensam” (MINAYO, 2008, p.57)

O contato com o ambiente, o sujeito e o objeto de pesquisa, possibilitou maior observação das dificuldades e desafios enfrentados na comunidade da Vila de Lauro Sodré, que trazem como herança e meio de subsistência o extrativismo local.

2.1. CURUÇÁ, RESEX E VILA DE LAURO SODRÉ

Curuçá, está situada no Nordeste paraense, na Zona do Salgado, distante 134km da capital Belém, o município se estende por 672,7 km², conta com 34.294 habitantes (CENSO/IBGE/2010). Seus vizinhos são: ao Norte - Oceano Atlântico; a Leste - Município de Marapanim; ao Sul - Município de Terra Alta; a Oeste - Município de São Caetano de Odivelas e São João da Ponta.

Está contido neste território a RESEX Mãe Grande, constituída em 2002 é uma Reserva Ambiental Extrativista Marinha, possui aproximadamente 37 mil hectares de estuário (região onde as águas dos rios interagem com as do oceano), pertence a jurisdição da Amazônia Legal, criada para fins de uso sustentável e de responsabilidade em Instancia Federal. Abriga um rico ecossistema e extensa área de mangues bem preservados, oferece abundantes recursos para o extrativismo sustentável, propondo a permanência do homem em seu ambiente de origem, equilibrando sua subsistência e apontando caminhos para desenvolvimento socioeconômico.

Dentro desta importante Unidade de Conservação (UC) está a Vila Lauro Sodré, situada a margem esquerda do Rio Tijóca, próximo à Rodovia PA-136, que liga Curuçá a Castanhal, povoada por uma comunidade tradicional, de fortes laços familiares e que historicamente empenham sua força de trabalho no extrativismo artesanal, usufruindo dos recursos naturais que os mangues e rios daquela região oferecem.

“Depois de criadas, as Reservas Extrativistas passam por um dilema conceitual, ao serem entendidas como Unidade de Conservação de propriedade do

governo. Em consequência disso, as comunidades são percebidas como moradores que precisam ser tolerados, ensinados, educados, moldados à burocracia” (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2011)

A AQUAVILA (Associação dos Aquicultores da Vila de Lauro Sodré), foi fundada em 2006, composta por marisqueiros, pescadores e agricultores de pequeno porte, homens e mulheres na faixa etária de 21 a 60 anos reunidos com o objetivo de alcançar melhores oportunidades de renda. Neste mesmo ano o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Pará) atuou como mediador de políticas públicas do Estado para a implantação do projeto AQUAOSTRA que levou capacitação para o manejo e produção sustentáveis de ostras para os associados.

Em 2009 a Rede Nossa Pérola foi criada, contando com sete associações de ostreicultores, distribuídas em cinco municípios litorâneos do Nordeste do Pará (Augusto Correa, Maracanã, Curuçá, Salinópolis, São Caetano de Odivelas), enquadrada nos critérios de agricultura familiar, foi possível registrar 104 ostreicultores no Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2013 já foi possível contabilizar estatísticas oficiais da produção de ostras nos municípios de Curuçá e São Caetano de Odivelas, que chegou a 8.250kg, movimentando cerca de R\$50.000,00 (IBGE/2013), já em 2015 somadas as produções de todas as associações da Rede, alcançou 38.240 toneladas e movimentou aproximadamente R\$217.000,00 (IBGE/2015). Ainda em 2015, as sete associações ligadas a ostreicultura foram formalmente regularizadas por meio da Dispensa de Licença Ambiental (D.L.A.).

Neste contexto a Ostra amazônica, ganhou status de produto promissor para a comercialização no mercado local, passou a ocupar espaço nas mídias e foi notória a oportunidade de emprego, renda e desenvolvimento sustentável.

3. A LUTA CONTRA O EXTRATIVISMO NA VILA DE LAURO SODRÉ

“A ostreicultura, ou cultivo de ostras, configura-se como um ramo da aqüicultura que vem se destacando como um negócio viável para o desenvolvimento das comunidades de pescadores artesanais.” (SEPAQ - SECRETARIA DE ESTADO DE PESCA E AQUICULTURA, 2011)

A partir da pesquisa de campo, junto aos resultados das entrevistas, foi possível constatar que a vila de Coqueiro situada próxima ao Município de Curuçá – PA, por se tratar de uma localidade substanciada, distante de um grande centro e sem estrutura de uma cidade média, a mesma possui de modo igual às condições da vila Lauro Sodré, um projeto de ostreicultura teria de ser efetivado com auxílio externo, portanto, o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) elabora o Projeto da Rede Nossa Pérola dividido em 7 associações pela região do nordeste do Pará. Na vila de coqueiro encontra-se a associação AGRONAM, atualmente com 8 participantes, sendo moradores da vila, vale salientar que começou com 40 participantes de acordo com as informações dadas pelo Presidente da AGRONAM:

“Começamos com mais de 40 membros que ao longo dos anos foram saindo do projeto, por quererem o dinheiro imediato, e não tinham consciência de planejamentos futuros, enquanto nós percebemos que essa atividade poderia gerar uma renda muito boa, se feito da forma certa e com empenho, atualmente conseguimos vender 1000 ostras semanalmente para restaurantes, também com vendas independentes nas praias., e a vila se beneficia muito com a produção, já que a ostra se tornou um alimento de grande consumo para as famílias que vivem aqui que antes não tinham nem o que comer, e para as nossas famílias também ,então destaca-se nesse projeto a auto alimentação”(ENTREVISTADO 1).

O projeto da ostreicultura foi se estruturando e sendo resguardado pelo SEBRAE que encaminhou pesquisadores, visto que, proporcionou conhecimento técnico-teórico para os membros da associação que não possuía bases educativas avançadas, em outras palavras, não tinham ideia da forma de cultivar, tais como qual a salinidade do rio, como aumentar a produção, como coletar as sementes, e as técnicas de manejo adequadas. Após conceder o ensino e o treinamento necessário.

ADEPARÁ (Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará) efetivaram a regularização da atividade, ofertando os documentos e autorizações possíveis para o cultivo com áreas de RESEX (áreas de reserva exclusivamente para o cultivo dos autorizados).

A atividade então expandiu, constituindo uma renda complementar para as famílias que participam da maricultura, dado que no momento não é uma produção em larga escala, praticamente um cultivo familiar que foi se estendendo razoavelmente, logo não possui uma rentabilidade potencial capaz, não obstante, a perspectiva de crescimento é enorme, já que o mercado de ostras é uma área ampla e internacional. Ademais, possui uma culinária com infinitudes de pratos como ostras gourmet, assadas, cozidas, temperadas, com acompanhamento, dentre vários outros. Sobreleva, contudo que está faltando elevar a produção como relatou a gestora do SEBRAE no auxílio do projeto:

“Vemos que o maior problema para o aumento da produção é o interesse e precariedade de conhecimento econômico e social das pessoas que moram ali, e a falta de noção empreendedora para com o todo o projeto em si, nós damos todo o suporte necessário para que eles progridam, mas ele tem que fazer a parte deles, treinando, estudando e se esforçando para ter uma visão de futuro e de empreendimento, ser criativo para vender e ampliar os negócios, do que somente querer vender em praias” (ENTREVISTADO 2).

Diante das entrevistas obtive a informação outros problemas sociais, como a falta de apoio da comunidade, em razão de as associações tendo sido regularizadas, com áreas delimitadas, documentos assinados pelo ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) para a produção e coleta de ostras, com as mesmas sendo cultivadas de forma segura e com expectativas de aumento de produtividade ao desdenhar do tempo, entretanto, diversos habitantes praticam o extrativismo exacerbado junto com uma grande quantidade de furto dos travesseiros. Na vila de Lauro Sodré um membro da associação AQUAVILA explicou essas problemáticas:

“Há uma grande diferença entre a ostra cultivada e ostra do extrativismo, primeiro que a ostra do cultivo fica nos travesseiros em cima das mesas de madeira no rio, crescendo de forma uniforme e organizada, como ela é tipo uma esponja fica sugando os nutrientes do rio que passam por ela, enquanto as ostras do extrativismo elas são encontradas em qualquer local do rio principalmente no solo coletando todo tipo de impureza, que estiver por lá. E acaba ficando difícil para nós passar quase 8 meses cultivando para encontrarmos nossos travesseiros rasgados, com cortes de faca, anzóis enferrujados que rasgam o travesseiro também, já que as pessoas daqui não respeitam a área delimitada, sendo que temos bandeiras no rio e postes sinalizando nosso local, nossa renda não é alta para contratarmos vigilantes, porque se deixarmos de prestar a atenção, chega o caboco de canoa e já passa a faca para roubar nossas ostras, também temos as mesas na água que os pescadores passam por cima com suas embarcações, quebrando a madeira e danificando as ostras, fazendo com que nós tenhamos que ir catar mais madeiras, isso quando os pescadores não estão jogando pedras para assustar os peixes e faze-los irem para suas redes, e danificando nossas mesas” (ENTREVISTADO 3).

Além do porquê de que as ostras são uma produção muito sustentável já que é feita de forma natural, com a coleta de mariscos que não necessitam de ração, crescem de forma ordenada quando cultivada, e principalmente de forma saudável, diferente das ostras do extrativismo que sugam tudo que está no solo, como raízes podres, fezes de peixes, e bactérias de animais mortos que estão por ali, podendo prejudicar a saúde de quem consome.

“Atividade que envolve toda família, o extrativismo da ostra diretamente da natureza pode representar um impacto relevante à preservação do ambiente e um elevado risco sanitário aos consumidores, se não for feito com conhecimento, cuidado e profissionalismo” (BARRETTO, L. 2015).

A ostreicultura não é somente uma questão econômica, contudo, é uma questão social, pois o povo da região pode evoluir, tendo um planejamento de cultivo e de vendas. Outrossim, com resultados rentáveis os membros da associação explicaram que agora que os lucros estão aumentando e que outras pessoas querem participar da associação, por conseguinte antes não tinham percebido que se feita de maneira planejada e com paciência aquela atividade poderia gerar um lucro futuro, bastante satisfatório, principalmente para as pessoas que antes não tinham emprego, e que sem expectativas para um bom futuro, tanto das vilas em si quanto de suas famílias.

A ostreicultura é representada como uma maneira de evitar que o extrativismo demasiado prejudique de

forma irreversível o meio ambiente da comunidade de Lauro Sodré, gerando graves crises de recursos para a população que subsiste da economia local, nesse seguimento, a sustentabilidade do cultivo desses seres vivos reduziu o extrativismo causador de problemas como: modificação das áreas exploradas, coleta sem qualquer preocupação com o manejo para a produção e ciclo preservado e continuado, conservando o recurso animal. Ateasse que devido a tal prática sem consenso de responsabilidade, provoca diversos danos a localidade citada.

Em função disso a exploração indevida e sem nenhum meio de regulamentação, provoca crises inalteráveis afetando direta e indiretamente o espaço geográfico e a renda da população local, desse modo, a ostreicultura é o meio plausível de caminhos para à sustentabilidade.

Ademais, tem as condições sociais dos pescadores que praticam o extrativismo exorbitante na vila de Lauro Sodré, todavia, por que não os agregar no projeto? Tendo incentivo dos membros das associações e amostra de que a ostreicultura oferece resultados rentáveis mais satisfatórios e sustentáveis, seria uma solução ordenada e sociabilizada para que aumente o cultivo de ostras e evitando o extrativismo desordenado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referente artigo teve como objetivo demonstrar as dificuldades e desafios do extrativismo sustentável, no quesito da ostreicultura, e algumas soluções para o mesmo, tendo por margem a compreensão da problemática, através da pesquisa de campo realizada, junto com as informações de vários autores. Em sua concepção o destaque é relevado pela estruturação da incumbência, pelo o que segue um modelo ideal e viável de método sustentável.

A sustentabilidade além de ser um meio de conservação da biodiversidade pode ser uma forma de acarretar desenvolvimento socioeconômico para uma população pequena como a de Lauro Sodré, ou seja, uma alternativa de emprego, entretanto, tal prática de cultivo necessita de apoio para continuar esse processo de crescimento, nessa lógica, essa pesquisa se faz relevante para incentivar a sociedade acadêmica a aprimorar os conhecimentos sobre a ostreicultura na Amazônia, envolvendo diferentes áreas do conhecimento, como ecologia, parasitologia, sociologia, legislação ambiental entre outros. O desenvolvimento sustentável é um processo árduo e o investimento em cultivos sustentáveis através de apoio de órgãos públicos ou privados se faz necessário para que tal prática permaneça no mercado.

REFERÊNCIAS

- [1] BOFF, L. Sustentabilidade o que é – o que não é. 3 ed, Rio de Janeiro, Editora Vozes, 2014.
- [2] Tiago, G. (Ed) Aquicultura, meio ambiente e legislação. 2 ed, São Paulo, 2007.
- [3] Pechenik, J.A. Biologia dos Invertebrados. 7 ed, São Paulo, Editora Artmed, 2016.
- [4] Ostrensky, A; Westphal, G; Giroto, M, V; Horodesky, A; Hungria; D, B. Ostreicultura manual de boas práticas: Qualidade e segurança para bons negócios, Brasília, Sebrae, 2015.
- [5] Barreto, L. Extrativismo de ostras participa do Movimento Compre do Pequeno. Disponível em: <http://revistasafra.com.br/extrativismo-de-ostras-participa-do-movimento-compre-do-pequeno/> Acesso em: 26 de Jul. 2019.
- [6] Fogaça, J, R, V. O que é sustentabilidade?"; Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-sustentabilidade.htm>> Acesso em 25 de Jul de 2019.
- [7] Nunes, T. O que é sustentabilidade e desenvolvimento sustentável ; Disponível em: <<https://pontobiologia.com.br/o-que-e-sustentabilidade-e-desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em 25 de Jul de 2019.
- [8] Magalhães, L. Sustentabilidade; Disponível em:< <https://www.todamateria.com.br/sustentabilidade/>> Acesso em 25 de Jul de 2019.
- [9] Ostrensky, A; Westphal, Zeni, T, O; Horodesky, A; Giroto, M, V; Hungria; D, B; Silva, D, P. Ficha técnica ilustradas organismos identificados nas ostras cultivadas no Nordeste do Brasil. Brasília, Sebrae, 2015.
- [10] Lima, F, L, S; Como montar um negócio para criação de ostras. [S.L]: Sebrae [2015?] data provável.
- [11] Hoshino, P; Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no nordeste paraense, Belém, 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia aquática e pesca) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará.

- [12] Mathias, J; Ostra: O extenso litoral brasileiro oferece alto potencial para o cultivo do molusco, que cresce bem em áreas de mangues ou em baías; Disponível em <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI246991-18294,00-OSTRA.html>> Acesso em 31 de Jul de 2019.
- [13] Reis, M, R, R; Travesseiros, Redes e Conchas: Produção e Comércio de Ostras em áreas de Resex. In: IV Encontro Nacional de ANPPAS, Belém, 2012.
- [14] Campos; O, T, L; A Ostreicultura no Município de Curuçá: Uma Alternativa para o Desenvolvimento Local? Belém, 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará.
- [15] Miraldo, M, C; Análise da sustentabilidade ambiental de um cultivo de ostras em um estuário tropical, Jaboticabal, 2015. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista.
- [16] SEPAQ - Secretaria de Pesca e Aquicultura; O que é a ostreicultura?; Disponível em: < <http://sepaq-pa.blogspot.com/2011/10/o-que-e-ostreicultura.html>> Acesso em 31 de Jul de 2019.
- [17] Santos, N; Neto, A; Cunha, F; Fernandes, C. A Produção Extrativista da Ostra *Crassostrea spp.* na Região do Delta do Rio Parnaíba, Brasil. Revista brasileira de Engenharia de Pesca, Piauí, v.9, n.1 p. 1- 10, nov.- nov, 2016.
- [18] Minayo, Maria Cecília de Souza. O Desafio do Conhecimento, 11ed., São Paulo; Hucitec, 2008.
- [19] Grupo Anima Educação. Manual de Pesquisa Qualitativa. Belo Horizonte, 2014, disponível em: <disciplinas.nucleoad.com.br>, Acesso em 25 de julho de 2019.
- [20] Projeto Aquinordeste. Rastreabilidade na Ostreicultura, conceitos, fundamentos e recomendações técnicas, 1º ed., Brasília, 2015. Disponível em: <bibliotecas.sebrae.com.br>, Acesso em 26 de julho de 2019.
- [21] Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE Soerguimento tecnológico e econômico do extrativismo na Amazônia, Brasília-DF, 2011. Disponível em: <www.cgee.org.br>, acesso em 27 de julho de 2019.
- [22] Pereira, É. Extrativismo sustentável estimula o equilíbrio natural do planeta. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/extrativismo-sustentavel-equilibrio-natural/>> Acesso em 05 de Agosto de 2019.

Capítulo 4

Dieta vegetariana como prática sustentável

Luana Gomes Carneiro

Hugo Leonardo Xavier Gomes

Adriano dos Santos Cunha

Maria José Paes Santos

Resumo: Segundo a FAO, o setor de produção animal está entre os principais responsáveis pelos problemas ambientais. A utilização dos recursos sem comprometer a disponibilidade destes para as gerações futuras constitui uma prática alimentar sustentável. Considerando a relevância ambiental da adoção do vegetarianismo como hábito alimentar, este estudo buscou avaliar os benefícios da dieta vegetariana como colaboradora para a uma vida sustentável e ecologicamente equilibrada. O método utilizado foi a pesquisa bibliográfica. Segundo os dados, cada kg de carne bovina produzida no Brasil equivale 10 mil m² de floresta desmatada, ao consumo de 15 mil litros de água, à emissão de gases estufa, entre outros, estima-se que no período de 4 a 5 anos sejam utilizados 4 ha de terra para produzir em média 210 kg de carne, a mesma área pode ser utilizada para produção média de 8t de feijão, 19t de arroz, 22t de maçãs, 23t de trigo, 32t de soja, 34t de milho, 35t de cenoura, 44t de batata e 56t de tomate. Observando os resultados é possível notar que a produção de alimentos vegetais gera impactos bem menores, o que reforça a ideia de que a dieta vegetariana é mais sustentável que a dieta onívora.

Palavras-chave: Dieta vegetariana; Hábitos alimentares sustentáveis; Sustentabilidade; Impactos da agropecuária.

1. INTRODUÇÃO

A obtenção de alimentos, seu consumo e sua utilização nos processos biológicos, são necessidades de todos os seres vivos. Esses processos não podem ser eficientemente substituídos, tendo, na verdade, uma relação direta com a “vitalidade do indivíduo, a necessidade fisiológica de ingerir nutrientes capazes de manter o corpo em funcionamento, sendo, sob esse aspecto, um comportamento relativo à natureza humana” (Lima et al 2015).

Os hábitos alimentares humanos foram moldados através da história pelo clima e vegetação disponíveis e pelas adaptações biológicas e culturais herdadas de seus ancestrais ao longo de mais de cinco milhões de anos. Atualmente os grupos humanos podem se comportar, em relação à sua alimentação, de diversas formas, sendo influenciados por fatores como disponibilidade de alimentos, diferenças socioeconômicas, clima, questões de saúde, entre outros (Pinheiro 2005; França et al. 2012 , Pereira 2013).

Embora o ato de se alimentar seja uma necessidade vale ressaltar que escolhas inadequadas podem acarretar problemas no funcionamento do organismo, sendo esse o enfoque principal das ações em prol da adoção de hábitos alimentares saudáveis (Klotz-Silva et al 2017).

Contudo, além de interferir na manutenção da saúde do corpo, alguns autores apontam que a adoção de determinados hábitos alimentares podem contribuir sobremaneira para a manutenção ou não do equilíbrio ambiental (Greif 2002; APN 2017; Ribeiro et al. 2017).

Greif (2002), por exemplo, ao considerar os impactos causados pelas atividades pecuárias, afirma que a manutenção da dieta onívora moderna é fonte de consideráveis impactos ambientais. Dentro deste contexto a adoção da dieta vegetariana poderia contribuir de maneira importante para a redução desses impactos.

2. DIETA ONÍVORA X DIETA VEGETARIANA

Práticas alimentares similares ao que chamamos hoje de vegetarianismo já eram praticadas pelos primeiros homínídeos, há cerca de cinco milhões de anos atrás, desde o primeiro ancestral da linhagem humana o *Australopithecus Anamensis*, que vivia pacificamente com outros animais. Estes indivíduos tinham os vegetais como base de sua alimentação, sendo sua morfologia e seus hábitos compatíveis com tal dieta (Cerling et al 2011; Pontzer, et al. 2012).

O comportamento alimentar supracitado manteve-se até o período do *Australopithecus Boesei*, há cerca de 2 milhões de anos, que se especializou em vegetais mais duros e pastagens, este processo ocorreu principalmente porque, em um dado momento histórico, os alimentos vegetais começaram a escassear estimulando a mudança de dieta, incluindo o acréscimo de carne. A caça e a descoberta do fogo foram essenciais nessas mudanças de hábitos. (Rodrigues 2005; Wrangham 2010 ; Cerling et al 2011; Pontzer, et al. 2012).

Ao longo da história e da evolução humana a dieta onívora foi disseminada e popularizada e apesar de diversas culturas mantiverem ou retomarem a alimentação baseada em vegetais ao longo do tempo, na maior parte dos grupos culturais o aprimoramento da pecuária contribuiu para que a dieta baseada em alimentos de origem animal se tornasse predominante e ainda hoje é considerada por muitos como a única possibilidade de garantir uma alimentação equilibrada suprimindo as necessidades de nutrientes como proteínas e ferro (Wrangham 2010 ; Oliveira 2012; Teles et al 2017).

Diversos são os fatores que estimulam o aumento do consumo de carne e outros produtos de origem animal, contribuindo para uma vida pouco sustentável, para Goodland (1997) o alto poder aquisitivo é um deles. Vale lembrar que este é, também, um fator importante na adoção de outros hábitos que pouco ou nada contribuem para a manutenção da qualidade ambiental, como a geração e descarte irregular de resíduos, uso irracional de água e energia (Vilella 2016).

Atualmente a adoção da dieta onívora vem perdendo espaço para a dieta vegetariana, processo impulsionado pelo crescimento da consciência ambiental, especialmente a partir da segunda metade do século XX, e por diversos outros fatores como, cuidados com a saúde, ética aos direitos dos animais, economia e espiritualidade (Couceiro et al. 2008).

De acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB 2019) o vegetarianismo:

[...] é o regime alimentar que exclui todos os tipos de carnes.

O vegetarianismo costuma ser classificado da seguinte forma:

(a) Ovolactovegetarianismo: utiliza ovos, leite e laticínios na sua alimentação.

(b) Lactovegetarianismo: utiliza leite e laticínios na sua alimentação.

(c) Ovovegetarianismo: utiliza ovos na sua alimentação.

(d) Vegetarianismo estrito: não utiliza nenhum produto de origem animal na sua alimentação.

O número de adeptos do vegetarianismo pelo mundo vem aumentando nas últimas décadas, segundo Johnston (2003, apud Couceiro et al., 2008), no ano de 1994 cerca de 7% da população dos Estados Unidos já adotava a dieta vegetariana.

Segundo Azevedo (2013) o vegetarianismo aumentou o número de adeptos na Europa, especialmente após a epidemia da Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB), conhecida como “Mal da Vaca Louca”, ocorrida nos anos 90 na Inglaterra, em 2006 cerca de 6% dos ingleses se declaravam vegetarianos.

De acordo com Rowland (2018), dados da GlobalData apontam que cerca de 70% da população mundial relata estar diminuindo ou abandonando o consumo de carne. Ainda segundo os dados apontados, o número de indivíduos que se declararam veganos aumentou em 600% de 2015 a 2018 nos Estados Unidos.

O Brasil segue a tendência mundial, segundo dados do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (Ibope), no ano de 2018, cerca de 14% da população brasileira se declarava vegetariana. A mesma pesquisa aponta que o interesse da população por produtos veganos (Ibope 2018).

Estudos apontam que a maioria das pessoas que adotam a dieta vegetariana tem como base de sua decisão a adoção de um estilo de vida mais saudável ou por questões religiosas, e em grupos culturais onde há o predomínio de uma dieta vegetariana não se observa registros de deficiência nutricional, pelo contrário, são observadas maior longevidade e qualidade de vida (Melina et al 1998; Azevedo 2013; Siqueira et al.2016).

A dieta onívora é caracterizada pelo consumo de variados grupos alimentares, incluindo-se a carne bovina, muitas vezes principal fonte de proteína neste tipo de dieta. Alguns estudos vêm apontando uma relação entre o excesso no consumo desse tipo de carne a um aumento do aparecimento de algumas doenças crônicas. Santos et al (2015), por exemplo, realizaram um estudo associando o consumo frequente de carne vermelha e processada com o desenvolvimento de doenças crônicas e observaram que este hábito pode ser fator central no desencadeamento de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e cânceres, principalmente o colorretal e de esôfago.

Embora as preocupações com a saúde seja ainda a motivação principal, atualmente as mudanças de hábitos alimentares têm sido estimuladas também por outras questões, como socioeconômicas e ambientais (SVB 2017).

Economicamente a produção de carne envolve uma cadeia produtiva onde uma grande quantidade de alimentos é utilizada para alimentar os animais, sendo estes alimentos suficientes para suprir as necessidades de uma parcela considerável da população a um custo muito menor. Além disso a carne é o produto mais oneroso da cesta básica brasileira (Pazzini & Sparemerger 2015).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO- (2006) o setor de produção animal está entre os principais responsáveis pelos problemas ambientais. As atividades agropecuárias têm um alto potencial poluidor, levam ao desmatamento, extinção de espécies nativas, desequilíbrios ecológicos, desperdício de água e destruição da camada de ozônio (Deus & Bakonyi 2012).

O consumo excessivo de carne pode causar prejuízos consideráveis aos ecossistemas, atualmente, estima-se que estão sendo criados para fins de alimentação cerca de 30 bilhões de animais, entre aves, peixes e mamíferos de diversas espécies. Cada um desses animais demanda quantidades específicas de terra, água, comida e energia, além de gerar resíduos provenientes de excreção que podem poluir o solo, o ar e os corpos d’água (SVB 2017).

Este trabalho teve como objetivo o levantamento de dados, através de pesquisa bibliográfica sobre os impactos da agropecuária versus os impactos do cultivo de alimentos a fim de fornecer subsídios para avaliar se a adoção da dieta vegetariana pode efetivamente ser considerada uma prática sustentável quando comparada com a adoção da dieta onívora.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para avaliar os benefícios da adoção de uma dieta vegetariana para uma vida sustentável foi utilizada como método a pesquisa bibliográfica de artigos científicos, livros, monografias, dissertações, teses e páginas eletrônicas.

A utilização da metodologia de levantamento bibliográfico neste trabalho, se dá, devido aos benefícios de aprendizado que a mesma pode proporcionar, pois de acordo com Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, permitindo ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Assim, além de permitir o levantamento das pesquisas referentes ao tema estudado, a pesquisa bibliográfica permite ainda o aprofundamento teórico que norteia a pesquisa.

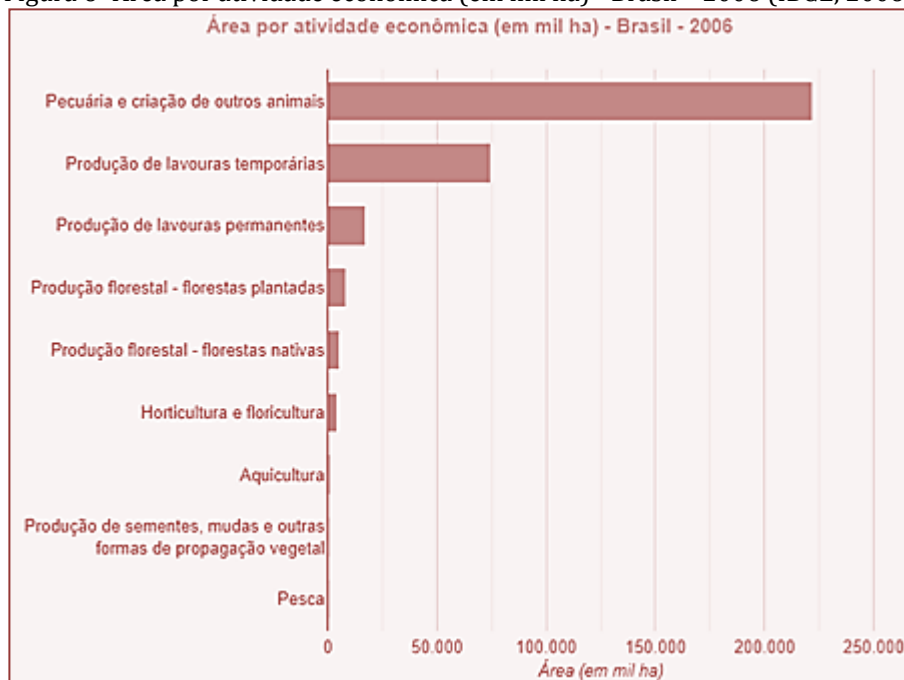
Para este objetivo foram pesquisadas as palavras e/ou expressões: sustentabilidade e vegetarianismo; impactos ambientais; impactos ambientais da agropecuária; desmatamento no Brasil e equilíbrio ecológico.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE DADOS

Os impactos negativos devido à pecuária são proporcionais a intensidade com que ela é praticada e a disponibilidade de recursos naturais (Leite et al. 2011).

Segundo o IBGE (2006) a pecuária e a criação de outros animais ocupam um território de cerca de 221 milhões de hectares, correspondentes a mais de 20% de todo o território do país, conforme é possível observar na figura 1 a seguir.

Figura 6- Área por atividade econômica (em mil ha) - Brasil - 2006 (IBGE, 2006)



De acordo com a figura a pecuária ocupa uma área muito maior do que as demais atividades, sendo assim, naturalmente, os impactos desse segmento serão mais consideráveis.

O setor agropecuário é responsável por cerca de 12% das emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE). No Brasil a pecuária de corte é uma das principais fontes de emissão de GEE (SEEG 2016).

Historicamente atividades agropecuárias contribuíram para a destruição da maior parte da cobertura vegetal da Mata Atlântica, que hoje dispõe de apenas 7% de sua cobertura vegetal original, sendo a pecuária o segmento mais envolvido nesse processo (Pedreira & Primavesi 2006).

Cerca de 500.000 km² da área original do bioma Cerrado foi convertida a pastagens, com gramíneas de origem africana e culturas de soja amplamente utilizadas para alimentação animal (Klink & Machado 2005).

No Brasil, de acordo com a SVB (2017), cada Kg de carne bovina equivale a 10 mil m² de floresta desmatada, variável que contribui de forma bastante importante para o aumento da pegada ecológica do país. O desmatamento do solo contribui diretamente para a perda da biodiversidade, alterações no ciclo da água e aumento da emissão de GEE devido à queda no sequestro de carbono. Os processos de desmatamento e consequente degradação do solo podem resultar em processos de desertificação (Arraes et al 2012; Tomas & Dias, 2009).

A deterioração da qualidade e a escassez está cada vez maior, diversos países já enfrentam problemas de abastecimento e, quando dispõem de recursos recorrem a métodos bastante caros para garantir a potabilidade da água (Bicudo et al 2010). Ainda assim a produção agrícola gasta milhões de litros de água potável demonstrando, mais uma vez a insustentabilidade do processo.

Um kg de carne bovina está associado também ao consumo de aproximadamente 15 mil litros de água doce, considerando toda a cadeia produtiva, desta forma a pegada hídrica das atividades pecuárias é bastante alta. Sabendo-se da importância da água para o equilíbrio ecológico e sobrevivência dos seres vivos é possível avaliar que esta atividade tem um grande impacto sobre este recurso (Galharte 2007; Palhares 2012).

A cadeia produtiva da carne bovina envolve também a emissão de dióxido de carbono; metano; rejeitos de boro, fósforo, mercúrio, bromo, chumbo, arsênico, cloro, entre outros. Além disso estão associados o descarte de material biológico (sangue, excretas, gordura, ossos, entre outros) em solos e corpos d'água; desperdício de energia elétrica; descarte irregular de antibiótico, hormônios, analgésicos, bactericidas, inseticidas, fungicidas, vacinas, entre outros, todos esses produtos são poluentes e contaminantes do solo, da água ou do ar (Galharte 2007; SVB 2017).

O custo ambiental das práticas agropecuárias é alto, conforme afirmam Araujo (2010), Galharte (2007), Pedreira e Primavesi (2006), Pinto (2013) e SVB (2017), com consumo excessivo de água, liberação de materiais tóxicos e contaminantes diretamente no meio ambiente, contaminação de lençóis freáticos, além da emissão de gases tóxicos. Todos esses danos são incompatíveis com a sustentabilidade, caso essas atividades continuem avançando em algum tempo não haverá mais disponibilidade de recursos naturais.

A destruição da biodiversidade e a retirada de espécies vegetais nativas para a implantação de pastos, abordado por Araujo (2010), Pedreira e Primavesi, (2006) e Pinto (2013) contribuem para a extinção de espécies, desequilíbrios nas cadeias alimentares e distúrbios climáticos que podem gerar uma série de problemas para a população mundial. A falta de fiscalização no setor agropecuário contribui para a disseminação da devastação ambiental visando apenas retorno financeiro, aumentado cada vez mais as desigualdades sociais.

Segundo dados da SVB (2017), o processo de produção de carne a partir de uma única cabeça de gado bovino requer a utilização de 4 hectares de terra, sendo, esta área suficiente para a produção de, em média: 8t de feijão, 19t de arroz, 22t de maçãs, 23t de trigo, 34t de milho, 35t de cenoura, 44t de batata e 56t de tomate, demonstrando que o potencial de uso da terra para a produção de alimentos vegetais é bem maior do que no caso das atividades pecuárias.

Embora em termos quantitativos a produção agrícola gere mais alimento, o potencial de geração de impactos negativos destas atividades também deve ser levado em consideração. Podem ocasionar degradação, perda da biodiversidade, erosão e assoreamento.

O uso indiscriminado de agrotóxicos contribui também para a contaminação dos solos e da água, com consequências drásticas para as cadeias alimentares e para o equilíbrio dos ecossistemas. Contudo, ao contrário da pecuária onde a geração de alguns produtos (como metano e excretas) não pode ser evitada, o manejo sustentável do solo e da água nestas atividades e a adoção de medidas alternativas ao uso de agrotóxicos e fertilizantes podem reduzir sobremaneira os impactos negativos (Deus & Bakonyi, 2012).

A produção de outros tipos de carne também pode ocasionar impactos importantes, a pesca marinha, por exemplo, pode ocasionar desequilíbrio nas cadeias alimentares, além de morte predatória de outros seres marinhos, como tartarugas e focas. As fazendas de camarão destroem biomas marinhos e litorâneos e geram o desperdício de 50 a 60 mil litros de água a cada kg de camarão produzido (utilizadas na irrigação das aquiculturas). Fazendas de salmão utilizam em média 6,2 kg de peixes menores (sardinha, por exemplo), como ração para os animais em cativeiro que vêm diminuindo a população rapidamente (SVB, 2017).

Segundo Paulino (2009) a utilização dos recursos de maneira tal que não comprometa a disponibilidade de recursos para as gerações futuras constitui uma prática alimentar sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados demonstram que a produção de alimentos vegetais gera bem menos impactos, o que reforça a ideia de que a dieta vegetariana é mais sustentável que a dieta onívora, vale lembrar que a prática vegetariana muitas vezes está associada a outros hábitos sustentáveis como a menor geração de resíduos e o uso racional de água e energia.

Pelas informações obtidas no presente estudo foi possível concluir que a adoção da dieta vegetariana está associada a uma tendência espiritualista, ideológica e ética, mas também científica, consoante com os direitos animais e com o desenvolvimento de uma economia e cultura sustentáveis, visando não somente o bem-estar humano, mas a preservação do planeta e de seus recursos.

Com o despertar da consciência ecológica e a eminente necessidade de preservação esta dieta pode ganhar cada vez mais espaço. E, além disso, percebemos que é possível manter uma alimentação equilibrada, rica e saudável usando-se apenas produtos de origem vegetal. A carne não é uma necessidade humana, tal como o álcool, e por isso seu consumo deveria ser desestimulado através de impostos que representariam toda a demanda energética usada em sua produção, bem como os subsídios governamentais que fomentam sua produção não deveriam existir.

O consumo de carne tem se mostrado uma prática insustentável, que gera perda de biodiversidade, desmatamento, empobrecimento e erosão do solo, poluição da água, do solo e do ar, afeta a camada de ozônio, e causa danos diretos e indiretos a saúde do homem e do meio ambiente, por isso uma cultura alimentar sustentável, como é o caso do vegetarianismo, pode trazer muitos benefícios à vida do planeta.

A discussão sobre os impactos severos causados ao meio ambiente e a saúde pelas atividades pecuárias e consumo das carnes, deve ser trazida à tona nos meios educativos, pois pouca atenção é dada a um tema de relevante importância como este.

Recomenda-se que a partir deste estudo outros, mais detalhados, sejam realizados, a fim de medir efetivamente os impactos devido à adoção das dietas mencionadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Arraes, R. d., Mariano, F. Z., & Simonassi, A. G. (Jan/Mar de 2012). Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. *RESR*, 50(1), pp. 119-140.
- [2] Azevedo, E. d. (2013). Vegetarianismo. *Demetra: alimentação, nutrição & saúde*, 8, pp. 275-288.
- [3] Cerling, T. E., Mbua, E., Kirera, F. M., Manthi, F. K., Grine, F. E., Leakey, M. G., . . . Uno, K. T. (June de 2011). Diet of *Paranthropus boisei* in the early Pleistocene of East Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp. 1-5.
- [4] Couceiro, P., Slywitch, E., & Lenz, F. (2008). Padrão alimentar da dieta vegetariana. *Einstein*, 6, pp. 365-373.
- [5] Deus, R. M., & Bakonyi, S. M. (MAR-AGO de 2012). O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 7, pp. 1306-1315.

- [6] Fabres, N. M. (2016). Dieta vegetariana: razões e impactos na saúde. Trabalho de Conclusão do Curso, Centro Universitário IBMR/Laureate International, Nutrição, Rio de Janeiro.
- [7] FAO. (2006). The State of Food and Agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations .
- [8] França, F., Mendes, A., Ribeiro, G., Pinheiro, I., & Andrade, I. (2012). Mudanças dos hábitos alimentares provocados pela industrialização e o impacto sobre a saúde do brasileiro. Anais do I Seminário Alimentação e Cultura na Bahia, 1, pp. 1-7. Feira de Santana.
- [9] Galharte, C. A. (2007). Avaliação de impactos ambientais da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da inovação tecnológica da Embrapa. Dissertação de Mestrado, USP, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP.
- [10] GIL, A. C. (2008.). Como elaborar projetos de pesquisa. (4. ed. ed.). São Paulo: Atlas.
- [11] Goodland, R. (1997). Environmental sustainability in agriculture: diet matters. *Ecological Economics*, 23, pp. 189-200.
- [12] Greif, S. (2002). Sustentabilidade econômica e ecológica mediante a opção pelo vegetarianismo. *Cadernos de Debate*, IX, pp. 55-68.
- [13] IBGE. (2006). Censo Agropecuário 2006 - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação - Segunda apuração. Acesso em 2 de Junho de 2019, disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default.shtm
- [14] Ibope. (Maio de 2018). Ibope Inteligência. Acesso em 5 de Junho de 2019, disponível em <http://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/14-da-populacao-se-declara-vegetariana/>
- [15] Klink, C., & Machado, R. (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(n.1), p. 9.
- [16] Klotz-Silva, J., Prado, S. D., & Seixas, C. M. (2017). A força do "hábito alimentar": referências conceituais para o campo da Alimentação e Nutrição. *Physis Revista de Saúde Coletiva*, 27, pp. 1065-1085.
- [17] Leite, S. P., Silva, C. R., & Henriques, L. C. (2011). Impactos ambientais ocasionados pela agropecuária no Complexo Aluzio Campos. *Revista Brasileira de Informações Científicas*, 2(2), pp. 59-64.
- [18] Lima, R. d., Farias, J. A., & Pereira, R. d. (2015). Alimentação, comida e cultura: o exercício da comensalidade. *Demetra: alimentação, nutrição & saúde*, 10, pp. 507-522. doi: 10.12957/demetra.2015.16072
- [19] Nutrição, A. P. (2017). Alimentar o futuro: uma reflexão sobre sustentabilidade alimentar. (Vol. 43). Porto, Portugal: Associação Portuguesa de Nutrição. Acesso em 12 de maio de 2019, disponível em https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/e-book_sustentabilidade.pdf
- [20] Oliveira, W. K. (2012). Hábitos alimentares contemporâneos e a elaboração de uma ética teológica em perspectiva. Anais do Congresso Internacional da Faculdades EST. (pp. 1178-1194.). São Leopoldo: EST.
- [21] Palhares, J. C. (2012). pegada hídrica e a produção animal. *Agrotec*, 20-23.
- [22] Pazzini, B., & Sparemberger, R. F. (out de 2015). A Produção e o Consumo de Carne Como Prejudiciais ao Meio Ambiente, aos Direitos Humanos e aos Direitos Animais: Perspectivas para um Efetivo Direito Humano à Alimentação Adequada. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 12, p. 25. Acesso em 12 de Junho de 2019, disponível em <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/501>
- [23] Pedreira, S., & Primavesi, O. (2006). Impacto da produção animal sobre o ambiente. Em A. Pires, & S. (. Oliveira, Nutrição de ruminantes (pp. 497-511).
- [24] Pereira, A. M. (2013). Hábitos Alimentares: Uma Reflexão Histórica. *revista nutrícias*, pp. 18-20.
- [25] Pinheiro, K. A. (2005). História dos hábitos alimentares ocidentais. *Universitas Ciências da Saúde*, 3 (1), pp. 173-190. doi:10.5102/UCS.V3I1.553
- [26] Pontzer, H., Raichlen, D. A., Wood, B. M., Mabulla, A. Z., Racette, S. B., & Marlowe, F. W. (July de 2012). Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity. *PLOS ONE* , pp. 1-8.
- [27] Ribeiro, H., Jaime, P. C., & Ventura, D. (2017). Alimentação e sustentabilidade. *estudos avançados*, 31, pp. 185-198. doi:10.1590/s0103-40142017.31890016
- [28] Rodrigues, C. (2005). Introdução ao vegetarianismo. (2 ed. ed.). São Paulo: Galaxia Alfa.
- [29] Rowland, M. P. (2018). Forbes. Acesso em 02 de Junho de 2019, disponível em <https://www.forbes.com/sites/michaelpellmanrowland/2018/03/23/millennials-move-away-from-meat/#4d4a3d04a4a4>

- [30] Santos, L. G., Dominguez, A. G., & Cruvinel, V. R. (Junho de 2015). consumo frequente de carne vermelha e processada e sua associação com o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis: uma análise a partir da saúde coletiva. *Hegemonia – Revista Eletrônica de Relações Internacionais do Centro Universitário Unieuro*, n. 16, pp. 46-67.
- [31] SEEG. (2016). Emissões de GEE do setor agropecuário. *Imaflora - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola*.
- [32] Siqueira, É. P., Martins, J. A., Silva, M. A., Marques, P. F., & Rodrigues, D. (2016). Avaliação da Oferta Nutricional de Dietas Vegetarianas do Tipo Vegana. *Revista Intellectus*, 1(n.33), pp. 44-64.
- [33] SVB. (2017). Impactos sobre o meio ambiente do uso de animais para alimentação. Acesso em 04 de Julho de 2017, disponível em Sociedade Vegetariana Brasileira: <https://www.svb.org.br/livros/impactos-alimentacao.pdf>
- [34] SVB. (2019). Sociedade Vegetariana Brasileira. Acesso em 7 de Junho de 2019, disponível em <https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/o-que-e>
- [35] Teles, K. I., Belo, L. L., & Silva, H. M. (2017). Efeitos da alimentação na evolução humana: uma revisão. *Conexão Ci.*, 12, pp. 93-105.
- [36] Tomas, E., & Dias, W. (2009). . Bioerosão – evolução do rebanho bovino brasileiro e implicações nos processos geomorfológicos. *Revista brasileira de geomorfologia*, 10(2), p. 9.
- [37] V, M., B, D., & V., H. (1998). *A dieta saudável dos vegetais: o guia completo para uma nova alimentação*. Rio de Janeiro: Campus.
- [38] Veschi, J. L., Barros, L. S., & Ramos, E. M. (2010). Impacto ambiental da pecuária. Em L. T. Brito, R. F. Melo, & V. (. *Giongo, Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semiárido.
- [39] Villela, P. d. (2016). Impactos ambientais da modernização agropecuária em goiás. UFG: Goiás.
- [40] Wrangham, R. (2010). *Pegando Fogo - Como Cozinhar nos Tornou Humanos*. Zahar.

Capítulo 5

Ensino-aprendizagem no curso de Meio Ambiente do Centro Paula Souza de Ilha Solteira, SP utilizando as Geotecnologias

Paula Beatriz Pereira de Oliveira

Helio Ricardo Silva

Cristhy Willy da Silva Romero

Adriana Bortoletto

João Henrique Pinheiro Dias

Abstract. Geotechnologies are key analysis tools that can be used to discuss environmental and socioeconomic impacts of human actions on the environment that trigger the degradation processes. The hydrologic cycle has its dynamics and natural functioning, however, human interventions alter its naturalness. Given this fact, this study aimed to describe and assess the degradation levels of permanent preservation areas (PPAs) of the watershed of the family farm, located near the city of Ilha Solteira - SP. For the development work we used the public domain software SPRING (Georeferenced Information Processing System) in version 5.3, developed by the National Institute for Space Research (INPE). The delimitation of PPAs is based on the Brazilian environmental legislation, this demarcation was done through the creation of "buffer" from the drainage network, through the function SPRING Distances Map. Through the images called Linear Mixing Model processing technique and satellite image Landsat 8, we evaluated the environmental situation of PPA's, the drainage network of Family Farm, through the creation of "Thematic letter Level Degradation of Permanent Preservation Area of the Family Farm Network". The satellite image PLEIADES was also used for the generation of the letter containing the preliminary image data use and land cover in the study area.

Palavras-chave: ações pedagógicas planejadas, problematizar, análise espacial

1. INTRODUÇÃO

A vegetação é essencial para a regulação dos ciclos biológicos, hidrológicos e biogeoquímicos, e para a conservação dos ecossistemas naturais nas bacias hidrográficas, e sua remoção causa danos irreversíveis à quantidade e qualidade da água, à saúde humana e à produção de alimentos (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010). Apesar disso, a medida que a demanda para os seus diversos usos (abastecimento, irrigação, geração de energia, entre outros) tem aumentado, as ações direcionadas para promover mudanças na forma predatória de sua utilização, continuam sendo implementadas de maneira consideravelmente tímida. Embora a legislação ambiental brasileira seja considerada bastante ampla, alguns fatores têm contribuído para torna-la pouco ágil, dentre esses, destaca-se a deficiência em meios e materiais para apurar com vigor as agressões ao meio ambiente. Diante desse fato, as metodologias possíveis de serem implementadas por meio do geoprocessamento, tornam-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa as deficiências relativas ao cumprimento das leis pertinentes (NASCIMENTO et al. 2005). Segundo Hott et al. (2005) em países de dimensões continentais, torna-se imprescindível a representação e caracterização das APP em mapas, pois auxilia no planejamento territorial, na fiscalização e ações de campo.

O uso do geoprocessamento na delimitação e avaliação dessas áreas serve de subsídio para os instrumentos previstos pelas políticas públicas direta ou indiretamente relacionadas ao meio ambiente. Essas técnicas possibilitam o mapeamento e análise de recursos naturais e atividades humanas, até poucas décadas atrás indisponíveis (BUFFON et al. 2011).

Neste contexto o objetivo do presente trabalho é fazer uma avaliação da degradação dos rios e APPs do Cinturão Verde de Ilha Solteira – SP. As informações constituídas possibilitam o desenvolvimento de metodologias de ensino para educação ambiental, as quais podem valorizar os dados analisados neste trabalho. Com isso espera-se a criação de espaços de discussão na sala de aula, assim como, com a comunidade escolar no intuito de potencializar a argumentação de alunos e a conscientização da população do cinturão verde a respeito dos impactos ambientais.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

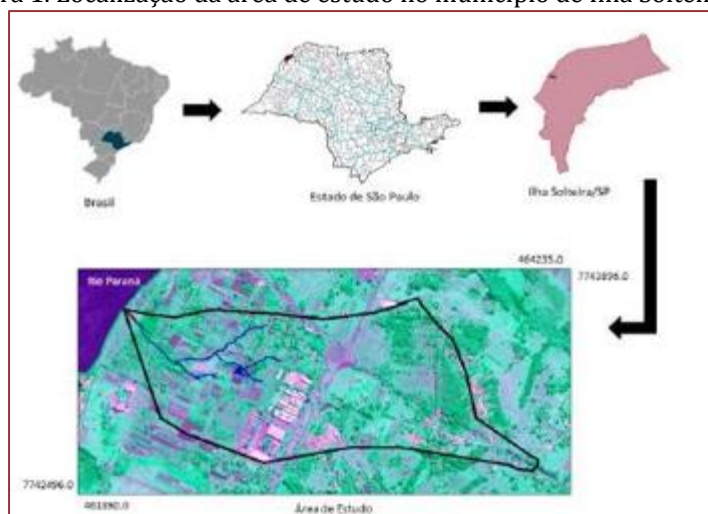
2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Ilha Solteira está localizado no noroeste do Estado de São Paulo, na margem paulista do rio Paraná, possui uma população de 25.064 habitantes e apresenta área total de 656,225 km² (IBGE, 2010). O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido de estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média anual é de 24,5°C, a precipitação é de 1232 mm, distribuída de outubro a abril e a umidade relativa é de 64,8% (HERNANDEZ et. al., 1995). Essa é uma região de transição entre a vegetação do tipo Estacional Semidecidual e Cerrado (SOS MATA ATLÂNTICA, 2007).

A Figura 1 representa a localização geográfica da Rede de Drenagem da ETEC na Roça familiar, área de estudo, no município de Ilha Solteira, SP.

Devido à alta suscetibilidade à erosão dos solos, à ocupação dos terrenos marginais aos cursos d'água, a destruição das matas ciliares e a impermeabilização do solo, há elevado potencial para os problemas de drenagem, de assoreamento dos mananciais e das inundações.

Figura 1. Localização da área de estudo no município de Ilha Solteira - SP



2.2 METODOLOGIA

As geotecnologias são ferramentas poderosas no processo de aprendizagem ativa, pois facilitam a compreensão dos conceitos relacionados a assoreamento, poluição de rios e nascentes, degradação de matas ciliares, entre outros temas relacionados a formação do técnico em meio ambiente.

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o software de domínio público SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) na versão 5.3, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Inicialmente, criou-se o Banco de Dados e o Projeto denominados Roça Familiar, com sistema de projeção/Datum: Universal Transverse Mercator (UTM) /SIRGAS 2000. Após a importação dos dados da quadrícula SF-22-V-B foram geradas as curvas de nível para auxiliar no processo de identificação e vetorização da bacia hidrográfica e da rede de drenagem utilizando a imagem do satélite PLEIADES.

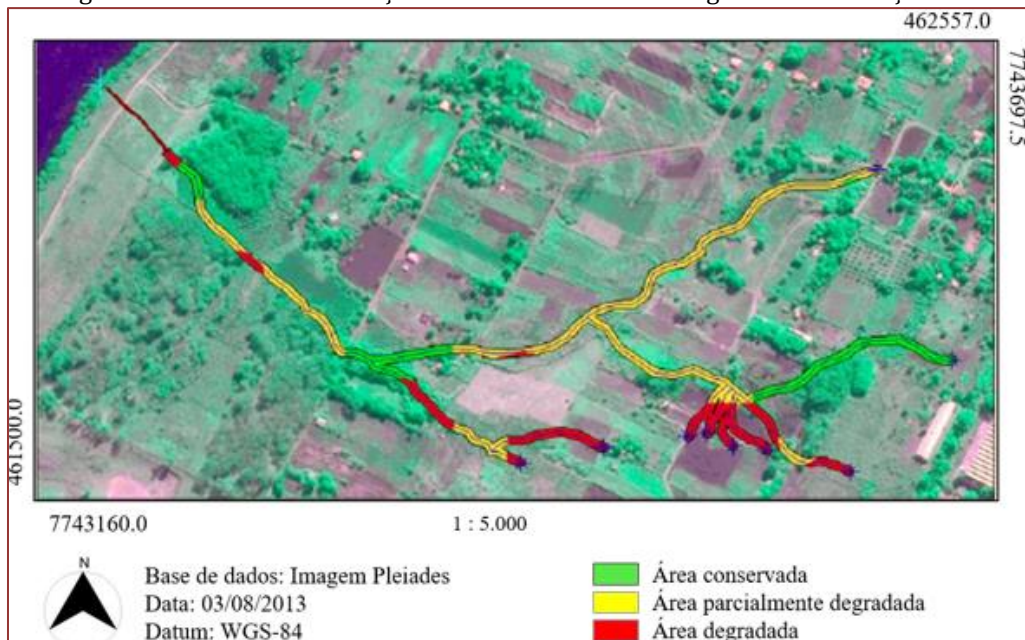
As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) foram delimitadas com base no disposto na Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, em seu Artigo 4º, Inciso I, alínea A e inciso IV (BRASIL, 2012). Essa delimitação foi efetuada por meio da criação de “buffers” a partir da rede de drenagem, por intermédio da função Mapa de Distâncias do SPRING. Através da técnica de processamento das imagens denominada Modelo Linear de Mistura e da imagem do satélite Landsat 8, foi avaliada a situação ambiental das APPs, da rede de drenagem da Roça Familiar, através da criação da “Carta Temática Nível de Degradação da Área de Preservação Permanente da Rede de Drenagem da Roça Familiar”. Foram identificadas três classes de degradação, sendo que a conservada apresentava na APP vegetação ciliar arbórea, na classe degradada foi constatada a presença predominante de solo exposto e ausência de vegetação arbórea e na classe medianamente degradada ocorria a presença de vegetação herbácea.

A imagem do satélite PLEIADES também foi utilizada para a geração da carta imagem preliminar contendo os dados de uso e ocupação do solo da área de estudo. Essa carta foi obtida através da fotointerpretação visual da composição colorida diretamente no monitor do computador. Nesse processo, as características mais importantes na interpretação do uso e ocupação do solo foram tonalidade, cor, textura, padrão, forma e sombra. Para a interpretação da imagem PLEIADES foi utilizada a técnica sistemática para o mapeamento de classes conhecidas como método das chaves.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, conforme figura 2, contribuíram para observar os impactos causados pela intervenção humana na preservação dos recursos hídricos.

Figura 2. Estado de conservação da APP da rede de drenagem ETEC na Roça Familiar

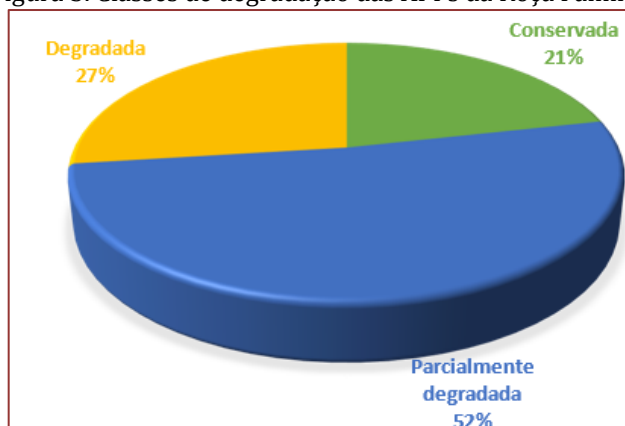


De acordo com a Tabela 1, apenas 21% da APP apresentava vegetação conservada composta de vegetação arbórea que contribuiu para a preservação desses recursos hídricos. Entretanto esta figura ilustra a grave situação da vegetação existente na maior parte dessa APP, caracterizada como parcialmente degradada e degradada, significando, portanto, baixa capacidade de proteção da rede de drenagem, ETEC concordando com o estudo de Freitas-Lima (1997). É importante ressaltar que essas áreas desprotegidas são produtoras de grande quantidade de sedimentos que, ao chegar aos cursos d'água, vão assoreá-los.

Tabela 1. Estado de degradação da APP da rede de drenagem ETEC na Roça Familiar

Estágios de degradação	Áreas (ha)	Área (%)
Conservada	0,485	21,48
Parcialmente degradada	1,163	51,50
Degradada	0,610	27,02

Figura 3. Classes de degradação das APPs da Roça Familiar



4. CONCLUSÕES

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo. As imagens de satélite, em forma digital ou papel, foram muito importantes e úteis, pois permitiram avaliar as mudanças ocorridas na paisagem da área de estudo. Portanto, podemos observar que os cursos d'água e as APPs, da rede de drenagem da Roça Familiar de Ilha Solteira – SP, encontram-se em processo de degradação.

O uso dessas informações permite a formação de alunos e professores a respeito dos impactos ambientais advindos do uso irregular de nascentes e do não respeito à legislação ambiental no que tange a preservação da mata ciliar. A conscientização desses indicadores de degradação associado às disciplinas escolares permite que o aluno compreenda de forma direta a importância do conteúdo escolar para análise e discussão dos impactos ambientais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a equipe de colaboradores do projeto e a PROGRAD/UNESP pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm, acesso em 07 de abril de 2016.
- [2] Buffon, P., Farina, F. C., Silva, T. S. Aplicação de técnicas de geoprocessamento na delimitação e avaliação da qualidade ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no entorno do Campus do Vale da UFRGS. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba. Anais, 2011.
- [3] Nascimento, M. D., Soares, V. P., Ribeiro, C. A. A. S., & Silva, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 16-21. Anais, 2005.
- [4] Freitas Lima, E. A. C. Estudo da paisagem do município de Ilha Solteira, SP: subsídios ao planejamento físico-ambiental. São Carlos, 1997. 120p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos.
- [5] Hernandez, F. B. T.; Lemos Filho, M. A. F.; Buzetti, S. Software Hidrisa e o Balanço Hídrico de Ilha Solteira. (Série irrigação,1). Ilha Solteira: Unesp, 1995. 45p.
- [6] Hott, M. C.; Guimarães, M.; Miranda, E. E. Método para a Determinação Automática de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites, 32 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélites. Documentos, 34). 2004.
- [7] Ibge. Cidades. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=352044>>. Acesso em: fev/mar. 2016
- [8] Spring: Integrating Remote Sensing and Gis By Object-oriented data modelling. Camara G, Souza Rcm, FreitasUM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- [9] Sos Mata Atlântica, Atlas da Mata Atlântica. Disponível em <http://www.sosmataatlantica.org.br/?secao+atlas>. Acesso em: 14 de outubro de 2006.
- [10] Tundisi, J. G; Tundisi, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos/Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. Biota Neotropica, v. 10, n. 4, p. 67, 2010.

Capítulo 6

Educação Ambiental no Zoológico da UFMT: Informação, sensibilização e preservação da fauna no Estado de Mato Grosso

Adriana Cristina de Faria

Adriele Salatier das Neves

Raisa dos Santos de Souza

Sandra Helena Ramiro Corrêa

Carlos Eduardo Pereira dos Santos

José Ricardo de Souza

Resumo: A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *Campus Cuiabá*, desde a sua fundação nos anos 70, detinha até 2018 um Zoológico (ZooUFMT) com espécimes representantes da fauna silvestre brasileira, único no Brasil no ambiente acadêmico. A partir de 2018 foi realizada uma reforma administrativa e o ZooUFMT foi readequado em Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres (CEMPAS) com a finalidade de realizar triagem e reabilitação de animais silvestres em Mato Grosso, o primeiro do estado. Apesar da mudança na sua concepção e finalidades, sem a visitação ao público em geral, a Educação Ambiental continua sendo realizada nos mesmos moldes do antigo ZooUFMT. Por anos consecutivos o ZooUFMT abrigou e expôs, permanentemente, centenas de espécimes da fauna brasileira para o público em geral, porém com função pedagógica inexpressiva. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi aliar a atividade de lazer às informações gerais sobre a fauna, durante as visitas programadas de estudantes da educação básica e superior extra *campi*. Desta forma, as visitas ocorreram sob orientação de monitores graduandos dos cursos de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Zootecnia, bem como a exposição de materiais biodidáticos num espaço lúdico denominado “EspaçoANIMAL”. Além disso, foram realizadas atividades *ex situ* como no “Dia das Crianças” e a I Mostra de Projetos Integrados Pró-Pantanal, no Distrito de Mimoso, em Santo Antônio do Leverger-MT, que visaram a sensibilização e a preservação da fauna brasileira no estado de Mato Grosso, formado por três importantes biomas: Cerrado, Pantanal e Floresta Amazônica. Portanto a atividade extensionista do projeto resgatou o ZooUFMT, hoje CEMPAS, como mais um espaço pedagógico para o desenvolvimento permanente da Educação Ambiental e sensibilização de estudantes quanto à preservação da fauna

Palavras-chave: conservação, educação ambiental, zoológico

1. INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental é uma atividade assegurada na carta magna e constante nas diretrizes nacionais curriculares em todos níveis da educação [1]. Deriva-se como ramo da ciência moderna no qual o processo educativo visa a formação de sujeitos ecológicos [2], através de um processo de conscientização e construção a partir do conhecimento, interpretação da realidade e sua atuação local na dimensão crítica e transformadora [7]. As instituições de ensino, por sua vez, são espaços pedagógicos fundamentais nesse processo de compreensão do papel da sociedade na conservação e preservação do meio ambiente. Neste contexto, ações pedagógicas interativas na temática ambiental podem provocar mudanças de percepções e atitudes pessoais em relação aos diversos elementos que compõem o meio ambiente [6].

O Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres (CEMPAS), antes zoológico da Universidade Federal de Mato Grosso (ZooUFMT), único no país no ambiente universitário, condiciona, potencialmente, ações multi, trans e interdisciplinares com fins educativo, cultural e científico [3,4]. Dentre os objetivos estão aproximar o público à fauna brasileira no Estado de Mato Grosso e conseqüentemente, por meio da educação ambiental, a sensibilização quanto à importância de se manter a biodiversidade de espécies da fauna. Para isso, a educação ambiental foi desenvolvida neste espaço acadêmico por meio de projeto de extensão focado em estudantes de escolas públicas ou privadas, além de atividades extra *campi* para escolas de comunidades ribeirinhas e quilombolas em interface com outros projetos de extensão. As ações extensionistas são realizadas por monitores acadêmicos dos cursos de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMT a partir de visitas orientadas no CEMPAS e exposição interativa de materiais biodidáticos. O trabalho tem por objetivo despertar o interesse no público estudantil pela manutenção e sustentabilidade da biodiversidade regional. Na visita orientada pelo CEMPAS, em que são apresentadas características comportamentais, alimentares, manejo e curiosidades dos espécimes de répteis, aves e mamíferos, há ainda o Espaço Animal, onde materiais biodidáticos são expostos de forma interativa com o público visitante, de maneira elucidar a importância ecológica da fauna e desmistificar alguns mitos populares.

2. METODOLOGIA

O projeto é desenvolvido na dimensão extensionista por meio de conexões de saberes em Educação Ambiental entre a academia e o público em geral, em especial, estudantes da educação básica e populações em vulnerabilidade social. As atividades em Educação Ambiental são desenvolvidas no CEMPAS (antigo ZooUFMT), unidade acadêmica da UFMT, em Cuiabá-MT, e extra *campi* vinculados a outros projetos correlacionados. As ações extensionistas são realizadas por graduandos de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMT. Os estudantes visitantes são conduzidos pelos monitores aos recintos de répteis, aves e mamíferos, onde são abordadas informações sobre a biologia (alimentação, *habitat* natural, organização social, importância ecológica) e curiosidades das espécies que compõem o plantel. Além disso, a exposição interativa de animais peçonhentos e não peçonhentos, dentre outros materiais biodidáticos (chifres, cascos, ovos, ecdises, anfíbios, roedores), é realizada no “Espaço Animal” (Figuras 1 e 2), que nesse caso, incluía a visita do público em geral abertos aos domingos por ter maior visitação, com cerca de 1500 a 2000 visitantes/domingo quando funcionava na condição de ZooUFMT. Nesse espaço de aprendizagem [3,4], abordam-se sobre a importância ecológica, as interações interespecíficas/intraespecíficas, eventuais desequilíbrios por ações antrópicas, desmitificação cultural e apresentação de curiosidades sobre os animais silvestres.

As ações foram ampliadas em duas atividades externas: no “Dia das Crianças” e na “Mostra de Projetos Integrados Pró-Pantanal” no Distrito de Mimoso, em Santo Antônio do Lerverger - MT. No dia alusivo ao “Dia das Crianças”, realizado na Cidade Universitária, crianças e adolescentes, com a supervisão e orientação dos monitores, se envolveram em diversas atividades lúdicas e jogos educativos. A temática ambiental esteve presente desde a simples pintura de animal na face das crianças, passando pelas caixas sensoriais, em que a criança/jovem deveria associar a figura do animal à pegada apenas pelo tato de suas mãos, até jogos de memória, quebra-cabeça, entre outros, de modo despertar o interesse pela conservação e preservação do meio ambiente.

Já em Mimoso, iniciou a primeira versão itinerante de projetos de educação ambiental por meio da “Mostra de Projetos Integrados Pró-Pantanal” na Escola Estadual Rural Santa Claudina, voltado para comunidades ribeirinhas e quilombolas. Na ocasião, as diversas atividades lúdicas, jogos educativos e exposição de materiais biodidáticos aos estudantes da escola, em diferentes turnos, abrangendo crianças, jovens e adultos. Dentre os jogos educativos, destacam-se o circuito elétrico com o Tamanduá-mirim atravessando a rodovia (Figura 3) em alusão ao atropelamento de fauna; a “corrida na serpente” (Figura

4) associada a perguntas e respostas sobre a biologia de serpentes; quebra-cabeça gigante (Figura 5) de espécies da fauna silvestre brasileira; labirinto (Figura 6) simulando a busca por alimentos preferidos do Lobo Guará no bioma Cerrado, além da caixa sensorial de pegada, jogo da memória e *folders* com palavras cruzadas, caças-palavras, enigmas e curiosidades sobre a fauna silvestre brasileira.

Figura 1 – Público em geral visitando o Espaço Animal/ZooUFMT sob orientação das monitoras em 2017.



Figura 2 – Público interagindo com os materiais biodidáticos no Espaço Animal/ZooUFMT sob orientação das monitoras em 2017.



Figura 3 – Estudante do EJA da Escola Estadual Santa Claudina, no Distrito de Mimoso/Santo Antônio do Leverger, perfazendo um circuito elétrico em alusão ao atropelamento de Tamanduá-mirim. Modalidade itinerante do projeto de extensão realizado em 2017



Figura 4 – Jogo biopedagógico “corrida na serpente” associado a perguntas e respostas aos *players* sobre a biologia de serpentes utilizado na modalidade itinerante do projeto de extensão realizado em 2017.



Figura 5 – Montagem do quebra-cabeça gigante de animais silvestres da fauna brasileira por estudantes do ensino fundamental da Escola Estadual Santa Claudina, no Distrito de Mimoso/Santo Antônio do Leverger, atividade itinerante do projeto de extensão realizado em 2017.



Figura 6 – Estudantes do ensino fundamental da Escola Estadual Santa Claudina, no Distrito de Mimoso/Santo Antônio do Leverger, participando de simulação da busca por alimentos preferidos do Lobo Guará, num labirinto em alusão ao bioma Cerrado, em 2017



3. ANÁLISE E DISCUSSÃO

As atividades de educação ambiental abrangeram estudantes de diferentes municípios mato-grossenses (Tabela 1), o que possibilitou conhecer diferentes realidades socioculturais em relação ao meio ambiente quando manifestadas pelos visitantes. O CEMPAS expressou seu potencial como espaço de aprendizagem [2] principalmente por estar inserido num ambiente acadêmico, gerando produtos e informações na temática ambiental a partir das questões locais.

Não há restrições ou limitações nas práticas em educação ambiental, pois independente da faixa etária e do nível de instrução, o potencial interesse do conhecimento sobre os animais e suas relações com o ambiente natural se manifestaram em diferentes situações e condições em que vivem [5], o que foi representativo, especialmente, por ocasião das visitas de estudantes das escolas públicas e privadas da educação básica e superior.

Tabela 1 – Instituições de ensino do estado de Mato Grosso que participaram das ações do projeto de extensão realizado no Zoológico da Universidade Federal de Mato Grosso no ano de 2017.

Instituição de Ensino	Nível	Ensino	Cidade	Público
E.E. Rural Santa Claudina	Fundamental/Médio/EJA	Estadual	Sto Antônio do Lerverger/Mimoso	400
E.E. Dr. Manoel José Murtinho	Médio	Estadual	Diamantino	40
E.E. João Brienne de Camargo	Fundamental II	Estadual	Cuiabá	50
EMEB Prof. Onofre de Oliveira	Fundamental I	Municipal	Cuiabá	56
Instituto da Língua Inglesa	Jovens e adultos	Privado	Cuiabá	40
Escola Nova Dinâmica	Fundamental II	Privado	Sorriso	30
E.E. Prof. Nadir de Oliveira	Médio	Estadual	Várzea Grande	40
E.E. Prof. ^a Alda Gawlinski Scopel	Médio	Estadual	Primavera do Leste	20
E.E. V. Ramon Sanches Marques	Médio	Estadual	Tangará da Serra	50
Instituto Educacional de Cáceres	Fundamental I/II	Privado	Cáceres	80
UFMT Roo	Superior	Federal	Rondonópolis	18
Dia das Crianças UFMT	Variado	Variado	Cuiabá e região metropolitana	2000

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações extensionistas da universidade na temática da educação ambiental assumem papel de relevância no estado de Mato Grosso, em especial, para comunidades excluídas do processo de formação educacional, que possibilitam novas formas e percepções sobre a sua relação com o meio onde estão inseridas, bem como a conexão de saberes. Por isso deve ter caráter permanente e de maior amplitude nas diversas faixas etárias e níveis sociais.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.
- [2] Fonseca, F. S. R.; Oliveira, L. G. Concepções de meio ambiente dos educadores ambientais do Zoológico de Goiânia: implicações nas atividades e contribuições para a formação do sujeito ecológico? *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n. 41, p. 231-246, jul/set 2011.
- [3] Karen, R. R. et al. O Zoológico como Espaço de Aprendizagem. *Anais do 41º Congresso da Sociedade de Zoológicos e Aquários do Brasil*, Pomerode-SC, pág. 152, 2017. Disponível em <<https://www.azab.org.br/arquivos/ANAIS%20CONGRESSO%20SZB%202017.pdf>> Acesso em 01 de abril de 2020.
- [4] Ribeiro, R. S.; CASTRO, E. B. O Zoológico da UFMT como ferramenta para o ensino da Biodiversidade. *Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. 2010. Disponível em <<https://www.seer.furg.br/remea/article/view/3893>>. Acesso em 01 de abril de 2020.
- [5] Silva e Dutra, F. C. M.; Roberto, W. M.; Coelho, L. P.; Almeida, R. Envolvimento em ocupações sustentáveis: mudanças nos hábitos de vida a partir de espaços e práticas educativas. *Caderno Brasileiro de Terapia Ocupacional*, São Carlos-SP, v. 26, p. 345-355, 2018.
- [6] Silva, I. R.; Neves; A. L. M.; Callegare, F. P. P.; Higuchi, M. I. G.; Pereira, E. C. F. F. Vivências de Protagonismo Socioambiental por Jovens: Implicações na Constituição do Sujeito Ético-Político. *Trends in Psychology*, Ribeirão Preto-SP, v. 26, nº2, p. 617-621, 2018.
- [7] Tozoni-Reis, M. F. C; Campos, L. M. L. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 3, p. 145-162., 2014.

Capítulo 7

O turismo e os impactos na geodiversidade do litoral paraense: O caso de Salinópolis – PA

Alexandre Figueiredo Santos

Rodrigo Luciano Macedo Machado

José Mendes de Campos Neto

Elisemberg Oliveira Teixeira

Resumo: A presente pesquisa busca analisar a relação sociedade e natureza, a partir da observação e interferência do turismo na geodiversidade do litoral paraense, mais precisamente na cidade de Salinópolis – PA. A metodologia adotada nesta pesquisa consiste em levantamento bibliográfico, levantamento cartográfico, registros fotográficos e trabalho de campo. O levantamento bibliográfico baseia-se no levantamento histórico-geográfico da formação do município de Salinópolis, para a compreensão a respeito da implementação de políticas públicas relacionadas ao turismo. Como resultados e discussões, podemos identificar alguns conceitos e linhas de pensamento de geodiversidade, sobretudo o seu contexto na Amazônia, como Pereira et. al. (2016) esmiúça a geodiversidade compreendendo os elementos abióticos do meio natural, incluído processos da dinâmica externa e interna a terra, que acarretam em diversas manifestações no substrato geológico. Além disso, com o olhar sobre a paisagem e identificação da geodiversidade, passamos a compreender e caracterizar a interferência do turismo na paisagem e nas dinâmicas locais, podendo destacar parâmetros e linhas de pensamento que enfatizam as particularidades no litoral paraense.

Palavras-chave: Geodiversidade, Políticas públicas, Turismo, Salinópolis.

1. INTRODUÇÃO

Salinópolis (também conhecida como Salinas) é um município brasileiro localizado na região nordeste do estado do Pará. Sua população, de acordo com a estimativa do IBGE em 2019 é de 40.242 (IBGE, 2018). As praias possuem areia fina e branca, com águas de uma tonalidade verde acinzentada, devido aos sedimentos carregados pelo rio Amazonas. (SALINÓPOLIS, 2019).

A partir da década de 1990 uma série de investimentos, tanto do setor público quanto do setor privado, foram difundidas para ampliar a infraestrutura urbano-turística da cidade. Entretanto, esses novos equipamentos acabam causando a degradação dos ambientes costeiros e de patrimônios naturais, o que provoca danos (em alguns casos irreversíveis) a geodiversidade e ao patrimônio geológico, ainda muito pouco conhecido pela população Salinopolitana.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa consiste em levantamento bibliográfico, levantamento cartográfico, registros fotográficos e trabalho de campo. O levantamento bibliográfico baseia-se no levantamento histórico-geográfico da formação do município de Salinópolis, para a compreensão a respeito da implementação de políticas públicas relacionadas ao turismo. O levantamento cartográfico de dados adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para a análise de dados comparativos correlacionando o turismo com a geodiversidade local. O trabalho de campo foi fundamental para que houvesse o reconhecimento da área de estudo, com a realização de registros fotográficos e de pontos cartográficos para as observações e confirmação de dados secundários.

2.1. PROCESSO DE FORMAÇÃO E TURISMO DO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS/PA

O município de Salinópolis, surgiu a partir de uma pequena povoação formada por índios Tupinambás que habitavam a costa salinense. Em primeiro momento, o nome dado ao local pelos índios foi “Viriandeua ou Virianduba” que na linguagem Tupi significa abundância de pássaros. (BRITO, 2004)

Entretanto, foi a partir de 1645 com a chegada dos Jesuítas ao local, que o povoado de Viriandeua sofre grandes transformações, como por exemplo, a mudança de nome passando a se chamar Destacado. Segundo Cardoso (2001) este novo nome seria em virtude da construção em 1656 de uma atalaia que tinha por objetivo alertar os navegantes por meio de um tiro de canhão sobre o risco de naufrágio.

Mas adiante, segundo Brito (2004) o lugar recebeu a denominação de Salinas (1781) devido à presença de jazidas e extração do sal (sal de cozinha-NaCl) na região. Foram os jesuítas quem inicialmente utilizaram a mão-de-obra indígena para desenvolver esta atividade, visto que aqueles nativos já possuíam costumes, como o de praticar a salga do peixe.

A história de Salinópolis é marcada por altos e baixos, até a consolidação do município no início do século XX:

Entre os altos e baixos que Salinas viveu passando de freguesia a vila e de vila à freguesia, em 1882, através da Lei Estadual no 1.081 foi reintegrada a categoria de vila, porém continuava incorporada ao município de Maracanã. Em 7 de janeiro de 1884 deu-se a instalação municipal e em 22 de outubro de 1901 através da Lei Estadual no 997 foram-lhe concedidos os foros de cidade. Em 30 de dezembro de 1937, através do Decreto Estadual no 4.505 ocorreu à mudança de Salinas para Salinópolis e em 1966 passou a ser considerada Estação Hidromineral. Este município permaneceu na condição de Estação Hidromineral até 29/01/1985, quando por força do Decreto Presidencial, foram extintas as “Áreas de Segurança Nacional”. E a partir de então readquiriu sua autonomia político-administrativa, podendo eleger seus dirigentes através de eleição direta. (BRITO, 2004 p. 26)

Já no que concerne falar sobre o desenvolvimento da atividade turística na cidade, faz-se importante destacar alguns momentos importantes, como por exemplo a inauguração do primeiro hotel na cidade em 1935, a conclusão da estrada Capanema-Salinópolis em 1937 e o início do funcionamento de algumas linhas de ônibus em 1949 (linha Belém- Salinópolis), esses acontecimentos, sem sombra de dúvida marcaram o início de um grande fluxo turístico na cidade, que se consolidou com o passar dos anos.

Com o aumento do fluxo turístico, crescem não somente a economia do município e o número de residências, mas também problemas ambientais. Um dos principais elementos que passam a ser agredidos com a construção de equipamentos para subsidiar a atividade turística no município.

2.2. RELAÇÕES ENTRE TURISMO E A GEODIVERSIDADE LOCAL

Para aprofundarmos a compreensão sobre as relações do impacto turístico à geodiversidade local de Salinópolis, devemos aprimorar o estudo a respeito do arcabouço conceitual e metodológico que explica esta relação e dimensão do estudo proposto nesta pesquisa. Para tanto, segundo Meira; Morais (2016) percebe-se que existem duas linhas de pensamento sobre os conceitos de Geodiversidade sendo divididas da seguinte forma:

A primeira linha interpreta a geodiversidade como uma síntese da paisagem, incluindo os elementos e os processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, climáticos e alguns a ação antrópica. A outra forma de pensar é mais restrita e concebe a geodiversidade enquanto a diversidade geológica de uma determinada área (MEIRA; MORAIS, 2016, p. 132).

Esta variável entre linhas de pensamentos relacionados a geodiversidade, portanto, estabelece fundamental importância na escolha do objeto de estudo, pois esta análise está para além da especificidade geológica, quando se pensa o caráter associado a paisagem, ao uso do solo, e a perspectiva socioespacial vinculada a importância da geodiversidade costeira das cidades amazônicas.

Entretanto, já de acordo com Pereira et. al. (2016), a geodiversidade compreende os elementos abióticos do meio natural, incluindo processos da dinâmica externa e interna da terra, que acarretam em diversas manifestações no substrato geológico.

2.3. AÇÕES E IMPACTOS À GEODIVERSIDADE

Por volta de 1994 o governo do estado do Pará inicia a implementação de um projeto denominado de “Novo Pará”, aonde são destinados aos municípios localizados na zona costeira do estado, pesados investimentos no sentido de criar infraestrutura urbano-turística nos mesmos. A cidade de Salinópolis passa a partir de então, a receber vários investimentos que modificaram significativamente a sua paisagem e trouxeram significativos danos ao meio natural (MARINHO, 2009).

Sobre este conjunto de investimentos, chama-se atenção para a obra mais emblemática deste período: a construção do complexo turístico da Orla do Maçarico. Este espaço ocupa uma área de aproximadamente 130.000 Km² (FIGURA 1) foi construído em uma área de planície costeira, onde estão presentes algumas unidades geomorfológicas (planalto costeiro) marcadas pela presença de falésias (formação barreiras) e afloramentos rochosos (formação Pirabas) além de dunas. Durante a construção da orla essas áreas foram aterradas para a construção do calçadão e os demais equipamentos, tais como, praça de alimentação, *playground*, o que ocasionou em um grande impacto na geodiversidade do município.

Figuras 1: Orla do Maçarico em Salinópolis – PA



Fonte: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/07/05/salinas-reune-beleza-natural-e-festival-com-showsnacionais-neste-verao.ghtml>

Alguns dos impactos observados a partir da adaptação ao turismo, pode-se constatar a partir de algumas modificações ocasionadas na vegetação natural e na própria zona costeira, além disso, a degradação da paisagem e sítios históricos. Estas áreas de forte atração turística comprometem a geodiversidade com o acúmulo de lixo nas margens dos caminhos e de trilhas conectadas às praias (FIGURAS 3 e 4). A Contaminação do mar, por não haver políticas eficazes de proteção a geodiversidade local, provocada pelo acúmulo de lixo nestes locais, e ainda a destruição da vegetação às margens das trilhas. O alargamento e pisoteio da vegetação das trilhas e dos caminhos, o que pode desencadear em alterações constantes na compactação do solo das áreas costeiras.

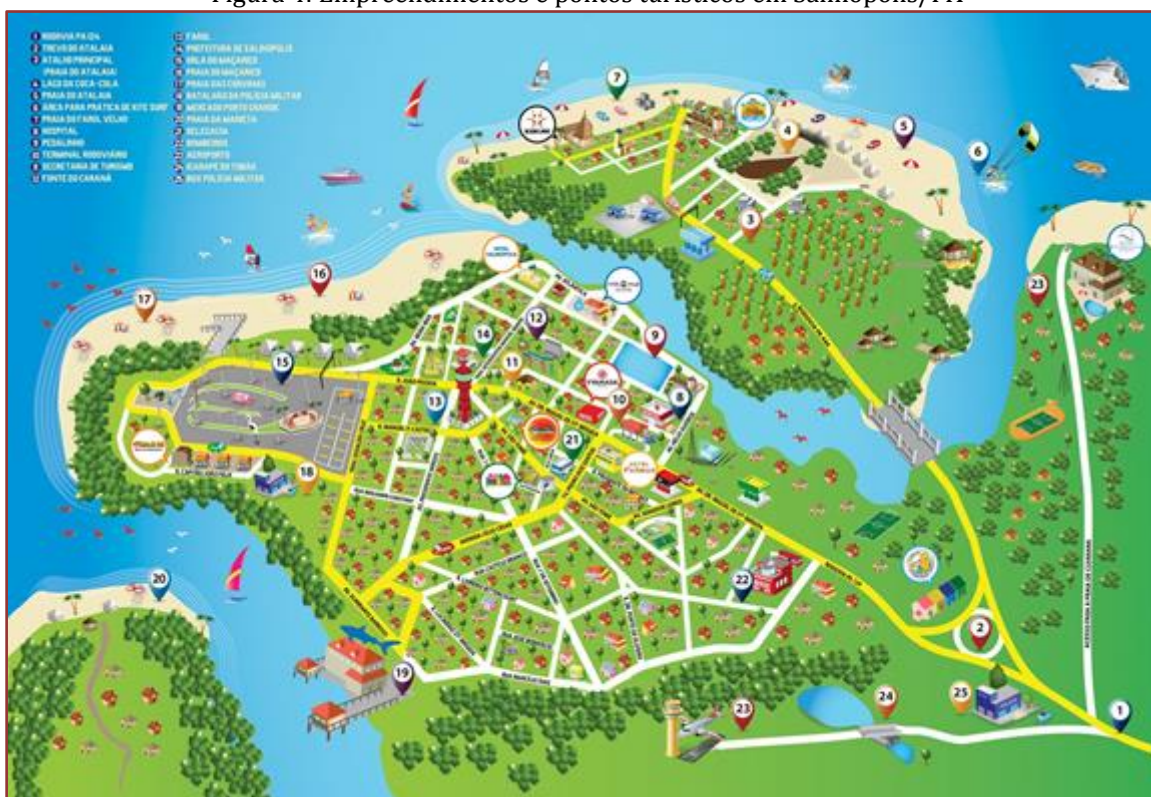
Figuras 2 e 3: Contrastes da preservação da Geodiversidade local.



Fonte: Alexandre Santos (2019)

No domínio geomorfológico de planície costeira estão presentes sedimentos do holoceno nas praias, campos de dunas recentes e manguezais na região de Salinópolis. Outras subunidades presentes morfológicas são: Paleodunas, sistemas de lagos e planície onerosas e deltas de maré (LEITE, 2010). Com a construção da orla, vários outros empreendimentos se instalaram no local (FIGURA 4), causando além de danos à geodiversidade, danos a biodiversidade, invadindo áreas de mangues.

Figura 4: Empreendimentos e pontos turísticos em Salinópolis/PA



Fonte: <https://www.pinterest.co.uk/pin/838865868069447238/>

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto no presente trabalho, fica evidente a necessidade de implementação de estratégias adequadas de gestão e da conservação para a proteção ambiental no município de Salinópolis. O termo geodiversidade é pouco conhecido pela população local, o que demonstra a necessidade de realização e divulgação de estudos relacionados a este termo, como forma de subsidiar ações voltadas ao equilíbrio entre turismo e proteção da geodiversidade local.

REFERENCIAS

- [1] Brito, F. M. O. Salinópolis-PA: (Re)Organização Sócio-Espacial de um Lugar Atlântico-Amazonico. Dissertação de mestrado apresentada no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- [2] Cardoso, B. Salinópolis: A cidade mais querida do Pará. Salinópolis, 2001.
- [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/salinopolis/panorama>
- [4] Leite, W. S. Estratigrafia de dunas costeiras de Salinópolis/PA em associação com variações pluviométricas. Dissertação de mestrado, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade federal do Pará, 2010, p.66.
- [5] Marinho, R. S. Faces da expansão urbana em Salinópolis, zona costeira do estado do Pará. Dissertação de mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará, Belém. 2009.
- [6] Meira, S. A.; Morais, J. O. de. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: Abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. Maringá: Boletim Geográfico. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/ufpa/Desktop/Resumos%20de%20trabalhos/29481-164540-1 PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/ufpa/Desktop/Resumos%20de%20trabalhos/29481-164540-1 PB%20(3).pdf)
- [7] Pereira, R.G.F.A., Rios, D.C., Garcia, P.M.P. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. Terræ Didática, 12(3). 2016. :196-208. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>
- [8] Salinópolis, Prefeitura Municipal de. A cidade. 2013. Disponível em: <http://salinopolis.pa.gov.br/index.php/2013-09-11-19-33-25/historico-da-cidade>

Capítulo 8

Sustentabilidade Ambiental: Estudo da percepção do Condomínio Residencial Mosaico na Cidade do Salvador-BA

Carla Freitas Cerqueira

Juliana Freitas Guedes Rêgo

Karina Lima Oliveira

Zoraia da Silva Assunção

Resumo: Este trabalho tem como objetivo analisar a respeito da percepção dos condôminos no que se refere à redução de impactos ambientais, bem como sensibilizá-los quanto aos benefícios desta atitude tanto para a área condominial quanto para a sociedade. A metodologia adotada é um estudo de caso em um condomínio localizado no bairro da Vila Laura, na cidade do Salvador – BA, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018. A pesquisa é exploratória e descritiva e tem como instrumento de coleta de dados a entrevista semiestruturada. Os resultados indicam que os condôminos apresentam um elevado grau de entendimento para a preservação ambiental, porém ainda há lacunas quanto à sensibilização e atitudes efetivas que, em alguns casos, confronta com a preocupação financeira. É importante salientar, que quando uma postura ambientalmente correta traz uma redução notável de custos, há um maior número de pessoas empenhadas em atitudes sustentáveis. Neste sentido, o gestor condominial pode auxiliar na implantação de uma gestão sustentável, tendo um papel fundamental para despertar a percepção e a sensibilização ambiental dos condôminos e da sociedade em geral.

Palavras-Chave: Condomínios, Sustentabilidade, Gestão Condominial.

1. INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um termo que visa manter a qualidade de vida da população mundial com atitudes ecologicamente corretas, de forma ordenada, economicamente viável, sem impactar nas gerações futuras. Ou seja, a sustentabilidade serve como alternativa para garantir a sobrevivência dos indivíduos sem exaurir os recursos naturais do planeta, bem como garantir que as gerações futuras usufruam também destes recursos (Oliveira, 2000).

Atualmente, há um número cada vez maior de famílias brasileiras optando pela moradia em condomínios fechados, muito em função da segurança aliada ao conforto e privacidade. Por esta razão, o impacto ambiental também é crescente em função da quantidade de resíduos produzidos que trazem prejuízos ao meio ambiente, o que prejudica a qualidade de vida da sociedade.

Diante deste contexto, observa-se que ao longo dos anos a grande maioria dos condomínios foi construído sem o devido planejamento ambiental. Além disto, muitos condôminos também não estão dando a devida importância ao tema, o que constitui um ambiente com grande potencial de poluição.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a respeito da percepção dos condôminos do Condomínio Residencial Mosaico no que se refere à redução de impactos ambientais, bem como sensibilizá-los quanto aos benefícios desta atitude tanto para área a condominial quanto para a sociedade.

Em vista disto, justifica-se a importância da implementação de métodos que possibilitem diagnosticar a percepção dos condôminos. Além disto, é possível verificar se existem lacunas quanto à sensibilização e atitudes ambientais frente aos aspectos socioambientais em um condomínio.

Com a implementação deste estudo será possível verificar o nível de sensibilização e atitude dos moradores, para que o condomínio possa implantar métodos que despertem aceitação e mudança de hábitos por parte dos envolvidos. Métodos estes que sejam voltados para uma consciência crítica sobre a responsabilidade dos condomínios como geradores de resíduos. A finalidade é um ambiente sustentável com foco não apenas no retorno financeiro, mas na garantia de uma qualidade de vida. Com isto, busca-se também a implantação da educação ambiental por meio de abordagens educativas.

A escolha deste tema e a aplicação da pesquisa trará uma grande contribuição para a área condominial, pois estará demonstrando a necessidade de mudanças de paradigmas no modo de vida das pessoas que habitam este tipo de moradia. O engajamento de todos na sustentabilidade reduz os impactos ambientais e permite que as futuras gerações possam desfrutar de um meio ambiente saudável.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada é a pesquisa exploratória descritiva a fim de apresentar atributos de determinada população condominial. Para tanto, foi aplicado um questionário para a coleta de dados.

Este estudo tem como premissa avaliar a sustentabilidade ambiental do Condomínio Residencial Mosaico, na cidade do Salvador - BA, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018. Foi necessário aplicar as fases inerentes à metodologia definida pelo pesquisador, inserindo o método dedutivo com verificação *in loco* e a elaboração de um questionário, com abordagem qualitativa e quantitativa. Os questionamentos tiveram como foco extrair o conteúdo necessário para aplicação da avaliação referente à sustentabilidade ambiental no referido condomínio, logo em seguida foi realizado o estudo da percepção dos condôminos.

O Condomínio Residencial Mosaico situa-se em Salvador - BA, no bairro da Vila Laura. Foi construído em maio de 2011 e compreende uma área de aproximadamente 2.300m². Fazem parte do condomínio duas torres: torre A - Edifício Grécia, com cinco andares, e torre B - Edifício Turquia, com quatro andares, totalizando 82 unidades e uma média de 200 condôminos.

Atualmente, o condomínio possui seis funcionários efetivos, sendo quatro porteiros, trabalhando em revezamento de turno e dois auxiliares de serviços gerais, cada um fazendo a limpeza de uma torre.

A administração do condomínio está composta pelo síndico, que é morador, e que conta com o apoio do Conselho Fiscal. Ao longo de seus anos de construção o local não recebeu as manutenções necessárias ao pleno funcionamento da estrutura e nem foram realizadas modernizações que eram devidas. Contudo, mesmo com este quadro, a atual gestão vem apresentando significativas reduções de custo, o que está deixando os moradores satisfeitos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi estabelecido contato com todas as residências através do grupo de aplicativo de mensagem *WhatsApp*, no privado, e-mail e material impresso, para aqueles moradores que não possuem *internet*, com prazo estipulado de 15 para retorno. Do total, somente 26 unidades responderam dentro deste prazo, gerando uma taxa de retorno de pouco mais que 30%.

Dentre os condôminos respondentes predomina o sexo feminino, com pessoas entre 30 a 45 anos, morando em média três a cinco pessoas por unidade, sempre contendo pelo menos uma/duas crianças. A predominância do sexo feminino é justificada pelo fato de que as famílias designaram às mulheres a tarefa de preencher o questionário. Sendo assim, nota-se que o cuidado ambiental no condomínio é atribuído diretamente ao sexo feminino pelas próprias famílias.

O grau de instrução dos moradores respondentes não é majoritariamente de nível médio/superior completo, com apenas 27,3% apresentando esta formação. É possível perceber, neste caso, que o nível de consciência ambiental não está diretamente ligado com a instrução formal de cada um, mas com o cuidado que as pessoas dedicam ao meio ambiente.

É preciso salientar também, que as famílias que possuem crianças em casa, têm uma visão mais abrangente e consciente em relação à preservação do meio ambiente, pois ultimamente as escolas têm dado um enfoque maior à preservação ambiental. Esta realidade transforma as crianças em educadoras ambientais dos seus lares. Questionou-se, informalmente, o uso de sacolas ecológicas e observou-se que a grande maioria não as utiliza dando a mesma resposta de que a totalidade das compras não cabe dentro das mesmas.

Destaca-se que 96,2% dos moradores concordam que desde que o ser humano passou a utilizar os recursos naturais de acordo com suas necessidades individuais a agressão ao meio ambiente cresceu, e acreditam que é importante que se tenha o cuidado ambiental dentro do condomínio.

No entanto, há contradições, pois 79,2% afirmam que não fazem nenhum tipo de coleta seletiva de lixo e 75% não sabem nem ao menos qual é o consumo de água e energia do condomínio. Apesar de o condomínio ter um projeto em vista sobre estes temas, os moradores nunca pensaram em sugerir ao síndico em exercício uma redução nos custos por meio da gestão ambiental.

É importante ressaltar que 100% dos condôminos respondentes apoiam que os espaços inutilizados no condomínio possam vir a ser utilizados para implantação de medidas sustentáveis e que os funcionários se comprometam com o projeto. No entanto, a sua grande maioria concorda que a dificuldade será a conscientização da mudança de hábito dos condôminos e uma outra parte diverge em relação às dificuldades, tais como: a coleta em si, disponibilidade dos condôminos, dificuldade financeira para captação de recursos para implantação.

4. CONCLUSÕES

Uma parte da população tem em mente a importância da preservação do meio ambiente. Contudo, mesmo assim, a maioria ainda não tem conscientização ambiental e não possui atitudes para preservar o meio ambiente.

Entende-se que os condôminos dizem que irão contribuir e apoiar o gestor na implantação de um condomínio mais sustentável. No entanto, eles mesmos informam através da pesquisa que a dificuldade maior será dos próprios condôminos em se habituar a esta implantação.

Temos conhecimento de que somos responsáveis e que as grandes empresas não são as únicas que poluem o meio ambiente. Sendo assim, todos nós podemos ter atitudes sustentáveis e morar em condomínios pode suscitar a união necessária para projetos sustentáveis nestes espaços.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, A. F. O. de; Pimenta, H. C. D. Práticas de Gestão Ambiental em um Condomínio Horizontal Fechado na Grande Natal – RN: Um Estudo sobre a Percepção de Condôminos. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 4, n. 1, 2010.
- [2] Baptista, F. A. Educação e Gestão Ambiental Integrada em Condomínios. 2008. 39 f. (Monografia) – Universidade Cândido Mendes, Brasília, 2008.
- [3] Knop, S.; Cunha, E. G. da; Vasconcellos, L. de. Condomínios Sustentáveis de Baixo Impacto Ambiental. 2010. Disponível em: https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/metodologias/cunha_eduardo_grala_da_5.pdf. Acesso em: 15 de setembro de 2018.
- [4] Oliveira, E. M. de. Educação Ambiental: uma possível abordagem. Brasília: Editora da UnB, 2000.

Capítulo 9

Estruturação de Conselhos Municipais de Meio Ambiente: Requisitos legais

Daiane Fernandes Pereira

Letícia Rodrigues da Fonseca

Leandro Costa Fávaro

Resumo: Com a descentralização da gestão ambiental por meio da instituição da Política Nacional do Meio Ambiente, confirmada posteriormente pela promulgação da Constituição de 1988, os municípios se viram obrigados a criarem e estruturarem seus Conselhos Municipais do Meio Ambiente – CODEMAs. Acrescenta-se ainda, que esta estruturação tornou-se necessária por ser um pré-requisito para realização do licenciamento ambiental. No entanto, muitos municípios não possuem CODEMA e quando possuem, não estão, de fato, estruturados. Assim, este estudo propõe identificar quais processos precisam ser implementados para promover a estruturação destes órgãos de acordo a determinação legal. Para isso, realizou-se uma pesquisa de abordagem qualitativa. Para coleta de dados foi realiza uma análise documental por meio da avaliação de artigos, documentos oficiais de um CODEMA específico e legislação ambiental. Utilizou-se a codificação baseadas em conceitos com base na bibliografia deste estudo e as orientações de Gibbs (2009) para análise dos dados. Com base nos resultados obtidos, constatou-se que é necessário o cumprimento de seis requisitos para estruturação de um CODEMA: legislação pertinente; competências; características fundamentais; estrutura funcional; capacitação técnica e participação cidadã.

Palavras-chave: Gestão Ambiental Pública; Requisitos legais; CODEMA; Descentralização;

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental tem se apresentado como uma preocupação para as Administrações Públicas locais com o advento da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA por meio da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que descreve a responsabilidade pela proteção e a melhoria da qualidade ambiental como sendo da União, dos estados e dos municípios que constituem o Sistema Nacional do Meio Ambiente.

Posteriormente, com a promulgação da Constituição de 1998, o meio ambiente foi reconhecido como direito fundamental, bem de uso comum do povo e direito de todos, impondo-se ao poder público, mais uma vez, o dever de defendê-lo (art. 225) o que pressupõe políticas públicas construídas em conjunto com a sociedade (Leme, 2010).

Ainda em 1998, com o advento da Lei 9.605/98 sobre Crimes Ambientais, possibilitou-se a cobrança de multas por infração ambiental pelos Municípios, desde que estes disponham de uma Secretaria de Meio Ambiente (ou órgão afim) ou de Conselho de Meio Ambiente integrado ao Sistema Nacional de Meio Ambiente. Portanto, diante deste cenário, é fundamental discutir a temática ambiental no âmbito municipal.

Como órgãos deliberativos e democráticos, os CODEMAs possuem como principal função possibilitar a participação da comunidade local e a municipalização da gestão ambiental por meio da execução de políticas ambientais e, conseqüentemente, a ampliação da atuação da Administração Pública. Cabe ainda ressaltar, que a literatura enfatiza que a efetividade dos CODEMAs está ligada, principalmente, à sua estrutura e funcionamento (Leme, 2010).

No entanto, se percebe atualmente que parte dos municípios brasileiros sequer possuem CODEMAs, e quando possuem, não há estrutura técnica para exercer a competência para expedir licenças ou autorizações ambientais para obras, intervenções e atividades efetivamente poluidoras, o que pode causar degradação ambiental, principalmente aos recursos hídricos (Oliveira; Lima; Sousa, 2017).

De acordo com a última pesquisa realizada pelo IBGE em 2017, por meio do MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais - constatou-se que 74,1% dos municípios brasileiros dispunham de CODEMA. Este número é considerado irrisório quando comparado a outros conselhos municipais que são obrigatórios segundo leis federais e que estão presentes em quase todos os municípios do País como os de assistência social, saúde, direitos da criança e do adolescente (IBGE, 2017; Leme 2010).

Logo, percebe-se que a maioria dos municípios enfrenta problemas estruturais e políticos que obstaculizam seu papel gestor na implementação dos CODEMAS.

Partindo do pressuposto que a estruturação dos CODEMAs não é realizada conforme regulamentação legal específica, este estudo propõe como objetivo geral identificar quais processos precisam ser implementados para promover a estruturação destes órgãos conforme a determinação legal.

2. METODOLOGIA

Considerando o objetivo deste estudo, optou-se por realizar uma pesquisa de abordagem qualitativa que busca por explicações a respeito de um problema ou questão, por meio da avaliação de informações ou experiências relacionadas ao fenômeno em questão (Collis; Hussey, 2005). Tal abordagem apresentou-se como a mais adequada, devido à ausência de explicações confiáveis para o problema de pesquisa proposto, sendo necessário adotar um enfoque exploratório e descritivo (Godoy, 1995).

Como coleta de dados foi efetuada uma análise documental (Malhotra, 2006) por meio da avaliação de artigos, documentos oficiais de um CODEMA específico e legislação ambiental como: Lei nº 6.938/81 que institui a PNMA; Lei 9.795/99, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental; Lei 9.605/98 de Crimes Ambientais; Lei Federal 10.257/2001 que institui o Estatuto das cidades; Resolução CONAMA 237/97; DN COPAM n.º 213/2017; indicadores fornecidos pela MUNIC do IBGE, na seção relativa ao Meio Ambiente, no período de 2001 (quando criado) a 2017 (última publicação).

Para análise dos dados obtidos, utilizou-se a codificação baseadas em conceitos com base na bibliografia deste estudo e as orientações de Gibbs (2009) que dispõe que:

[...] as categorias ou conceitos que os códigos representam podem vir da literatura de pesquisa, de estudos anteriores, de tópicos no roteiro da entrevista, de percepções sobre o que está acontecendo e assim por diante. É possível construir uma lista de códigos em um livro de codificação e usá-los previamente para codificar os dados (Gibbs, 2009, p. 67).

Assim, por meio da codificação baseada na literatura e na disposição legal sobre o tema, elaborou-se uma matriz de amarração para o desenvolvimento dos requisitos necessários para estruturação de um CODEMA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que é necessário o cumprimento de seis requisitos para estruturação de um CODEMA: legislação pertinente; competências; características fundamentais; estrutura funcional; capacitação técnica e participação cidadã. Cada requisito possui um conjunto de atividades a serem executadas, como, por exemplo, a instituição da lei de criação, elaboração e aprovação de um regimento interno, ser deliberativo, ser paritário, entre outras.

O primeiro requisito refere-se à legislação pertinente, pois é a partir de uma Lei Municipal que se cria e formaliza um CODEMA e as demais leis que auxiliam na preservação ambiental a nível municipal, sendo uma fonte de consulta para sanar diversas dificuldades.

O segundo requisito denominou-se como competência, pois os CODEMAs possuem várias delas que serão definidas na sua lei de criação como a proposição de políticas públicas, normas e diretrizes, além de acompanhar a execução da política de meio ambiente (Chiesa, 2009).

Para exercer as suas competências e se estruturar de acordo com a determinação legal, o CODEMA precisa possuir algumas características fundamentais como ser paritário, deliberativo, possuir representatividade entre outros.

A estrutura funcional de um CODEMA refere-se às atividades administrativas e institucionais que garantem a funcionalidade ininterrupta de um CODEMA, como possuir sede própria, endereço eletrônico etc.

Com relação à capacitação técnica é importante que os seus conselheiros sejam entendedores da questão ambiental e do funcionamento do conselho, sendo elemento indispensável na tomada de decisões de forma legal e protetiva ao meio ambiente.

Por fim, o CODEMA é, sobretudo, um espaço de participação social, de negociação de demandas e interesses, bem como de mediação de conflitos, sendo um dos mais importantes instrumentos de participação de apoio à política ambiental local, que possibilita uma nova cultura cívica (Ávila, Malheiros, 2012). Nesse sentido, a participação social também é um requisito exigido pela legislação no licenciamento ambiental e, conseqüentemente, na implementação dos CODEMAs.

4. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da pesquisa constatou-se que é necessário o cumprimento de seis requisitos para estruturação de um CODEMA que vão desde a legislação ambiental até a participação cidadã.

Somente com estes órgãos estruturados e funcionando ativamente, com servidores habilitados e representação social, é possível que os municípios desempenhem as funções que lhes foram atribuídas pelo CODEMA de forma satisfatória, sendo assim, capazes de licenciar atividades potencialmente causadoras de dano ambiental (Pagotto; Pizella, 2017).

REFERÊNCIAS

- [1] Ávila, Rafael Doñate; Malheiros, Tadeu Fabricio. O sistema municipal de meio ambiente no Brasil: avanços e desafios. *Saúde e Sociedade*, v. 21, p. 33-47, 2012.
- [2] Chiesa, M. A. S. Gestão ambiental: entraves e perspectivas para a municipalização no Estado do Espírito Santo. In: *II Congresso Consad de Gestão Pública. Anais...* Brasília, 2009.
- [3] Collis, Jill; Hussey, Roger. *Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. Bookman, 2005.
- [4] IBGE. *Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2017*. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. 2017.
- [5] Leme, Taciana Neto. Os municípios e a política nacional do meio ambiente. *Planejamento e políticas públicas*, v. 2, n. 35, p. 25-52, jul./dez. 2010.
- [6] Oliveira, Ruan Carlos de Mesquita; Lima, Patrícia Verônica Pinheiro Sales; SOUSA, Rennaly Patrício. Gestão ambiental e gestão dos recursos hídricos no contexto do uso e ocupação do solo nos municípios. *Gestão & Regionalidade*, v. 33, n. 97, 2017.
- [7] Pagotto, Mariane Elisa; Pizella, Denise Gallo. Municipalização do licenciamento ambiental: uma análise institucional, tendo como estudo de caso o município de Três Lagoas, MS. In: *VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS. Campo Grande*, 2017. Anais.

Capítulo 10

Parque do Açú e Porto do Açú: Ritos do mesmo conflito

Alba Simon

Wilson Madeira Filho

Laís da Silva Almeida

Resumo: O Parque Estadual da Lagoa do Açú (PELAG), criado no âmbito do Licenciamento do Complexo Logístico Industrial e Portuário do Açú e da Zona Industrial do Porto do Açú em São João da Barra, foi uma resposta à sociedade pelo licenciamento de um dos empreendimentos mais impactantes ao meio ambiente do Estado do Rio de Janeiro e, ao mesmo tempo, representou uma oportunidade política do setor conservacionista do Governo do Estado de assegurar a conservação de ecossistemas de extrema relevância biológica, e sem proteção legal sob a forma de Unidade de Conservação. O PELAG foi criado sobreposto as áreas de pesca de cerca de 500 famílias de pescadores e com a obrigatoriedade de assinatura junto ao Instituto Estadual Ambiental de um Termo de Compromisso a ser celebrado individualmente com cada pescador e mediante um cadastro não renovável e temporalmente localizado. A insegurança quanto ao direito de pescar no futuro, aliado aos conflitos relativos à presença constante e forte fiscalização realizada pelo INEA, sobretudo na época do defeso, com relatos de abuso de autoridade, e a sensação de desvalorização e desrespeito aos modos e conhecimentos tradicionais das comunidades pesqueiras, foram as questões mais relevantes identificadas pela pesquisa. São também obstáculos que impedem a consolidação de uma parceria na gestão entre as comunidades e o órgão gestor do PELAG, e que amplificam a vulnerabilidade socioeconômica já vigente nessas regiões atingidas pelo Porto do Açú.

Palavras-chave: Conflitos socioambientais; Unidades de Conservação; Porto do Açú; Lagoa do Açú; Pescadores.

1. INTRODUÇÃO

As transformações socioespaciais ocorridas nos últimos dez anos, na região Norte do Estado do Rio, pela implantação do Complexo Logístico Industrial e Portuário do Açú (CLIPA) e da Zona Industrial de São João da Barra, no Município de São João da Barra, e, de forma correlata, a implantação do Parque Estadual da Lagoa do Açú (PELAG), vem chamando a atenção pela escala e extensão dos conflitos socioambientais evidenciados desde sua concepção, apoio governamental e implantação.

Em fevereiro de 2017, o Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense (PPGSD-UFF) desenvolveu, com recursos da FAPERJ, o projeto *Diagnóstico das atividades econômicas e sociais em Unidades de Conservação: uma análise dos conflitos socioambientais existentes no Parque Estadual da Lagoa do Açú/RJ*. A proposta alinhava-se a uma pesquisa em curso, desenvolvida pelo Laboratório de Justiça Ambiental (LAJA), integrado à Linha de Pesquisa Conflitos Socioambientais, Urbanos e Rurais.

A pesquisa do LAJA, iniciada em outubro de 2015, visava identificar as implicações socioeconômicas da criação do Parque na comunidade de Quixaba, tendo em vista as mudanças ocorridas pela implantação do Porto do Açú na região e a criação de um Parque cujo Decreto de criação já impunha a obrigatoriedade de assinatura de um Termo de Compromisso, a ser assinado com os pescadores da Lagoa do Açú, como condição única para a continuidade da pesca (SIMON, AFONSO e NASCIMENTO, 2017).

Averiguou-se na ocasião que o Parque Estadual da Lagoa do Açú e o Termo de Compromisso tinham o potencial de amplificar a condição de vulnerabilidade socioeconômica dos pescadores da região, comprometendo severamente, se não integralmente, a reprodução sociocultural da comunidade, uma vez que, com a implantação do Porto do Açú, a vulnerabilidade já era uma realidade (AFONSO, 2018).

No período de junho de 2018 a março de 2019 a equipe¹, integrada por professores, técnicos e alunos do PPGSD-UFF deu continuidade à pesquisa em curso identificando os impactos da criação do Parque junto às atividades extrativistas e pesqueiras e propondo como “resultado” alterações no Decreto de criação do Parque, retirando a obrigatoriedade de assinatura de um termo de compromisso e indicando a necessidade de recategorização da área hoje instituída como Parque para a categoria Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) ou para a categoria Reserva Extrativista (RESEX). A recategorização para RDS ou RESEX foi entendida como fundamental visto que a as comunidades locais tem seu sustento diretamente relacionado à pesca e à retirada da taboa nas lagoas do Parque. A mudança de categoria de conservação cria condições reais de utilização dos recursos naturais de forma manejada a partir da construção conjunta das regras de uso, apoia a conservação e minimiza conflitos junto ao órgão gestor, promovendo a geração de renda a partir da conservação da biodiversidade e fomentando a participação social na tomada de decisão na gestão local.

2. BREVE HISTÓRICO DE CRIAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DA LAGOA DO AÇÚ

O histórico de criação do Parque Estadual da Lagoa do Açú (PELAG) é um capítulo à parte e merece ser registrado uma vez que sua criação é totalmente vinculada ao licenciamento do Porto do Açú. Vale dizer que o Parque e o Porto são faces de uma mesma moeda², ou seja, um é o oposto complementar do outro.

O Parque Estadual da Lagoa do Açú, criado no âmbito do Licenciamento do Complexo Logístico Industrial e Portuário do Açú (CLIPA) e da Zona Industrial do Porto do Açú em São João da Barra, foi uma resposta à sociedade pelo licenciamento de um dos empreendimentos mais impactantes ao meio ambiente do Estado do Rio de Janeiro e ao mesmo tempo representou uma oportunidade política do setor conservacionista do Governo do Estado de assegurar a conservação de ecossistemas de extrema relevância biológica, e sem proteção legal sob a forma de Unidade de Conservação.

¹ A equipe de pesquisa, além dos autores, foi composta pelos pesquisadores Napoleão Miranda, Carla Appolinário de Castro e Andreza Aparecida Franco Câmara, pelos então estudantes de mestrado junto ao PPGSD-UFF Rodrigo Vilhena Herdy Afonso e Camila Aguiar Lins do Nascimento e pelo técnico-administrativo Ubiratan Alves da Silva.

² Uma das autoras do presente artigo, Alba Simon, participou do governo do Estado do Rio no período de 2007 a 2014, como Diretora de Conservação da Natureza do Instituto Estadual de Florestas (atual INEA) e Superintendente de Biodiversidade e Florestas da Secretaria Estadual do Ambiente. O processo de licenciamento do Porto e a criação do PELAG ocorreram nesse período e, muito embora não estivesse à frente das negociações para a criação do PELAG, vivenciou o processo em todas as etapas.

A região do CLIPA, especialmente em São João da Barra, era a região que apresentava o maior trecho contínuo de restinga em bom estágio de conservação, principalmente a área entre as Lagoas Grussaí e Salgada. A área originalmente pretendida para o parque era o dobro da área atual que é de 8.251,45 hectares uma vez que englobaria a atual área destinada ao Distrito industrial, a área da fazenda Caruara - que se tornou uma Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) -, áreas representativas do sistema lagunar e ainda trechos da praia considerados estratégicos para desova de espécies de tartarugas que ali existem.

Os limites originais do Parque representavam para os empresários do Porto, para o setor econômico do governo estadual e para a prefeitura de São João da Barra um “banho de água fria” junto ao projeto original do CLIPA que vislumbrava transformar toda a região em um polo homogêneo. As cifras e promessas eram robustas, com investimento de 33 bilhões de dólares. O empresário Eike Batista, idealizador do CLIPA, pretendia instalar na região uma siderúrgica, uma cimenteira, duas usinas termelétricas, um polo automotivo de montadora de automóveis, fábrica de autopeças e outros empreendimentos associados, movimentando a economia de uma região com os baixos índices de IDH.

Não tardou para a área econômica do governo entrar em conflito definitivo com o setor conservacionista do mesmo governo que havia transformado o Instituto Estadual de Florestas (IEF) em um aparelho ambientalista. Após a eleição de um interlocutor do Grupo EBX³ para “negociar os limites do parque” com o setor conservacionista do Governo Sérgio Cabral, o processo de criação do PELAG entra numa segunda fase que se configura como a fase do enquadramento político do Parque, uma vez que a maior área estaria em São João da Barra, cuja prefeita, aliada do Governador era radicalmente contra a criação do Parque. Desse modo, os limites foram desenhados de acordo com os interesses políticos da prefeita de São João da Barra, cotejados com os interesses econômicos da EBX e sob pressão do governador e sua equipe econômica. Como num tabuleiro de xadrez, disputou-se trecho a trecho do futuro parque. Sobre forte e tensa negociação, decidiu-se o que de fato poderia ficar nos limites do parque e o que deveria ser radicalmente retirado.

Assim, os ecossistemas de alta relevância ecológica eram cortados ao meio, decepados nas bordas e recortados em função dos planos de usos futuros. Em São João da Barra, a única área de consenso a ser inserida nos limites do PELAG foi justamente a barra da Lagoa do Açú, uma vez que a Lagoa do Açú já estava totalmente inserida e fazia parte do município de Campos dos Goytacazes. Com isso, o PELAG é hoje 99% de Campos dos Goytacazes e 1% São João da Barra. Até a Lagoa Salgada foi cortada ao meio, para acompanhar a linha do município de São João da Barra. Os limites atuais do Parque Estadual da Lagoa do Açú incluem a Lagoa do Açú, as restingas em seu entorno, o Banhado da Boa Vista, metade da Lagoa Salgada e uma quilometragem de praia estratégica para a desova das três espécies de tartarugas marinhas que ocorrem na região.

Como parte da negociação que impôs a retirada de áreas do limite original, a Fazenda Caruara foi “convertida” em RPPN, uma categoria de conservação de uso sustentável em propriedade privada. Nesse sentido, o Parque foi adequado e limitado a partir dos interesses políticos e econômicos dos agentes envolvidos, mas jamais criticado por nenhum setor por se sobrepor a uma importante área de pesca de subsistência praticada pelas comunidades do entorno das lagoas e banhados. Nos embates ocorridos entre o setor ambiental, prefeitura municipal e governo estadual não houve registro de reivindicações do poder público local em defesa do direito de permanecer pescando nas lagoas inseridas no Parque, afinal, tratava-se de uma pesca de baixo impacto econômico, para o município, de pescadores de baixa renda, de baixa escolaridade, alta vulnerabilidade social, sem organização formal e, portanto, “invisíveis”.

³ O Grupo EBX atua com foco prioritário em infraestrutura e recursos naturais. Existem atualmente diversas empresas pertencentes a *holding*, entre as quais a MMX - Companhia de mineração do grupo, a Dommo Energia (antiga OGX), no segmento de óleo e gás, e a OSX, em recuperação judicial, voltada à demanda da indústria petrolífera por equipamentos e serviços integrados para atuar na indústria naval e offshore. Outras nomeações mais antigas são: MPX - na área de energia; LLX - companhia de logística do grupo; JPX - empresa criada em 1992 com o objetivo de produzir no Brasil um jipe apto às atividades de mineração do seu conglomerado industrial e que também pudesse atender ao mercado nacional de veículos utilitários; AUX - com investimentos em mineração de ouro; REX - atua nos ramos de incorporação imobiliária; SIX - investe na área de tecnologia, por meio da SIX Soluções Inteligentes; IMX - Joint venture com a americana IMG Worldwide — é a empresa de esporte e entretenimento do grupo; RJX - No âmbito esportivo, patrocina o time de voleibol Associação Desportiva RJX, pilotos de Fórmula 1 os jogadores de vôlei de praia; CCX - criada a partir da cisão dos ativos de mineração de carvão.

Em função dessas e de outras “fragilidades” essas comunidades passaram a ser alvo natural do “sacrifício” em nome da conservação dos recursos de territórios de alta relevância biológica, mesmo que “pela metade”.

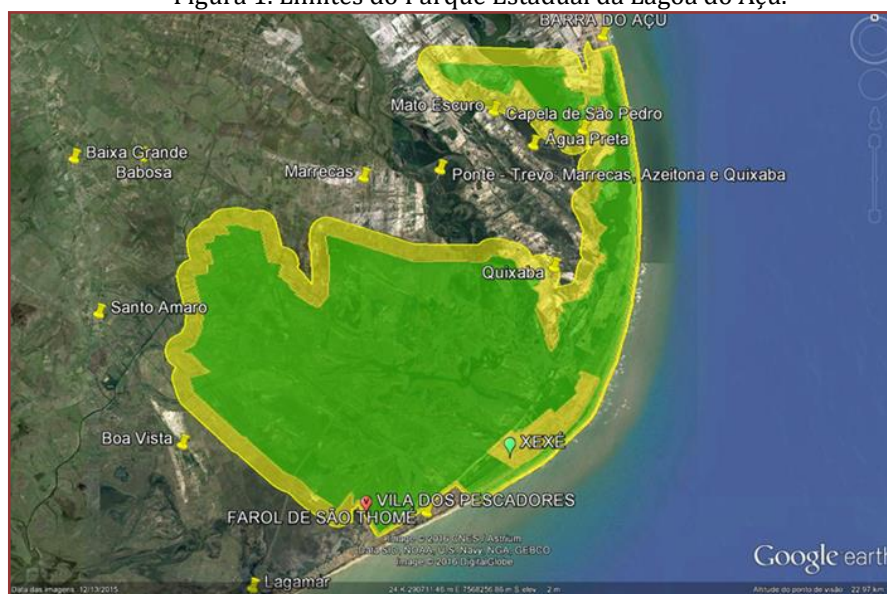
Nesse sentido, temendo uma nova derrota junto ao processo de criação do PELAG e aproveitando as mudanças radicais que vinham ocorrendo em relação ao mercado de trabalho nos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra com a chegada do Porto, o setor conservacionista do IEF, capitaneado pelo seu presidente, conseguiu apoio e anuência do promotor da tutela coletiva do Ministério Público Estadual (MPE) para proposição de um Termo de Compromisso que limitasse a pesca nas lagoas até a presente geração, convencendo-o que o Termo de Compromisso, a partir de um cadastro, demonstraria a preocupação do órgão gestor do Parque em conciliar o interesse ambiental com a sobrevivência de famílias humildes, pescadores tradicionais, da região.

Com a anuência do MPE, o PELAG foi criado pelo Decreto nº 43.522, de 20 de março de 2012, englobando em seus limites o Banhado da Boa Vista, a Lagoa do Açú e parte da Lagoa Salgada, entre os municípios de Campos dos Goytacazes, (distrito de Farol de São Thomé, sua maior porção) e São João da Barra (5º distrito - Barra do Açú) onde está uma pequena fração da área.

O PELAG foi criado sobreposto as áreas de pesca de cerca de 500 famílias de pescadores e com a obrigatoriedade de assinatura junto ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) - novo órgão responsável pela execução da política ambiental do Estado do Rio de Janeiro e que absorveu o IEF entre outros órgãos do antigo organograma - de um Termo de Compromisso a ser celebrado individualmente com cada pescador e mediante um cadastro não renovável e temporalmente localizado quando da efetiva criação do Parque. Fica claro, portanto, que o propósito do Termo de Compromisso instituído no âmbito do Decreto de criação do Parque não garantia a reprodução cultural da pesca artesanal exercida tradicionalmente há mais de dois séculos, através das gerações, nas lagoas incluídas nos limites do parque.

A insegurança quanto ao direito de pescar no futuro, aliado aos conflitos relativos à presença constante e forte fiscalização realizada pelo INEA, sobretudo na época do defeso, com relatos de abuso de autoridade, e a sensação de desvalorização e desrespeito aos modos e conhecimentos tradicionais das comunidades pesqueiras, foram as questões mais relevantes identificadas pela pesquisa efetuada pela UFF. São também obstáculos que impedem a consolidação de uma parceria na gestão entre as comunidades e o órgão gestor do PELAG, e que amplificam a vulnerabilidade socioeconômica já vigente nessas regiões atingidas pelo Porto do Açú.

Figura 1. Limites do Parque Estadual da Lagoa do Açú.



Fonte: Instituto Estadual do Ambiente. www.portal.inea.gov.br

2.1. OS PRESSUPOSTOS ECOLÓGICOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE

A área do PELAG possui uma faixa conservada de vegetação de restinga, além de possuir lagoas, lagunas, córregos, charcos, de grande importância ambiental para a região e insere-se na chamada Bacia Hidrográfica do Rio Doce, também denominado de canal Quitungute, considerado a coluna vertebral de um complexo sistema de canais. O Quitungute é o principal canal que alimenta as águas do Parque e, conseqüentemente, a Lagoa do Açú. A Lagoa do Açú antes era um rio intermitente conhecido como Iguaçú, recebia a contribuição da Lagoa Feia e do Rio Paraíba do Sul e era responsável pelo escoamento de suas águas para o mar, nas épocas de cheias. Essas conexões foram cortadas por obras do Departamento Nacional de obras de Saneamento (DNOS), fazendo com que o antigo rio Iguaçú perdesse a vazão progressivamente, transformando-se na Lagoa do Açú. Atualmente, trata-se uma lagoa de restinga, como as lagoas de Iquipari e de Grussaí, sem força para abrir sua barra e com elevado grau de salinidade (BIDEGAIN, BIZERRIL, SOFFIATI, 2002).

Na Barra da Lagoa do Açú, é possível encontrar manguezais que se comunicam com a restinga e onde se encontra a maior população de mangue de botão (*Conocarpus erectus*) do Estado do Rio de Janeiro (SOFFIATI, 2009). A Barra do Açú possui ligação com o Banhado da Boa Vista, por onde antigamente escoavam as águas da Lagoa Feia para o mar (BIDEGAIN, MATTOS, TERRA, 2008).

Com a implantação do Complexo Industrial Portuário do Açú (CLIPA) pela OSX, como forma de atenuar politicamente os impactos do empreendimento, foi proposta a criação de três unidades de conservação: o Parque Estadual da Lagoa do Açú, administrado pelo INEA, a RPPN Fazenda Caruara, implantada e mantida pela LLX Açú Operações Portuárias, e a Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Grussaí (São João da Barra RJ).

Conforme já mencionado, apesar do foco na preservação da biodiversidade e proteção de ecossistemas ameaçados, a criação do PELAG impactou diretamente as atividades econômicas das comunidades situadas nas margens da Lagoa do Açú que praticam a pesca e extração de taboa para sobrevivência. As localidades no entorno do Parque são: Babosa, Folha Larga, Quixaba, Bajuru, Azeitona, Capela, Alto Cardeiro, Xexé e Farol de São Tomé (situadas em Campos dos Goytacazes) e Açú (situada em São João da Barra). Apesar das localidades Mato Escuro e Água Preta (São João da Barra) não se situarem no entorno imediato do PELAG, as comunidades praticam a pesca nas lagoas do Parque. As comunidades de Quixaba, Xexé e Açú, são comunidades cuja pesca é passada de geração a geração e é praticada historicamente nas lagoas inseridas no PELAG. Um levantamento realizado por Pinheiro (2014) identificou nessas localidades um baixo grau de escolaridade e renda, que gira em torno de um salário mínimo e como economia principal, a agricultura, pesca e a retirada de taboa para confecção artesanal de esteiras “de palha” que estão diretamente relacionadas às lagoas da região.

Na localidade de Quixaba, a comunidade mais próxima do Parque, há relatos orais de que esteja estabelecida há mais de 200 anos. Embora o Parque não conte com estrutura suficiente para fiscalização ainda não há consenso quanto às práticas permitidas ou proibidas, o que gera desentendimentos e situações de constrangimento para a comunidade uma vez que a legislação ambiental fica sujeita à interpretação que cada técnico, funcionário ou guarda-parque do INEA tem a respeito da pesca e do uso de recursos naturais nos limites do parque.

O fato é que os pescadores da região vêm sofrendo limitações desde 2011 devido às pressões do CLIPA. O megaempreendimento iniciou as obras em 2007 e ainda está em expansão, com investimentos públicos do Banco Nacional do Desenvolvimento e de recursos oriundos do Plano Nacional de Logística Portuária. Idealizado como uma zona industrial portuária, o empreendimento demanda uma imensa área em terra totalizando 162 Km², o que motivou processos de desapropriação de pequenos sítios no Açú, promovidos pelo Governo do Estado em nome da Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro, que logo cedeu o uso da área para a mesma empresa proprietária do Porto, de modo que ambos empreendimentos compreendem, na realidade, uma mesma área contínua gerida pela mesma empresa, a Prumo Logística Global S.A.

2.2. TENSÕES, E CONFLITOS AMBIENTAIS EVIDENCIADOS COM A CRIAÇÃO DO PELAG

Quixaba e Barra do Açú são localidades rurais situadas respectivamente nos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra. A maioria dos residentes, dependem da pesca artesanal, da confecção de esteiras e da pequena agricultura. Com a implantação do CLIPA e do PELAG mudanças significativas ocorreram quanto ao acesso aos recursos naturais e ao controle territorial.

Em geral, os sistemas tradicionais de acesso aos recursos pesqueiros são ameaçados a partir da instalação de grandes empreendimentos no entorno das comunidades que fazem uso desses recursos (DIEGUES, 2000).

Em ambas as comunidades a pesca artesanal foi passada de pai para filho. A maioria dos pescadores, utilizam as Lagoas de Quipari e do Açú. A pesca é antiga nas lagoas. Em comunidades pesqueiras artesanais esta é uma prática comum, e o conhecimento é repassado oralmente dos mais velhos para os mais jovens (DIEGUES, 2000).

Apesar do predomínio masculino na prática da pesca, as esposas dos pescadores dessas comunidades também atuam na atividade, ou pescando com seus maridos ou participando do beneficiamento do pescado (filatadeiras). A maioria dos pescadores dessas localidades diz não querer que seus filhos se dediquem à pesca artesanal em função das dificuldades enfrentadas por estes e pela baixa renda obtida. A nova realidade educacional no Brasil leva à mudanças nos hábitos de vida das comunidades, incluindo o abandono da pesca pelos filhos de pescadores que passam a atuar em outras atividades profissionais.

Os pescadores dessas localidades atuam em diversas lagoas da região, principalmente nas lagoas costeiras de Iquipari, Açú, Feia e Salgado a partir de canoas (remo ou motor), sendo que a operação de pesca dura algumas horas, entre o amanhecer e a tarde. Segundo informações obtidas por pescadores de Quixaba, cerca de 500 pescadores têm sua subsistência atrelada à Lagoa do Açú. Cerca de 30% destes pescam três vezes por semana e o restante da semana, é dedicado à roças ou à agricultura. Os petrechos de pesca utilizados em ambas comunidades incluem modalidades de redes, linhas e armadilhas e em geral são utilizados ao longo de todo o ano. As exceções se referem à rede de arrasto-de-fundo para a captura de camarões, que tem sua utilização suspensa durante o período de defeso das espécies-alvo, e o espinhel que é utilizado sazonalmente em função da disponibilidade das espécies-alvo. Segundo relatos de pescadores de Quixaba, a rede mais utilizada para a pesca em rios e lagoas é a rede caceia com malha 50 e 36 metros e as principais espécies pescadas são a tilápia, a traíra, a manjuba e o robalo. A piracema e defeso duram 4 meses por ano, de novembro a fevereiro.

Figura 2. Pescador na Lagoa do Açú



Foto: PEA Observação, <https://www.peaobservacao.com.br/>

A Agricultura tem função complementar nas comunidades pesqueiras, a maioria possui roças no quintal. A taboa é retirada das lagoas para confecção de esteiras e funciona como complemento de renda, sobretudo na época do defeso. A Colônia Z-2, cuja sede é em Farol de São Tomé, é presidida pelo senhor Elialdo, que é nascido e criado em Atafona. Seus dois filhos ainda pescam, mas os netos não se interessam mais pela pesca, preferem fazer curso técnico e estudar. A Z-2 possui cerca de 120 filiados que pescam em canais e rios da região. A maior parte desses pescadores é das localidades do entorno do PELAG: Palacete, Mata Escura, Quixaba, Açú, e Azeitona. Esses pescadores rodam todas as lagoas. O total de filiados a Z-2 chega a cerca de 1200 pescadores (distribuídos entre pescadores e catadores de caranguejo), a maioria pesca em mar, apenas 600 pagam a taxa anual de 160 reais e recebem 880 reais na época do defeso. Segundo o presidente da Z-2, normalmente o pescador do mar também pesca nos rios e nas lagoas, mas os pescadores das lagoas e rios não pescam no mar.

Os pescadores de Quixaba e Açú são também representados pela Colônia de Pescadores Z-2 onde estão cadastrados. Enquanto os pescadores do Farol de São Tomé são representados pela Colônia de Pescadores Z-19 com registro de 300 associados. Apesar destes números, segundo informações fornecidas pelos presidentes das referidas instituições, o número efetivo de pescadores é menor que o registro oficial junto ao órgão, já que existem associados registrados que não exercem mais a atividade.

A implantação do CLIPA reconfigurou as áreas pesqueiras, criando zonas de exclusão afetando o modo de vida das comunidades. No caso específico da mitigação aos impactos sobre a pesca artesanal, segundo o presidente da colônia Z-2, apesar das reivindicações dos presidentes das colônias (Z-2 e Z-19) e dos próprios pescadores junto ao CLIPA e ao governo do Estado, não houve apoio quanto ao auxílio legal aos seus direitos de uso dos recursos da região. Nesse sentido, o Sr. Eliel, presidente da Z-2, nos explicou que a Colônia não recebeu recursos nem da mitigação e nem da compensação ambiental diretamente. O apoio dado pela empresa foi direcionado à oferta de cursos de capacitação para os pescadores. A colônia Z-2 ofereceu curso de almoxarifado, logística e mecânica, mas mesmo assim o Porto contratou pouca gente para trabalhar lá. Além de recursos para os cursos, a PETROBRÁS doou um terreno para a construção da sede da colônia Z-2 na Rua da Caixa d'água no Açú.

Para os pescadores em geral, o porto impactou tudo, desde o pesqueiro onde se pratica o "arrasto" do camarão até a Lagoa do Açú que, na opinião deles, está salgando.

Muitos entrevistados reclamam que a RPPN Caruara contratou vigia para impedir a entrada de pescadores na lagoa de Quipari. Todos os entrevistados são categóricos em afirmar que "ninguém ganhou nada com o Porto", sempre contrários a vinda deste Complexo.

2.3. O PARQUE - PORTO

O PELAG é visto pela maioria dos pescadores como um Parque-Porto, nas palavras de um pescador do Açú, *"o Parque é igual ao Porto, já chega desapropriando, excluindo os pescadores da sua própria região e acabando com a pesca artesanal"*. *"O Parque chegou igual ao porto e você não pode fazer nada"*, atesta outro pescador.

Para essas comunidades, que já possuem restrições quanto à autonomia pesqueira (pesca nas lagoas a partir de canoas), a criação do PELAG consagrou o método de expulsão compulsória dos pescadores das Lagoas da região, potencializando o declínio da pesca e da confecção de esteiras e manutenção da agricultura.

O Parque é uma categoria de Unidade de Conservação restritiva, criada pela Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei 9985/2000. Os Parques são destinados à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica, e têm como objetivo de conservação maior interação entre o visitante e a natureza através do desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas. Nesse sentido, a presença humana só é admitida para os fins de visitação, recreação e pesquisa, criando impossibilidade de acesso e uso dos recursos naturais importantes para a sobrevivência daqueles que historicamente vivem nessas áreas.

No caso do PELAG, a obrigatoriedade de assinar um Termo de Compromisso (TC) que proíbe a pesca para as futuras gerações criou restrições ainda maiores para os pescadores artesanais da região e é bastante criticado pelos pescadores de Quixaba. Para assinar o TC é preciso ter preenchido um cadastro do INEA, e assim se tornar portador de uma carteira que permite a pesca nos limites do PELAG. Cerca de 50

pescadores em Quixaba ficaram de fora do cadastramento (por vários motivos) e, portanto, não possuem a carteira do INEA, além de todas as mulheres.

O TC instituído no âmbito do Decreto de criação do Parque, devendo ser celebrado individualmente com cada pescador e mediante um cadastro não renovável e temporalmente localizado, não garantindo, dessa forma, a reprodução cultural da pesca artesanal. Segundo os presidentes das colônias, a carteira emitida pelo INEA é desfocada da realidade local, pois é facultada a todo e qualquer pessoa que se declarar pescador, assim sendo, todas as pessoas que utilizam as lagoas para a pesca como lazer tem a carteira idêntica àqueles que precisam das lagoas locais para a sobrevivência. Incumbe às Colônias a emissão da carteira de pesca oficial que está relacionada a direitos e deveres da classe de pescador. O pescador tem a obrigação de contribuir mensalmente para a Colônia, se cadastrar e receber a carteira da pesca.

Embora reconheçam que nem todo o pescador tem a carteira de pesca, a emissão da carteira pelo INEA causa confusões e insegurança frente ao papel das Colônias. Por outro lado, o INEA emitiu 800 carteiras e decidiu finalizar o cadastramento. Para as Colônias, por sua vez, a carteira deveria ser emitida para todos os filiados e a instituição legítima para dizer quem é e quem não é pescador é cada Colônia, e não o INEA.

As áreas no entorno do PELAG também são alvo de conflitos e tensões, há desconhecimento sobre quais áreas fazem parte do entorno. A largura do entorno é variada e em alguns casos chega a 300 metros. Segundo um pescador de Quixaba *“O INEA diz que 300 metros da lagoa é deles, mas essas áreas têm dono”*. Apesar da inexistência de um Plano de Manejo, o entorno do PELAG foi considerado no Decreto de criação do PELAG de forma irregular e de modo a não se sobrepor as áreas estratégicas para ampliação do CLIPA. Nesse sentido, a simples colocação de energia elétrica em residências já existentes, localizadas na zona de amortecimento do Parque, enfrenta obstáculos junto ao PELAG uma vez que a companhia de eletricidade é orientada a não instalar energia nesses locais.

“Não pode ter poste de energia elétrica, porque tá na área do Parque ou na área de amortecimento, então vamos ter que fazer gato. Temos medo de perder nosso bem. Precisamos regularizar” (pescadora de Barra do Açú)

2.4. ABERTURA DA BARRA

A fiscalização por parte do INEA (guardas-parques do PELAG) e da Unidade de Polícia Ambiental do Estado (UPAM) é alvo de conflitos e constrangimentos. Relatos de multas, perseguição e incompreensão são sempre lembrados. Episódios envolvendo pescadores de Quixaba e a equipe do PELAG são também sempre mencionados de forma atemporal, uma vez que são contados repetidamente como se tivessem ocorrido recentemente, mas são definitivos para o rompimento de relações entre a comunidade de quixaba e a gestão do PELAG.

Segundo os pescadores, um guarda parque do INEA cortou e confiscou a rede de um pescador que não estava pescando durante o defeso, mas apenas sentado no seu barco. Depois de discussão, bate-boca e recusa do guarda-parque em devolver a rede, o mesmo deixou o local e retornou logo depois com a polícia ambiental e outros técnicos do PELAG, segundo os pescadores para deixar claro e mandar o recado e demonstrar poder sobre a área.

O próprio chefe do Parque narra um episódio que considera o “estopim” do conflito entorno da abertura da Barra em 2017. Segundo ele, antes do evento da abertura da barra, dois pescadores de Quixaba haviam sido flagrados pela UPAM pescando no defeso, mas os policiais da UPAM mandaram os dois para casa e apreenderam os apetrechos. Como eles não aceitaram deixar os apetrechos na delegacia, foram conduzidos também. O delegado teria pedido 370 reais de cada pescador para liberá-los. Com raiva, eles esfregaram 20 reais na cara do policial e acabaram todos no xadrez. Segundo o Chefe do parque, esse fato deflagrou uma ação de “desobediência civil” para a abertura da barra em 30 de dezembro de 2017. Cerca de 80 pessoas tentaram abrir a barra nesse dia.

Figura 3. Os autores em reunião do Conselho do PELAG



Fonte: acervo de Alba Simon

O discurso e as posições frente à abertura ou não da Barra giram em torno dos que defendem a abertura e dos que são contra a abertura, dos que entendem que é preciso ter cautela e estudos para subsidiar ou não a abertura e dos que cobram uma tomada de decisão do INEA que, ao não fazer, posterga o conflito. Os que se manifestam favoráveis alegam que a abertura da barra ajuda na troca de água entre lagoa e mar, beneficiando a lagoa. Porque além da saída do esgoto e entrada de água limpa, permitiria também a entrada de camarão e outras espécies. Segundo relatos de pescador do Açú: *“Na cheia a água salgada entra, mas a água doce empurra para fora. Se abrir na cheia vai ser bom. Já abriram e foi ótimo, mas demorou para fechar e salgou tudo”*. Outro pescador comenta: *“Antigamente, o Açú ficava debaixo d’água, o povo andava de canoa nas ruas, aí sim queriam abrir a barra. O camarão chega até aqui quando abre a barra (gaiola). O INEA só precisa controlar para o peixe crescer”*.

O debate sobre a abertura da Barra do Açú, que na prática é a retirada do sedimento arenoso que obstrui a ligação direta da laguna com o mar, após a criação do PELAG, ganhou grandes proporções e entrou para a lista das “proibições do INEA”. Apesar das radicais mudanças no sistema hidrológico conforme explicado por Carneiro (2004) e mudanças nos padrões de salinidade, a abertura da barra por pescadores do Açú era até então um ato praticado historicamente por pescadores da região.

No final do ano de 2017, como comentado, segundo o chefe do PELAG, houve tentativas de abertura da Barra do Açú, mas todas malsucedidas.

A iniciativa partiu de pescadores do Açú que utilizaram até tratores para forçar a abertura da barra. Pescadores de Quixaba e de outras localidades se manifestaram contra e devido aos conflitos entre os apoiadores e os contrários a polícia foi acionada. Para o chefe do PELAG, a mortandade de peixes é inevitável na Lagoa quando se abre a barra, mas depois a tendência é estabilizar. Ele tem fotos de pescadores da última abertura da barra, em 2011. A abertura é sazonal, depois que o mar entra na lagoa dá muito peixe, mas depois acaba, até começar a povoar a lagoa, é tempo que leva, atesta.

A situação é complexa, a abertura das comportas saliniza os canais (CARNEIRO, 2004). Segundo o chefe do Parque, estudos técnicos são contrários e a competência administrativa do Parque deve tutelar o ecossistema. A questão é polêmica e divide as comunidades. O pessoal do Açú tem uma proposta para resolver o problema da abertura da Barra, o de Quixaba tem mais ou menos e o de Farol não quer conversa.

Antes dessa última tentativa de abertura da Barra, em dezembro de 2017, segundo o chefe do Parque, ocorreu uma ótima reunião com representantes de Quixaba, Coroa Grande, Mata Escura, Secretaria Municipal de Pesca, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, UENF e os Projetos de Educação Ambiental (PEA) Observação e PESCARTE. Essa reunião ocorreu em junho de 2017, quando um professor da UENF indicou o mês de agosto como propício para abertura da barra, embora os pescadores presentes tenham alegado que a lagoa estaria salgada e que o mês de agosto era um mês em que não havia tilápia. Mesmo com essas considerações, ficou acordado que a barra seria aberta em agosto, mas as condições da lagoa de fato não favoreceram a abertura e os pescadores acabaram abrindo “na marra” em dezembro.

Alguns acreditam que com abertura da barra aumentaria a entrada de novas espécies de pescado (camarão, tainha e siri). Um pescador chegou a sugerir soltura de alevinos na lagoa, e essa proposta foi aprovada pelos presentes. Mas segundo o chefe do Parque, não há possibilidade de soltar alevinos e abrir a barra ao mesmo tempo. Ele conta que o professor Novelli da UENF fez análise de água, mediu salinidade etc. e concluiu que “água podre” não pode ser o motivo para abrir a barra. “Há muitas traíras, agora, nas lagoas, depois de anos, que vão para as várzeas, dois professores da UENF estão monitorando a tainha”. Na opinião do chefe do PELAG, o canal de Quintigute tem 17 comportas, muitas emperradas, portanto não é necessário abrir a barra e sim opera-las.

O Projeto PESCARTE solicitou à UENF os estudos necessários para subsidiar a abertura da barra. Essa solicitação foi levada ao INEA sede, no Rio de Janeiro, e a diretoria do INEA decidiu opinar o inverso, ou seja, *“Quem está pleiteando a abertura da barra subsidie os estudos necessários e diga o que pode vir a acontecer”*. Segundo o chefe do Parque, a UENF cobrara cerca de 500 mil reais para fazer os estudos e esses estudos não vão ter um “veredicto”. O chefe do Parque atesta que no dia 10 de maio de 2018, na reunião do Conselho do Parque Estadual da Lagoa do Açu (PELAG), o assunto entrou em pauta. Estavam presentes além do chefe do PELAG, o Secretário Municipal de Pesca, pescadores artesanais do Açu e Quixaba, PESCARTE e o representante do PEA Observação de São João da Barra. Foi decidido que ficaria sob responsabilidade definitiva da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF) a pesquisa para verificar quais impactos possíveis poderão ocorrer.

Nessa reunião, pescadores artesanais presentes se posicionaram contrários à abertura da barra afirmando que isso prejudicará a pesca em todo canal Quintigute e o ecossistema do Açu. Semanas depois dessa reunião, foi entregue ao chefe do PELAG um abaixo-assinado dos pescadores artesanais do Açu para que fosse feita a abertura da barra. Segundo informações obtidas de membros do conselho do PELAG, o chefe do PELAG recusou-se a receber o documento alegando que estaria aguardando o agendamento de uma nova reunião que trouxesse a solução definitiva para o conflito. A questão é a seguinte, sentenciou um pescador, *“Só não se abre a barra porque é Parque, e o chefe é contra”*.

2.5. MULHERES NA TABOIA

As mulheres exercem um papel especial nessas comunidades, além dos cuidados com a casa e a família, muitas são pescadoras, filetadoras de peixes, e trabalham na confecção de esteiras. Segundo uma extrativista, a retirada da taboia ocorre em agosto e setembro e a venda das esteiras rende mais ou menos 80 reais por dia para as famílias que tem possibilidade de se dedicar inteiramente a atividade. *“Faz-se aqui 400 esteiras por semana (todo mundo junto), média de 45 trabalhando de 6 a 12 horas. Uma casa produz 100 esteiras e ganha 20 a 25 reais”*.

Mas antes de fazer as esteiras, há um longo processo de preparação da taboia que envolve a colheita, separação, secagem e fiação. Uma esposa de pescador relata que o marido não pesca mais todo dia, pela escassez de peixes e poluição nos rios, além do excesso de proibições relativas à pesca nas lagoas, e, portanto, busca sua sobrevivência vendendo ferro velho e ela fazendo bordados. Para outra extrativista, o Parque apresenta inúmeras dificuldades para a retirada de taboia, criando insegurança quanto a prática e o local permitido. A retirada da carteira do INEA é outra dificuldade, uma vez que o órgão não cadastra mais ninguém e não deixa claro se haverá nova possibilidade. Uma das exigências para se obter a carteira do INEA era provar a residência na região. *“Como provar que mora aqui”? “Não tem correio!” “Então não tira a carteira?”*. Para ela a *“criação desse Parque tinha que ser em outro lugar, pois antes podia tirar a taboia sem medo, pescar sem medo... acredito que vai ter mais limitações para nós, muita gente não sabe que mora dentro do Parque”*. Ela imagina que se for pega pelo INEA retirando taboia nos limites do Parque para confecção de artesanato, não poderá justificar essa atividade mostrando a carteira de artesã, pois o INEA exige a carteira da pesca emitida por ele junto ao cadastro. Para ela há uma clara intenção de expulsar os pescadores das lagoas uma vez que, a cada dia, o Parque cria uma dificuldade nova: é proibição de linha, de rede, de instalação de luz elétrica no entorno etc.

Outra extrativista e pescadora residente há 42 anos em Quixaba atesta que apesar das dificuldades do passado com relação à pesca e à venda do pescado e da taboia, a pesca sempre foi o sustento da família. Para ela, as dificuldades criadas pelo Parque para a retirada de taboia obrigam as extrativistas a comprar de atravessadores que oneram os custos das esteiras. *“Esse INEA não deixa pescar e nem tirar taboia, como vamos pagar o gás, a luz etc? Como vamos manter nossas famílias?”*.

Por causa das supostas proibições para a retirada de taboa nos limites do Parque, a busca por taboas tem sido feita longe do local de moradia. Atualmente a taboa tem sido retirada na localidade de Palacete, em local fundo e bem enlameado, local de difícil acesso para mulheres, aumentando ainda mais a dependência de atravessadores. *“Para pescar tem que ir para Macaé e para tirar taboa tem pagar atravessador!”*. *“Porque não pode tirar a taboa se quando a gente corta ela cresce mais?”*.

Para outra extrativista, além dessas dificuldades, há ainda as proibições impostas pelo INEA em relação aos apetrechos que fazem com que os pescadores também busquem outros locais. *“Não pode usar a malha fina, a mijuada, eles já prenderam pessoas com essa malha, ai obrigam a pescar mais longe”*.

Uma agenda positiva que o Parque divulga é o apoio dado ao curso de artesanato para mulheres da região como forma de diversificação da produção, uma vez que só confeccionam esteiras. Segundo uma das participantes do curso, houve falha em não preparar os participantes para o mercado de trabalho, apenas para confeccionar o artesanato. O curso não ajudou a resolver a questão dos atravessadores: o que compra diretamente e o que compra deste e vende para o Rio de Janeiro. *“Ou seja, um vende para o outro até chegar no Rio. O mesmo atravessador que vende a taboa “crua” é o que compra a esteira, ou seja, alguém está ganhando e não somos nós”*.

Quanto à atividade de fileteadeira, a limpeza do peixe ocorre o dia todo no fundo do quintal e o file fica na água gelada e tem forte cheiro. Apesar dos três frigoríferos da localidade de Quixaba, a venda é de porta em porta. Para a maioria das mulheres é preciso que o INEA mude sua relação com a comunidade, facilitando a retirada de documentos, estabelecendo uma boa convivência, explicando qual rede funciona e o que fazer para tirar carteira. Segundo uma delas *“Ninguém quer ir para a cadeia, até porque tem pagar para sair dela”*. *“O Parque só proíbe, não dá alternativas. Como vamos sair daqui se não tem nem transporte para trabalhar em outro lugar?”*, conclui.

Uma pescadora atesta que das 500 pessoas que moram em Quixaba, cerca de apenas 50 trabalham fora da localidade e que 300 vivem da pesca, da taboa e da agricultura.

Quanto à agricultura, apesar de não terem o Documento de Aptidão (DAP). junto ao PRONAF, muitos plantam e comercializam sua produção na Central de Abastecimento do Rio de Janeiro (CEASA): maxixe, quiabo, pimentão, batata doce, melão e melancia. Para um pescador do Açú, a lavoura dá mais retorno financeiro do que a pesca, por causa da proibição da abertura da barra, isso impactou diretamente na pesca, “acabando a pesca da comunidade”.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde que a fiscalização do PELAG começou a agir, pescadores de Quixaba e Açú se viram impedidos de utilizar os recursos naturais historicamente explorados nos limites do Parque. A proibição da retirada da taboa, a proibição do uso da rede de espera (somente com a malha 40 e 400 metros de tamanho), a fiscalização do uso da rede de troia (que já é proibida), a proibição da rede de arrasto, que é uma tradição da Lagoa do Açú (proibida se for menor de 40 cm de malha), aliado à época do defeso, que para eles é inadequada para a realidade das espécies das lagoas da região, fez com que muitos pescadores buscassem outras regiões para pescar, afastando-os da família e encarecendo a atividade, uma vez que para valer o investimento, passam mais de dois dias fora de casa, rodando as lagoas de outros municípios, como a Lagoa de Imboassica, em Macaé. Atualmente, segundo um pescador, cerca de 20 pescadores de Quixaba dependem das lagoas de Macaé para manter suas subsistências, apesar de haver proibições relativas a pesca lá também, feitas pela SEA e pelo ICMBio.

Segundo outro pescador, a comunidade inteira costumava ir para debaixo da ponte Dona Rosa para pescar, antes da existência do PELAG, mas tanto a pesca quanto o uso de carro no local foram proibidos após a criação do Parque. As proibições feitas pelo INEA são confrontadas com os exemplos de uso e abuso das empresas instaladas na região e licenciadas pelo mesmo órgão. *“O Estaleiro desmatou uma área gigantesca de mata fechada no Açú para operar”*, *“O vídeo da Ferroport, mostrando o minério, deixa claro que o minério vai ser lavado aqui no futuro”*. *“A água do lençol freático está salgada, se molhar plantas, elas morrem”*, *“Lá em Sacodantas tinha muito peixe e bicho. A máquina da obra do porto abriu a mata fechada e passou por cima de muito bicho, tinha até porco espinho, arrasaram com a fauna. Hoje se eu tirar um galho o INEA vai em cima”*

Outra mudança radical, sentida em relação à gestão das lagoas foi o “abandono” da manutenção dos canais pelas prefeituras de Campos dos Goytacazes e São João da Barra, após a criação do PELAG. Segundo um pescador de Quixaba, desde 2000 a prefeitura de São João da Barra vem “*largando de mão na manutenção da lagoa, mas o abandono definitivo ocorreu após a criação do PELAG*”. A dragagem era feita pela prefeitura, que deixava uma pessoa responsável pela limpeza. Na época do defeso, os pescadores eram contratados pela prefeitura para limpar o canal de Quissamã. Com a criação do PELAG, a prefeitura deixou de fazer a manutenção dos canais porque esse tipo de intervenção passou a não ser permitida no Parque, e assim as gigogas tomaram conta do espelho d’água atingindo em cheio a pesca.

Para um pescador do Açú, essa situação está relacionada ao desaparecimento de espécies comerciais importantes para a sobrevivência. “*Antigamente, a venda do peixe rendia até 1200 reais por mês, hoje, se render 500 reais é muito*”. “*Sem o defeso não dá mais, não tem peixe suficiente*” atesta esse pescador.

De uma forma geral, há nos relatos dos pescadores dessas localidades um sentimento de exclusão quando se trata da relação entre eles e o INEA-PELAG. O INEA é visto como órgão autoritário, de ações arbitrárias, uma vez que não se aproxima das comunidades, não explica as regras do jogo, não escuta a opinião dos que estão no local e ignora o conhecimento tradicional. Percebe-se nas falas dos pescadores a existência de dois “INEAs”; um que licencia o Porto do Açú e está, portanto, “macomunado” com os empresários e políticos corruptos, e o INEA que administra o PELAG, expulsando os pescadores da Lagoa e ignorando os modos de uso e conhecimento tradicionais.

REFERÊNCIAS

- [1] Bidegain, P.; Bizerril, C.; Soffiati, A. Lagoas do Norte Fluminense: perfil ambiental. Rio de Janeiro: Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro, 2002.
- [2] Bidegain, P.; Mattos, J.; Terra, T. Estudo técnico para criação de Parque Estadual para proteção das restingas de Grussaí e Iquipari e da Lagoa Salgada. Rio de Janeiro: Superintendência de Biodiversidade da Secretaria de Estado do Ambiente/Instituto Estadual de Floresta, 2008.
- [3] Carneiro, Paulo Roberto Ferreira. Água e conflito na Baixada dos Goytacazes. In: REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina - ISSN 2359-1919 VOLUME. 1 - Nº. 2 - JUL/DEZ - 2004
- [4] Diegues, A.C. 2000. Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. 2a ed. São Paulo: NUPAUB LTDA. 290p.
- [5] Simon, A. Afonso; R.V.H.; Nascimento, C.A.L. Zona de impacto: conservação da natureza, Porto do Açú e populações locais: o caso das comunidades extrativistas artesanais no Parque Estadual da Lagoa do Açú - RJ. IN: Boletim Petróleo, Royalties e Região - Campos dos Goytacazes, ANO XIV nº 55, março 2017. Rio de Janeiro: Programas de Mestrado e Doutorado em Planejamento Regional e Gestão da Cidade da Universidade Candido Mendes (UCAM - Campos dos Goytacazes), ISSN 1980-6310

Capítulo 11

A importância das águas do Rio Madeira aos povos ribeirinhos nas imediações de Porto Velho

Hélio de Araújo Carneiro

Magnus Dagios

Resumo: O presente artigo visa demonstrar a importância que as águas do Rio Madeira representam aos povos ribeirinhos que residem na cidade de Porto Velho, bem como alertar sobre os impactos que o crescimento desregrado oferece às pessoas que sobrevivem do extrativismo na região. Há muita notoriedade do Rio Madeira na vida dos ribeirinhos, mas há também muitos problemas em suas margens causados pelo crescimento industrial. O impulso da pesquisa é científico e educativo focando o ser humano em seu comportamento em torno da localidade hídrica (Rio Madeira) de Porto Velho. A pesquisa utiliza o método qualitativo: exploratória, descritiva e explicativa para compreender as causas e efeitos de fenômenos ocorridos, com estudos bibliográficos para obter embasamentos teóricos sobre o tema. A população ribeirinha são os próprios autores das produções agrícolas e pesca. Nas margens do rio, eles pescam, navegam em busca de açaí, ao mesmo tempo em que plantam e vendem seus produtos. Eles se tornam verdadeiros extrativistas na região em harmonia com o rio e com a natureza. Efetivamente, se não for feito algo para manter os ribeirinhos em suas comunidades, poderão migrar para o setor urbano, ficando sem alternativas para sobreviverem. Houve impactos também ao longo do percurso do rio. Há diminuição na descida de peixe no rio até Humaitá. Estamos em um Estado com recursos e potencialidade hídrica que vem sendo destruída por causa do crescimento desregrado. Deve-se gerar novos projetos sustentáveis como ajuda aos ribeirinhos que dependem do Rio Madeira para sobreviver, criando, também, políticas públicas de proteção e apoio.

Palavras-chave: Desenvolvimento, Sustentabilidade, Meio Ambiente, Rio Madeira.

1. INTRODUÇÃO

O impulso da pesquisa é científico (enquanto preservação ambiental) e educativo (enquanto sustentabilidade) destacando os ribeirinhos em seu comportamento em torno da bacia hídrica de Porto Velho, que é o Rio Madeira. Pois a pessoa em busca da sobrevivência às margens do rio sempre estará produzindo alimento e valores a tudo que está em sua volta: através da pesca, do plantio, das embarcações e da preservação das encostas. É assim que gera a identidade humana do ribeirinho. O sujeito – enquanto sobrevivente às margens de um sistema hídrico natural – cria seu próprio modo de ser de sua subjetividade gerada pela prática rural ou de pesca.

Considerando que o ser humano enquanto ribeirinho é protagonista e, ao mesmo tempo, reprodutor de suas ações no meio ambiente. E com o surgimento de construções de hidrelétricas próximo a cidade de Porto Velho, surge, então, a importância de analisar as situações em que vivem os ribeirinhos que habitam as margens do Rio Madeira nas imediações de Porto Velho. Assim como, verificar quais são as importâncias que este rio representa para eles? Além disso, quais problemas os afetam diante da construção das hidrelétricas em Porto Velho e quais sugestões de solução dos problemas encontrados? Tal pesquisa servirá de apoio à comunidade científica, educacional e a política local para obter dados importantes na busca de soluções dos mais variados problemas com referência àquelas pessoas que dependem do rio para sobreviver.

O presente artigo visa evidenciar a realidade sobre a vida dos ribeirinhos das comunidades que habitam nas imediações da cidade de Porto Velho e com referência a importância do Rio Madeira à suas famílias. A pesquisa, também, servirá de impulso em desenvolver projeto(s) sustentável(is) em favor das famílias dessa localidade, pois elas vivem e sobrevivem a beira do rio buscando alimentos aos seus filhos.

Assim sendo, a justificativa e a relevância do tema está na sua atualidade e na necessidade que as comunidades ribeirinhas possuem em vislumbrar novos rumos, novas perspectivas e repensar novos projetos de sustentabilidade em preservar o Rio Madeira, isso não somente nas imediações de Porto Velho, como também em todo o leito do mesmo.

Nessa perspectiva, a preocupação em conservar a vida do rio e respeitar as pessoas que dependem do mesmo é de muita gente, assim como atesta o pedido de apoio inserido no projeto do padre Ezequiel Ramin (2015) no site da Comissão Pastoral da Terra, que destaca que o ribeirinho clama por ajuda:

No Baixo Madeira tem gente! Na beira do Rio tem vida! Ao contrário do que é ensinado na escola, que negligencia a história da existência dos povos ribeirinhos no estado de Rondônia e sua realidade. Lá se pode encontrar uma cultura, um modo de vida constituído através dos conhecimentos ancestrais, que perpassam de geração em geração e vão para além da educação formal garantindo o sentimento de pertença territorial e cultural. (Ramin, 2015).

É esperado que os setores público e empresarial, ao compreenderem as necessidades de preservar o Rio Madeira em prol do meio ambiente e das comunidades beira rio, que sobrevivem às suas margens, criarão motivações para produzir novas ideias sustentáveis em favor desse rio e das pessoas que dele vivem e sobrevivem.

As questões que orientarão a pesquisa são: Quais são as importâncias que as águas do Rio Madeira representam aos povos ribeirinhos nas imediações de Porto Velho? E se surgirá efeito identificar que valor o Rio Madeira concede às comunidades ribeirinhas nas imediações desta cidade? Quais significativas haverá em apontar os problemas ocorridos nas margens do Rio Madeira e seus causadores às famílias ribeirinhas nas imediações de Porto Velho? Será possível e proveitoso enumerar algumas sugestões de melhoria das margens do Rio Madeira em prol das comunidades ribeirinhas que residem nas proximidades da capital de Rondônia?

2. O RIO MADEIRA E SUA IMPORTÂNCIA AOS RIBEIRINHOS

No que se refere ao desenvolvimento num todo, na maioria das vezes há pessoas que são tomadas pela vontade de possuir bens e forças, assim como o dinheiro e o poder. E em determinado momento poderá perder o controle e sua vontade de obter as coisas se tornará uma grande ganância, e essa ambição não tem limites.

Mediante isso, o indiano e professor de economia e filosofia, Amartya Sen (1933), apresenta um bom exemplo como fonte de reflexão sobre a teoria do ter sem regras e o desenvolvimento desregrado. Nas suas palavras:

Não é incomum os casais discutirem a possibilidade de ganhar mais dinheiro, mas uma conversa sobre esse assunto por volta do século VIII a.C. é especialmente interessante. Nessa conversa, narrada no texto em sânscrito Brihadaranyaka Upanishad, uma mulher chamada Maitreyee e seu marido, Yajnavalkya, logo passam para uma questão maior do que os caminhos e modos de se tornarem mais ricos: Em que medida a riqueza os ajudaria a obter o que eles desejavam? Maitreyee quer saber se, caso “o mundo inteiro, repleto de riquezas”, pertencesse só a ela, isso lhe daria a imortalidade. “Não”, responde Yajnavalkya, “a sua vida seria como a vida das pessoas ricas. Não há, no entanto, esperança de imortalidade pela riqueza.” Maitreyee comenta: “De que me serve isso, se não me torna imortal?”. (SEN, 2010, p. 27).

No tocante do desenvolvimento do progresso industrial em Rondônia, com a construção de duas hidrelétricas no complexo Rio Madeira próximas a cidade de Porto Velho, com certeza tem a ver com a narrativa anterior, isso ocorre no sentido do desejo acerbado pelo dinheiro e poder. Com isso, acabam esquecendo do povo ribeirinho que apenas deseja levar uma vida digna e uma “vida boa [e tranquila] enquanto ela durar (em vez de uma vida de miséria e privações de liberdade)”. (SEN, 2010, p. 28). Amartya Sen apresenta uma frase de Aristóteles que vai de consentimento com o contexto anterior: “a riqueza não é evidentemente o bem que procuramos: é algo de útil, nada mais, e ambicionado no interesse de outra coisa.” (SEN, 2010, p. 28 apud Aristóteles, 2010, p. 6).

Sen (2010) mostra um caminho adequado para o desenvolvimento destacando que um pensamento justo para o desenvolvimento vai além da ideia de acumulo de riqueza e crescimento da economia. Para ele, o desenvolvimento tem a ver com a melhoria da vida das pessoas, a riqueza está aí nesse patamar de respeitar quem mora nas imediações do progresso, para que as pessoas se tornem seres sociais e não egoístas. (SEN, 2010, pp. 28-29).

Para Sen (2010), o desenvolvimento econômico – e aqui podemos citar o exemplo das hidrelétricas em Porto Velho – demonstra a segurança econômica, mas, também, na insegurança econômica surgem e “podem relacionar-se a ausência de direitos e liberdades democráticas”. (SEN, 2010, p. 30). Que direitos e liberdades os ribeirinhos estão aproveitando? Será que estão sendo assistidos pelo poder público? Já que, com a construção de hidrelétricas surgiu mudanças bruscas nas águas do Rio Madeira e nas suas margens.

Assim como Sen, os ribeirinhos vislumbram um crescimento justo, sustentável e social capaz de gerar novas economias sustentáveis e oportunidades de trabalho e, ao mesmo tempo, valorização para os moradores que vivem as margens do Rio Madeira. O espaço do rio é fonte de sua renda e de sua sobrevivência, pois o que eles anseiam é que

O desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos. (SEN, 2010, p. 6).

Em consonância a Amartya Sen, é destacado aqui o autor Ignacy Sachs (1927), economista polonês, que discorre sobre o desenvolvimento de maneira combinatória do crescimento econômico, aumento igualitário do bem-estar social e preservação do meio ambiente. Sua fonte de pensamento é a geração de uma espécie de crescimento sustentável e social. Seus escritos sobre crescimento e sustentabilidade surgiram da junção de apresentações feitas para órgãos da Organização das Nações Unidas (ONU) entre os anos de 2002-2004. Para ele, o crescimento não deve ser desregrado e sim de maneira sustentável e social em prol das pessoas. Ele destaca que o crescimento é necessário, mas insuficiente em si mesmo, se não alcançar vida melhor e mais feliz para todos. (SACHS, 2008, p. 13).

Em meio aos processos globais, econômicos e sociais, em um mundo interdependente, o questionamento sobre os processos éticos e políticos para a sustentabilidade socioambiental parece ser de fundamental importância. Para isso alguns aspectos devem ser considerados. Peter Singer, por exemplo, fornece uma argumentação convincente nas questões éticas, em relação aos homens, ao meio e aos animais:

Suponha que eu então comece a pensar eticamente, a ponto de reconhecer que meus próprios interesses não podem, pelo simples fato de serem meus, contar mais que os interesses de outros. Em lugar de meus próprios interesses, eu agora preciso levar em consideração os interesses de todos os que são atingidos por minha decisão. Isso exige que eu pese todos os interesses e adote um curso de ação mais propenso a maximizar os interesses dos atingidos. Assim, pelo menos em algum nível de meu raciocínio moral, devo escolher o curso de ação que, no cômputo geral, tenha as melhores consequências para todos os atingidos. (Singer, 2002, p. 35).

Para Singer a fuga dos próprios interesses e a adoção da perspectiva de uma ação que leve em consideração as vontades alheias é um bom ponto de partida para a Ética em nosso meio. Ele não está de acordo com as Éticas tradicionais em seus aspectos universalistas e objetivos, mas pretendemos mostrar, que embora a Ética não está inscrita num tecido do universo no sentido tradicional, a existência de valores e preferências podem ser consideradas sem levar tão-só a subjetividade individual, principalmente quando “o sofrimento de outro ser é muito semelhante ao meu próprio sofrimento e adquire tanta importância para aquele outro ser quanto importa a mim meu sofrimento”. Esse sofrimento inclui humanos e não-humanos (animais, por exemplo) (Singer, 2002, p.331). Deve-se então adotar o ponto de vista do universo:

Todavia somos parte desse mundo e há uma desesperada necessidade de fazer alguma coisa agora em relação às condições nas quais as pessoas vivem e morrem, e de evitar o desastre social e ecológico. Não há tempo para concentrarmos nossos pensamentos na possibilidade de um distante futuro utópico. Um número demasiado grande de seres humanos e animais não-humanos está sofrendo agora, as florestas também estão se acabando rapidamente, o crescimento populacional ainda está fora de controle (...). (Singer, 2002, p. 334).

Singer (2002), destaca a necessidade de se criar maneiras justas de lidar com meio ambiente e com as pessoas em volta dele. Assim como o planeta terra, o Rio Madeira também possui limites pelas quais estão se esgotando aos poucos. Por isso, antes que ele chegue a “órbita” é preciso fazer algo para conservá-lo e assim apoiar socialmente e sustentavelmente a permanência dos ribeirinhos às suas margens. O rio corre seu percurso oferecendo fonte de sobrevivência humana, como também, favorece a fauna e flora.

Além do mais, em consonância as ideias de Sachs (1927), os povos que vivem as margens do Rio Madeira, depois da construção das hidrelétricas, deveriam ter uma vida digna, feliz, trabalhando e vivendo da pesca. Com isso, usufruindo das “três gerações de direitos humanos: direitos políticos, civis e cívicos; direitos econômicos, sociais e culturais [...]; e direitos coletivos ao meio ambiente e ao desenvolvimento” [sustentável]. (SACHS, 2008, p. 14).

É válido destacar que a intrínseca relação entre o homem e a água é bem antiga. Por exemplo, em meados do século V a. C. o filósofo Tales de Mileto (640 a.C.- 550 a.C.), no período da Filosofia Antiga, conhecida, também como *Physis* (natureza), buscava-se o *arché*, compreendido como o princípio que deriva todas as coisas. Tales analisou e destacou que água era o princípio de tudo. “Constatou que o elemento líquido está presente em todo lugar em que há vida, e onde não existe água não existe vida” (Reale; Antiseri, 2003, p. 17). Percebe-se que o homem, desde os tempos remotos, busca o entendimento de sua relação com a água, bem como destaca à sua importância para que tenha vida na terra.

Nesse sentido, existe outro exemplo que demonstra a relação entre ser humano e o rio, considerando que desde os séculos antigos o homem busca se relacionar e viver as margens de um rio. Por exemplo, O rio Nilo é um importante rio africano que banha países como Egito e outros. A saber, Freitas (2019) diz que:

Diante da gigantesca importância desse recurso hídrico para o território do Egito, o historiador grego Heródoto, no século V A.C, declarava “O Egito é a dádiva do Nilo”. O Nilo é tão importante para o Egito que grande parte da população, cerca de 90%, encontra-se estabelecida em suas margens.

A capital do Egito, Cairo, está situada às margens do Nilo, essa cidade abriga aproximadamente 9,5 milhões de pessoas.

No processo histórico entre o homem e o Rio Madeira, também há uma estreita relação entre ribeirinho e natureza (rio). Por exemplo, no desenvolvimento histórico da cidade de Porto Velho há uma considerável influência do uso navegatório desse rio para transportar as riquezas locais para outras cidades. (Moutinho; Robrahn-González, 2010, pp. 43-97)

A importância de realizar uma pesquisa que engloba as águas do Rio Madeira e as comunidades ribeirinhas é de um teor elevado, pois de acordo com o Projeto de Ramin (2015), as comunidades ribeirinhas são verdadeiras autoras das produções de uma parte acentuada da produção agrícola do município de Porto Velho/RO. O autor aponta as questões principais produzidas pelos ribeirinhos: de onde vem à farinha, o peixe, o açaí, a banana, a macaxeira, a melancia que abastece o mercado da Capital? Esses moradores beira rio são verdadeiros extrativistas, pescadores e agricultores de várzeas. Eles dão exemplos de que é possível produzir, viver e conviver em harmonia com a natureza, criando uma interação produtiva sem agredir o meio ambiente, garantindo, assim, a preservação da Amazônia e a vida do Rio Madeira.

Portanto, há a necessidade de se criar novas perspectivas e repensar novos conceitos no tocante à questão hídrica sustentável. Ramin (2015) diz que o Rio Madeira é como se fosse uma mãe que sustenta os seus filhos, que são os ribeirinhos. Segundo ele “a vida do ribeirinho segue o ritmo do rio”, como este foi alterado: vieram as enchentes que acabaram levando, ou parte ou todas, as plantações inteiras e as sementes e mudas perderam-se; sem sementes e sem confiança de que plantando colherão, os ribeirinhos aguardam para entender novamente o rio, o caudal que eles conheciam há séculos, o flume que era amigo e provedor, o rio agora preso pela ganância do capital, complementa Ramin.

O autor Wilson Dias (2007) relata sobre que o Rio Madeira é um flume admirável e o maior tributário de água ao Rio Amazonas; segundo ele, o Rio Madeira é considerado o segundo maior rio da Amazônia e, é avaliado como sendo um tesouro de biodiversidade. Uma espécie de aquário natural.

[...] abrigando mais de 750 espécies estimadas de peixes, 800 de aves, e várias outras espécies, muitas ameaçadas, outras tantas desconhecidas. Sua bacia cobre cerca de um quarto da Amazônia brasileira, e abrange uma área de 1,5 milhões de km divididos entre os territórios do Peru, da Bolívia e do Brasil. É formada pelos rios Guaporé, Mamoré e Beni, originários dos planaltos andinos (Dias, 2007, p. 03).

Este rio é uma construção hídrica natural capaz de suprir as necessidades básicas das comunidades ribeirinhas. No tocante da pesca, produzem seus alimentos nas margens, transporte e outros presentes que o rio oferece. Segundo Dias, o Rio Madeira mede cerca de 1.700 quilômetros de extensão em território brasileiro e com total de – aproximadamente – 3.315 km de extensão, e chega a medir 1.500 metros de largura. Ele responde por 15 por cento da água do Amazonas que ajuda a regular toda a biodiversidade em volta.

Dias (2007) relata o discurso preocupante de Silvânio Antônio:

Segundo Silvânio Antônio de Matia Gomes, coordenador executivo do Grupo de Trabalho Amazônico - GTA, os moradores ribeirinhos necessitam do rio Madeira para sobreviver, seja escoando seus produtos, seja da própria pesca para a sobrevivência. "Isso está sendo ameaçado exatamente por essa falta de responsabilidade social e ambiental que se ausenta no projeto (das hidrelétricas no rio Madeira). Temos que prestar mais atenção em tudo isso, pois estamos decidindo o futuro dessas famílias que, muito em breve, poderão contribuir para inchar a periferia de Porto Velho, sem perspectiva alguma para sua alimentação diária" (Gomes, 2007 apud Dias, 2007, p. 7).

De acordo com o autor, se não for feito nada sustentável para manter os ribeirinhos em suas comunidades e sobrevivendo das dádivas que o rio oferece, eles migrarão para o setor urbano, criando assim o inchaço nas periferias de Porto Velho, gerando desemprego, miséria, desigualdade social. Por tanto, torna-se urgente a necessidade de criação de um projeto de regulação sustentável para ser executado nas margens do Rio Madeira.

Sachs (1927) relata que alguns grupos excluídos pelo crescimento – como é o caso dos ribeirinhos – sofrem limitações “por uma armadilha de pobreza estrutural, em virtude do acentuado subdesenvolvimento de suas forças produtivas, agravado por um ambiente internacional desfavorável”. (SACHS, 2008, p. 14). Os ribeirinhos herdaram limitações em suas forças de trabalho na pesca e nas plantações nas margens do rio por causa da cheia em excesso e desbarrancamento das margens.

A autora Maria Alice Leite Lima (2012), em acordo com outras pesquisadoras, ressalta o valor que o Rio Madeira representa aos ribeirinhos, a saber:

As comunidades tradicionais instaladas às margens do rio Madeira são influenciadas pela estreita relação com a natureza e o conhecimento aprofundado de seus ciclos. O pescado é um dos principais recursos explorados para subsistência e comercialização (Lima et al, 2012).

Em sua pesquisa, Lima et al (2012) descobriram que o ribeirinho não só vive as margens do rio como mero ocupante de espaço, mas também como sobrevivente daquilo que o rio oferece a eles: o peixe e as plantações. Se o flume não houver nada mais a oferecer a estas comunidades beira rio, do que eles irão sobreviver?

Numa matéria do jornal eletrônico Tudo Rondônia (2007-2017), relata que os moradores ribeirinhos querem alternativas para os pescadores do Rio Madeira. Isso quer dizer que já existe um problema provocado às comunidades ribeirinhas, pois elas já estão sem trabalho, sem alimento e gritam por ajuda aos poderes públicos em Brasília.

É válido ressaltar que em 2014 houve uma grande cheia no Rio Madeira e, com isso, nas imediações de Porto Velho as margens do flume subiram de volume hídrico e causaram grandes prejuízos às comunidades ribeirinhas e à cidade de Porto Velho. Além do mais, na enchente do ano de 2015, houve alagação em vários lugares de Porto Velho e de seu entorno; por exemplo, uma reportagem do jornal eletrônico da TV Rondônia, produzida pela repórter Gaia Quiquiô (2015), mostrou que os desabrigados tiveram casa na comunidade Maravilhas tomada pelo Rio Madeira e que um casal com seus filhos foram os primeiros a irem para abrigo montado na escola. Eles não desejam ficar em abrigos, e sim querem seus lugares de origem, um lugar de equilíbrio ambiental, um lugar de sobrevivência para eles.

Ademais, os impactos causados pelas usinas hidrelétricas em Porto Velho seguem ao longo do Rio Madeira; por exemplo, em 2018, Vandrê Fonseca (2018) apresenta um texto sobre os resultados que indicam informações relevantes da pesca sobre 17 áreas na região de Humaitá, pesquisa essa cujos resultados foram publicados na revista científica "Fisheries Management and Ecology". De acordo com a pesquisa, por causa do enchimento do reservatório das usinas, desde 2011 até 2018, a diminuição de desembarque de peixe em Humaitá caiu de 22,87 toneladas (em 2011) para 15,05 toneladas (em 2018). Além disso, ainda seguindo essa informação, a situação afeta todo percurso do Rio Madeira, pois existem espécies de peixe que conseguem migrar para longas distâncias. (Fonseca, 2018).

De tal modo, as cogitações da pesquisa promovidas por este tema poderão contribuir significativamente para Porto Velho, para o Estado de Rondônia e a região amazônica no sentido de trazer reflexões críticas e fundamentadas sobre a necessidade de se repensar um modelo de desenvolvimento econômico sustentável e que garanta às populações ribeirinhas a possibilidade de uma vida melhor e, ao mesmo tempo, a preservação de sua cultura e de seus modos de vida. Além disso, a pesquisa se propõe a oferecer indicações de abordagens teóricas e práticas para melhorar a convivência dos ribeirinhos com a sociedade urbana mediante as importâncias que o Rio Madeira oferece a eles – e isso na região como um todo.

Assim, acredita-se que investigar a proposta aqui elucidada e apresentada, ajudará a refletir sobre esse tema tão presente, urgente e necessário à humanidade e à nossa região amazônica e que, portanto, merece um cuidado especial dos pesquisadores da ciência ambiental e da comunidade educativa. Pois um trabalho de incentivo e conscientização realizado nas escolas de Porto Velho será fundamental como apoio aos ideais de sobrevivência dos ribeirinhos.

A pesquisa foi realizada pelo método qualitativo por permitir uma maior proximidade teórica com a questão a ser investigada. Com procedimento exploratório, considerando o levantamento de informações particulares para uma compreensão geral do problema de pesquisa; descritiva com o objetivo de descrever as características de vida do povo ribeirinho; bem como, a explicativa para compreender as causas e efeitos de fenômenos ocorridos as margens do Rio Madeira. A análise foi realizada por estudos bibliográficos para obter embasamentos teóricos sobre o tema e para compreensão real da problemática em questão.

Os materiais usados na pesquisa foram de cunho bibliográfico, assim com consulta de algumas bibliotecas virtuais que demonstram textos relevantes sobre o tema em questão e, principalmente, autores que discorrem sobre a temática, a saber: Projeto Projeto Pe. Ezequiel Ramin; Wilson Dias; Eduardo de Freitas; Amartya Sen; Ignacy Sachs e outros que de alguma maneira deixaram suas contribuições no decorrer da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No primeiro momento, pela leitura de Sen (2010, p. 27), descobrimos um alerta para o crescimento desregrado para não gerar ausência de direitos e liberdade democrática. O mesmo apresenta a ideia de um desenvolvimento saudável, justo e que é capaz de oferecer direitos às pessoas da localidade onde ela desenvolve sua vida. Isso é válido, também, no contexto da construção e operação das hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau. Para o autor, há um caminho adequado para o desenvolvimento, destacando que um pensamento justo para o desenvolvimento vai além da ideia de acúmulo de riqueza e crescimento da economia. Com isso, o desenvolvimento tem a ver com a melhoria da vida das pessoas, na medida em que a riqueza está aí nesse patamar de respeitar quem mora nas imediações do progresso, para que as pessoas se tornem seres sociais e não egoístas. (SEN, 2010, pp. 28-29). Essa ideia vai de acordo com o pensamento de Ignacy Sachs (1927), que pensa num crescimento combinatório, no aumento igualitário do bem-estar social das pessoas, bem como da preservação ambiental – a famosa sustentabilidade.

No segundo momento, as principais descobertas foram sobre a importância que o Rio Madeira representa na vida das pessoas que moram às suas margens. Isso está implícito no contexto do Projeto Ramin (2015), que demonstra que as populações ribeirinhas são os próprios autores das produções agrícolas e pesca na região. Com o uso do Rio Madeira, eles pescam, navegam em busca de açaí, plantam nas margens do rio e, finalmente, vendem seus produtos nas imediações do Cai N'Água em Porto Velho. Eles se tornam verdadeiros extrativistas na região, vivendo em harmonia com o rio e com a natureza, isto é, realizando ações sustentáveis na preservação do meio ambiente, que é sua fonte de vida. No decorrer da pesquisa, alertamos que se não for feito algo para manter os ribeirinhos em suas comunidades, poderão, eles migrarem para o setor urbano a busca de sobrevivência. (Dias, 2007).

No terceiro momento, verificamos que os ribeirinhos estão sem alternativas para sobreviverem, conforme reportagem do Jornal eletrônico Tudo Rondônia (2007-2017). A construção das hidrelétricas no complexo do Rio Madeira causou impactos não somente nas imediações de Porto Velho como também ao longo do percurso do rio. Um dos problemas identificados é a diminuição do desembarque de peixes em Humaitá que, de 2011 para 2018, sofreu um déficit de 65,81%.

É importante destacar que estamos em um Estado e uma região com grandes recursos naturais e com uma admirável potencialidade hídrica. Além disso, consideramos urgente a necessidade de se gerar novos projetos sustentáveis para solucionar a situação dos ribeirinhos que dependem do Rio Madeira para sobreviver e, ao mesmo tempo, a necessidade de se criar políticas públicas de proteção e apoio a eles.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pesquisa possibilitou uma análise de como as águas do Rio Madeira são importantes na vida daquelas pessoas que habitam às suas margens e que, por intermédio de novos projetos e ações, poderá melhorar a qualidade de vida dos ribeirinhos. Além disso, também foi permitido através dessa pesquisa bibliográfica gerar informações para que, no futuro, os pesquisadores possam ter dados mais consistentes sobre os impactos ocorridos na vida dos ribeirinhos que vivem nas proximidades de Porto Velho.

Foi constatado que, com o desenvolvimento do progresso industrial em Rondônia e, ao mesmo tempo, com a construção de duas hidrelétricas no complexo Rio Madeira nas imediações de Porto Velho, foram geradas limitações na vida dos ribeirinhos. É nesse contexto que consideramos importante pensar novas formas de desenvolvimento sustentável, na medida em que eles [os ribeirinhos] querem apenas viver uma vida digna e uma “vida boa [e tranquila] enquanto ela durar (em vez de uma vida de miséria e privações de liberdade)”. (SEN, 2010, p. 28).

Sen (2010) apresenta um percurso ideal para o desenvolvimento, destacando que um pensamento justo para o desenvolvimento vai além da ideia de acúmulo de riqueza e crescimento da economia. Para ele, o desenvolvimento tem a ver com a melhoria da vida das pessoas: a riqueza está aí nesse patamar de respeitar quem mora nas imediações do progresso, para que as pessoas se tornem seres sociais e não egoístas. (SEN, 2010, pp. 28-29).

Concordando com o justo crescimento, Sachs (1927) propõe um modelo de desenvolvimento que combina crescimento econômico, aumento igualitário do bem-estar social e preservação do meio ambiente. Sua fonte de pensamento é a geração de uma espécie de crescimento sustentável e social. Para ele, o crescimento não deve ser desregrado, e sim de maneira sustentável e social em prol das pessoas.

Ele destaca que o crescimento é necessário, mas insuficiente em si mesmo se não alcançar vida melhor e mais feliz para todos. (SACHS, 2008, p. 13).

Com referência a ideia de Sachs (1927), os povos que vivem as margens do Rio Madeira, depois da construção das Hidrelétricas, deveriam ter uma vida digna, feliz, trabalhando e vivendo da pesca, usufruindo das “três gerações de direitos humanos: direitos políticos, civis e cívicos; direitos econômicos, sociais e culturais [...]; e direitos coletivos ao meio ambiente e ao desenvolvimento” [sustentável]. (SACHS, 2008, p. 14).

A pesquisa demonstrou a importância que as águas do Rio Madeira oferecem às comunidades ribeirinhas; ademais, conforme o Projeto de Ramin (2015), as comunidades ribeirinhas são verdadeiras autoras das produções de uma parte acentuada da produção agrícola do município de Porto Velho/RO. O responsável pelo projeto aponta as questões principais produzidas pelos ribeirinhos: de onde vem a farinha, o peixe, o açaí, a banana, a macaxeira, a melancia que abastece o mercado da Capital? Sua conclusão é que esses moradores das margens do rio são verdadeiros extrativistas, pescadores e agricultores de várzeas. Além disso, ele acrescenta que eles dão exemplos de que é possível produzir, viver e conviver em harmonia com a natureza, criando uma interação produtiva sem agredir o meio ambiente, garantindo, assim, a preservação da Amazônia e a vida do Rio Madeira.

Foi destacado que o Rio Madeira se apresenta como uma mãe que sustenta os seus filhos, a saber, os ribeirinhos. Segundo ele, “a vida do ribeirinho segue o ritmo do rio”; como este foi alterado vieram as enchentes que acabaram levando parte ou plantações inteiras e as sementes e mudas perderam-se; nesse sentido, sem sementes e sem confiança de que plantando colherão, os ribeirinhos aguardam para entender novamente o rio, o rio que eles conheciam há séculos, o rio que era amigo e provedor, o rio agora preso pela ganância do capital. (Ramin, 2015).

Os destaques expostos sobre o Rio Madeira são: ele é um flume admirável e é o maior tributário de água ao Rio Amazonas. Bem como, é considerado o segundo maior rio da Amazônia, além do mais, é avaliado como sendo um tesouro de biodiversidade: uma espécie de aquário natural. O ribeirinho não só vive as margens do rio, como se fosse um mero ocupante de espaço, mas, fundamentalmente, sobrevivente daquilo que o rio oferece a eles: uso da água, dos peixes e das plantações. E se o rio não tiver nada mais a oferecer a estas comunidades que vivem na sua margem, como e do que elas irão sobreviver? (Lima et al, 2012).

Além do mais, verificamos que os impactos causados pelo crescimento hidrelétrico em Porto Velho seguem ao longo do Rio Madeira; por exemplo, em 2018, como acima visto, destaca-se a pesquisa sobre a diminuição de peixes que descem o rio até Humaitá, de 2011 para 2018 sofreu um déficit de 65,81%. (Fonseca, 2018).

Ao fazer uma análise na pesquisa, verificou-se que a construção das hidrelétricas nas imediações de Porto Velho trouxe impactos consideráveis na vida das pessoas que vivem as margens do Rio Madeira e que necessitam dele para sua sobrevivência. Assim sendo, os órgãos públicos e responsáveis pelas usinas deverão criar projetos sustentáveis de apoio a estas comunidades, pois elas têm o rio como sua fonte de sustentação.

Dada à importância do assunto, torna-se necessário o desenvolvimento de formas de agilizar os projetos de apoio aos ribeirinhos. Com essa proposta, pensamos oferecer dados e argumentos que ajudarão a refletir sobre esse tema tão presente, urgente e necessário à humanidade e à nossa região amazônica e que, portanto, merece um cuidado especial dos pesquisadores da ciência ambiental e da comunidade educativa. Pensamos, para concluir, que um trabalho de incentivo e apoio realizado nas escolas de Porto Velho é fundamental no que diz respeito aos modos de sobrevivência dos ribeirinhos, na medida em que eles são exemplos de vivência de maneira sustentável em proteção do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

[1] Dias, Wilson. O maior tributário do Rio Amazonas ameaçado. Hidrelétricas no Rio Madeira. Agência Brasil. Campo Grande, 2007. Disponível em: <<https://ecoa.org.br/o-maior-tributario-do-rio-amazonas-ameacado/>>. Acesso em: 10 set. 2019.

[2] Fonseca, Vandrê. Estudos confirmam prejuízos à pesca causados por usinas no Madeira. 2018. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/noticias/estudos-confirmam-prejuizos-a-pesca-causados-por-usinas-no-madeira/>>. Acesso em: 14 out. 2019.

[3] Freitas, Eduardo de. Rio Nilo. Brasil Escola, portal educação. Goiânia, 2010. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/rio-nilo.htm>>. Acesso em: 10 set. 2019.

- [4] Moutinho, Marcelo; Robrahn-González, Erika M.. Memórias de Rondônia. 2010. Arte Ensaio Editora. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/uploads/editor/files/Memorias_de_Rondonia.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- [5] Quiquo, gaia. Abrigo em escola de rondônia recebe primeira família desabrigada por cheia: desabrigados tiveram casa na comunidade maravilhas tomada pelo rio. Casal e filhos são os primeiros a irem para abrigo montado na escola. Rede amazônica. Jornal eletrônico. Porto velho, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2015/03/abrigo-em-escola-de-rondonia-recebe-primeira-familia-desabrigada-por-cheia.html>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- [6] Ramin, Projeto Pe. Ezequiel. Das águas do Madeira, o grito dos ribeirinhos! Comissão Pastoral da Terra. Goiânia, 2015. Disponível em: <<http://www.cptnacional.org.br/index.php/publicacoes/noticias/conflitos-no-campo/2393-das-aguas-do-madeira-o-grito-dos-ribeirinhos>>. Acesso em: 6 set. 2019.
- [7] Reale, Giovanni; Antiseri, Dario. História da filosofia: filosofia pagã antiga. Vol. 1. Tradução Ivo Storniolo. São Paulo: Paulus. 2003.
- [8] SACHS, Ignacy. Desenvolvimento: includente, sustentável e sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008, 151 pp.
- [9] SEN, Amartya. Desenvolvimento Como Liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. Tradução: Laura Teixeira Motta. Revisão técnica: Ricardo Doninelli Mendes.
- [10] SINGER, Peter. Vida Ética. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.
- [11] Tudo Rondônia. Jornal eletrônico. Comunidades ribeirinhas querem alternativas para pescadores do Rio Madeira. Porto Velho, 2007-2017. Disponível em: < <http://www.tudorondonia.com.br/noticias/comunidades-ribeirinhas-querem-alternativas-para-pescadores-do-rio-madeira-,2206.shtml>>. Acesso em 02 set. 2019.

Capítulo 12

Outorga de direito do uso da água e a Política Estadual de Recursos Hídricos do Pará

Bruna Tayná Pereira Castro

Caroline Brasil de Souza

Deisiany Porteglio Melo

Emelly Gonçalves de Souza Gomes

Luana Souza Moraes

Resumo: O presente estudo tem por objetivo analisar algumas das falhas e/ou incoerências, da estrutura legal de Recursos Hídricos do estado do Pará em relação à outorga de direito de uso de recursos hídricos. Nesse contexto, a metodologia aplicada neste estudo é uma análise descritiva e comparativa das instruções legais sobre esta temática, além da realização de uma entrevista semiestruturada para melhor compreensão do sistema legal de outorgas do Pará. A análise dos resultados indica que há uma série de lacunas na legislação, que por vezes, são aspectos conflitantes entre o âmbito federal e estadual. Como conclusão, observa-se a grande relevância do instrumento de outorga como forma de gestão dos recursos hídricos, sendo um meio garantidor da acessibilidade a este bem por todos da coletividade, assim como a necessidade de a sociedade civil pleitear junto ao estado, melhoria, recursos, para com a estruturação do Comitê de Bacias para o amortecimento dos conflitos em nível de bacia hidrográfica.

Palavras-chave: percurso histórico; gestão de águas; comitê de bacias.

1. INTRODUÇÃO

Com a visão atribuída aos recursos hídricos em 1992, após a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente, realizada em Dublin - Irlanda, foi criada no Brasil, em janeiro de 1997, a Lei 9.433 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Esta lei estabeleceu como um de seus instrumentos (Art. 5º, III) a Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos (BRAGA; FLECHA; PENA; KELMAN, 2008).

Ademais, o objeto de outorga foi adotado como instrumento de garantia da qualidade e quantidade de água e como forma de disciplinamento dos seus usos, evitando situações de conflitos. Constituindo dessa forma, um importante instrumento para a gestão dos Recursos Hídricos em território nacional, assim como para solucionar divergências resultantes do uso intensivo do recurso e garantir a integridade dos ecossistemas (SANTOS, CUNHA, 2013).

O Estado do Pará tem a maior parte do seu território drenado por bacias hidrográficas de interesse nacional: Amazônica, Tocantins-Araguaia e Tapajós. Por esse motivo, muito se discute a necessidade que o Pará se destaque no fortalecimento do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, para que haja uma maior integração na discussão das políticas que afetam a região Norte (SGRHEP, 2012).

Entretanto, o Estado do Pará não dispõe de Comitês de Bacias e nem de Plano de Recurso Hídrico, devido principalmente ao conflito de interesses e de falta de recursos financeiros que acometem o estado. Em vista disso, a Outorga de Direito de Uso dos recursos Hídricos foi implantada no Estado no ano de 2008, por meio da Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 003. Isto é, a regulamentação do uso dos recursos hídricos passa a ser caracterizada pela concepção de um conjunto de critérios, leis e normas, que são instrumentalizadas pela outorga do direito de uso.

As outorgas são emitidas em função dos usos a que serão utilizadas, estas podem ter validade de 20 anos (ANA, 2013). As 4.034 outorgas emitidas até 25/08/2016 no Estado do Pará, se referem à captação de águas superficiais, exploração de águas superficiais, além de intervenções diversas nos cursos de água. Apesar do número ainda ser pouco expressivo, se comparadas com o total de usuários em todas as bacias hidrográficas, observa-se uma evolução crescente no número de pedidos a cada ano. Tal realidade pode ser verificada pela dificuldade que o estado vem enfrentando de implementar os instrumentos que correspondem a PNRH (JÚNIO et al., 2008).

Dessa forma, com base no exposto, através do presente estudo tem por objetivo realizar uma análise da legislação paraense de recursos hídricos, no que se refere à aplicação dos procedimentos de liberação de outorgas dos corpos hídricos sob o domínio do estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho/pesquisa foi desenvolvido a partir de análises descritivas e comparativas, acerca da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e da Política Estadual de Recursos Hídricos, do Pará, além da realização de entrevista semiestruturada, propositalmente sobre a outorga de direito de uso da água no estado supracitado. E, para atingir o principal objetivo de estudo em questão, buscou-se analisar a legislação paraense sobre recursos hídricos no que se diz respeito à liberação de outorgas dos corpos hídricos, dentro do domínio do Estado do Pará.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, de acordo com Frantz e Cruz (2010), é definida como um instrumento em que o poder público confere o efetivo direito de uso do recurso a um ente público ou privado, analisando a quantidade, qualidade, a finalidade de uso e o tempo para o uso das águas, quer sejam superficiais ou subterrâneas. Ainda, o sujeito de entrevista ressalta:

“(...) o empreendimento não pode funcionar sem ter água, no caso dos empreendimentos em que a água faz parte do processo, não são todos, mas nesses casos, quando identifica-se que a água faz parte do processo, é obrigatório ter a outorga, ou por uma captação superficial, ou por uma captação subterrânea, funciona dessa forma (...)”

Os objetivos da outorga estão inseridos dentro do contexto do Princípio de Precaução do Direito Ambiental que tem seu fundamento na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938, de

31/08/1981), mais precisamente, no art. 4º, I e IV, da referida lei, expressa à necessidade de haver um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a utilização, de forma racional, dos recursos naturais, inserindo também a avaliação do impacto ambiental.

A efetivação das outorgas dar-se-á por meio de ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, em função da dominialidade das águas. O sujeito de entrevista ressalta ainda que “outorga é o uso da água, com finalidade econômica, então, todo empreendimento que vai utilizar aquela água do poço ou do rio, com finalidade econômica, ele precisa protocolar no Estado (...)”.

No caso de corpos hídricos de domínio da União, o pedido de outorga deve ser feito a ANA, conforme a Lei nº 9.984:2000 e no caso de corpos hídricos de domínio dos Estados e Distrito Federal, a solicitação de Outorga deve ser feita ao órgão gestor estadual de Recursos Hídricos.

3.2. POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS NO PARÁ

O Estado do Pará foi um dos últimos entes federativos a legislar sobre suas águas. Foi a Lei de nº 6.381:2001 que dispôs sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH). Já a Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos foi implantada no Estado no ano de 2008, por meio da Resolução nº 003, de 03 de setembro de 2008 e do Decreto Estadual Nº 1.367, de 29 de outubro de 2008 com a finalidade de realizar a gestão das águas, tendo como unidade de planejamento a bacia hidrográfica.

A gestão das águas deve ser realizada de forma descentralizada, com participação do Poder Público, dos Usuários e da Sociedade. Em dado momento, é significativo ressaltar a exemplo do município de Marabá (região sudeste do Pará), que não há especificamente um levantamento feito pelo órgão acerca das atividades empreendedoras locais que negligenciam a outorga. O entrevistado relata que “ (...) *O órgão estadual informa quais empreendimentos estão outorgados*”.

O órgão administrativo que concede a outorga deve também regulamentar e fiscalizar os usos. É necessário a realização de inspeções periódicas, sendo que urge ao Poder Público possuir recursos que possam possibilitar o deslocamento dos servidores aos locais que se utilizam da outorga, porém conforme explica o sujeito de entrevista:

“(...) a Semas hoje, não tem condições de está buscando, batendo de porta em porta, a não ser que haja uma denúncia na Secretaria de que o empreendimento está funcionando. (...) Mas assim, realmente tem muitas empresas que tem e ainda não estão outorgadas, mas a única forma que a secretaria tá regularizando é, quem vai atrás e pede uma regularização, ou se houver uma denúncia a fiscalização entra em ação. São essas duas formas só”.

A fiscalização e regulamentação sobre o uso dos recursos hídricos, deferido por outorga, é preponderante para eliminar qualquer tipo de abuso por parte do outorgado, no entanto falta verbas. No que se refere à infraestrutura e corpo técnico, o órgão que regulamenta a gestão dos recursos hídricos no Estado do Pará, confronta com uma série de dificuldades. O sujeito de entrevista afirma que “*O Estado não tem o Plano Estadual de Recursos Hídricos por motivos financeiros*”, e o mesmo ainda destaca:

“Um dos grandes problemas é o corpo técnico que na gerência de outorga (...) o quadro efetivo de funcionários concursados só está reduzindo (...) o outro problema é a infraestrutura, a secretaria é pequena para a quantidade de funcionários que tem lá dentro, ainda não tem o espaço físico adequado, falta computadores, carros para vistoria, falta uma infraestrutura melhor (...)”.

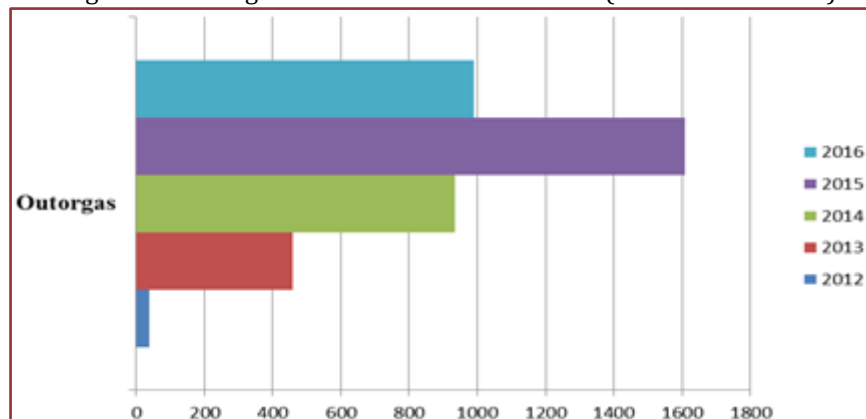
Apesar dos impasses e/ou dificuldades que a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) enfrenta, o estado do Pará, embora a implantação de Comitês de Bacias Hidrográficas seja um ente fora de sua realidade, é um estado de referência quanto ao gerenciamento de outorga.

A Semas juntamente com a Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH), já concedeu para empreendimentos da região mais de 100 outorgas de água no ano de 2008, destes 100 foram deferidos e 76 indeferidos. A seguir, a Figura 1 comprova o avanço, ano de 2012 a 2016, do estado sobre os processos de deferimento de outorga. O próprio sujeito de entrevista afirma:

“(...) A outorga no Estado é referência, principalmente para os estados da região norte que ainda não outorgam. No Norte, só o Pará que outorga. (...) No início do ano de 2007, a Semas fechou parceria com a Agência Nacional de Águas – ANA,

(...) temos uma base cartográfica para analisar os processos de água superficial.
 (...) O processo de outorga é deferido ou não, de acordo com a vazão solicitada pelo o usuário e em conformidade com as condições do corpo hídrico”.

Figura 1 - Outorgas emitidas no Estado do Pará (Ano de 2012-2016).



Fonte: Autores, 2017.

4. CONCLUSÃO

Em virtude do que foi mencionado, percebe-se a importância da outorga como instrumento de proteção dos recursos hídricos do Pará, sendo um meio garantidor da acessibilidade a este bem por todos da coletividade, reduzindo os conflitos pertinentes a água, sendo um guia indispensável na gestão dos recursos hídricos, feita mediante imposição de critérios de uso, o que requer uma atuação conjunta entre sociedade e Poder Público.

Porém, apesar da importância dos instrumentos de gestão existentes, ainda se encontra inúmeras dificuldades referente a sua implantação no Estado, devido à má administração por parte da gestão e as necessidades de articulação que a gestão por bacias hidrográficas exige e que estão ainda dependentes de uma enorme evolução institucional do país.

No mais, houve avanços importantes nos últimos anos no que diz respeito à criação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Pará (Lei 6.381:2001), entretanto, nesse aspecto, há um longo caminho a ser trilhado levando-se em consideração a aplicação desses instrumentos.

REFERÊNCIAS

- [1] Agência Nacional de Águas. Resolução Nº 1041, de agosto de 2013. Brasília: Ana. Braga, B. P. F.; Flecha, R.; Pena, D. S.; Kelman, J. Pacto Federativo e Gestão de Águas. Estudos Avançados, 2008.
- [2] Brasil. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução CERH Nº 003, de 3 de Setembro de 2008 – Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos. Diário Oficial, Brasília, DF, 03 SET 2008. Disponível EM: <HTTPS://WWW.SEMAS.PA.GOV.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2016/08/Resolucao_CERH_03_Dispoe_sobre_Outorga.PDF>.
- [3] Brasil. Decreto nº 1367, de 29 de outubro de 2008. Diário Oficial, Brasília, DF, 29 out 2008. Disponível em: <http://ediario.ioepa.com.br/portal/visualizacoes/jornal/#/p:4/e:244>.
- [4] Brasil. Lei Estadual 6.381, de 25 de julho de 2001 – Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/>.
- [5] Brasil. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial, Brasília, DF, 31 ago 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>.

- [6] Brasil. Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Política Nacional dos Recursos Hídricos. Diário Oficial, Brasília, DF, 08 jan 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>.
- [7] Brasil. Lei Federal 9.984, de 17 de julho de 2000 – ANA Agência Nacional de Águas. Diário Oficial, Brasília, DF, 17 jul 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm>.
- [8] Frantz, L. C. e Cruz, J. C. O Processo De Outorga De Direito De Uso De Recursos Hídricos Superficiais No Rio Grande Do Sul: Contribuições Para O Aprimoramento. REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 17, n. 1. p.5-16, 2010.
- [9] Júnio, M. G. S.; Costa, C. L.; Bezerra, D. S.; Pereira, J. R. R.; Nogueira, J. A.
- [10] Programa União Pelas Águas — Gestão Participativa para Elaboração e Formação do Pró- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v. 13, n. 2 Abr/Jun 2008.
- [11] Santos, P. V. C. J.; Cunha, A. C. Outorga de Recursos Hídricos e Vazão Ambiental no Brasil: Perspectivas Metodológicas Frente ao Desenvolvimento do Setor Hidrelétrico na Amazônia. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v. 18, n. 3, 2013.
- [12] Sgrhe. Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Pará/Brasil. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. – Belém: SEMA, 2012.

Capítulo 13

Projeto Água Viva: Limpeza das matas ciliares do Ribeirão Brandão, Situado no Município de Volta Redonda - RJ

Pedro Saturno Braga

Débora Cássia da Silva

Túlio Cezar de Aguiar Oliveira

Camila Duarte Silva

Francisco Jácome Gurgel Júnior

Resumo: Proteger o meio ambiente em todas as suas dimensões e manifestações é uma obrigação do Poder Público constituído e da coletividade conforme disposto no caput do artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

Neste ínterim, destaca-se o voluntariado como uma forma eficaz de auxiliar o Poder Público na gestão ambiental e, neste caso específico, na proteção e manejo dos recursos hídricos em nível local.

O projeto denominado “Água Viva” nasceu da iniciativa de um estudante chamado Pedro Saturno Braga, que vislumbrava um meio ambiente mais ecologicamente equilibrado e que gostaria de contribuir efetivamente para materializar esta condição.

Esse propósito começou a ser desenvolvido ainda em sua infância, por meio da Educação Ambiental vinda da escola, através de tarefas letivas que buscavam ensinar a importância da conservação e preservação dos recursos naturais.

Em Julho de 2018 este trabalho foi apresentado na 16ª edição do Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e 4º Fórum Latino-Americano de Engenharia e Sustentabilidade (XVI ENEEAMB & IV FLAES), expondo pela primeira vez a trajetória de um ano do projeto e descrevendo-a neste artigo.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Matas Ciliares; Volta Redonda/RJ.

1. INTRODUÇÃO

O Ribeirão Brandão (Figura 1), localizado no município de Volta Redonda, é considerado uma importante bacia hidrográfica para a região do Médio Paraíba do Sul. Durante o seu percurso, o antigo lixão de Volta Redonda, atualmente desativado, localizado à montante do rio em questão, nos anos que estava ativo, foi responsável pelo lançamento de uma grande quantidade de substâncias nocivas aos corpos hídricos, como por exemplo, o chorume (PM Cicuta, 2016, p.12). Porém, após receber esse impacto ambiental negativo, o seu fluxo passa no interior da ARIE Floresta da Cicuta (Figura 2), Unidade de Conservação administrada pelo ICMBio, o qual é beneficiado pela autodepuração e o auxílio da floresta.

Figura 1 – Ribeirão Brandão



Fonte: Autor

Figura 2 – Rio Brandão no interior da Floresta da Cicuta



Fonte: Arquivo/ICMBio-ARIE Floresta da Cicuta

Após a passagem por essa ARIE, ele retorna ao perímetro urbano da cidade de Volta Redonda, coletando as águas dos afluentes do córrego Cafuá e do córrego Cachoeirinha até desaguar no rio Paraíba do Sul. Nesse intervalo, resíduos são lançados em suas margens pela população que circunda o rio, impactando novamente as águas desse ribeirão.

Com o intuito de desenvolver a limpeza das matas ciliares e a Educação Ambiental não-formal da comunidade, através de “ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente” (Lei Federal nº 9.795/99), nasceu o Projeto Água Viva (Figura 3). Realizando mutirões de limpezas, desde Julho de 2017, o grupo já conseguiu retirar grande volume de resíduos que estavam sendo descartados no rio e dar uma destinação final mais adequada a eles. Além disso, promover a conscientização dos moradores vizinhos ao rio, que ao passarem perto do local durante as atividades, são abordados pela equipe e recebem informações sobre o projeto e a importância de manter o ambiente limpo.

Figura 3 – Logotipo do Projeto Água Viva



Fonte: Débora Cássia, 2017

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização da limpeza os equipamentos de proteção utilizados são luvas plásticas, calça comprida e galocha ou sapato fechado. Para a coleta dos resíduos são utilizadas sacolas plásticas de 60L e 100L. E para a Educação Ambiental não-formal, a equipe tem separado literaturas infantis e técnicas, para oferecer um atrativo às pessoas que caminham pelo local durante as atividades.

A limpeza é desenvolvida a partir do encontro do grupo, onde um líder marca a data, o local, sabe previamente quantos voluntários terão e separa os equipamentos necessários para toda a equipe (Figura 4). Após a vestimenta dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) e a entrega das sacolas plásticas, o grupo começa a atividade de retirada dos resíduos.

Figura 4 – Limpeza realizada no dia 20/08/2017



Fonte: Autor

Figura 5 – Resíduos coletados na limpeza do dia 22/04/2018



Fonte: Autor

Os voluntários de galochas auxiliam na limpeza do interior do rio e os de sapatos fechados na limpeza das margens. Ao fim todos os resíduos são reunidos (Figura 5). Os resíduos de construção civil, como a madeira, são acoplados em um canto do local e utilizados por atividades que os moradores desenvolvem, como hortas e paisagismo. E os resíduos recicláveis e rejeitos, são descartados numa lixeira próxima ao local para que o serviço de limpeza urbana dê a disposição final no Centro de Tratamento de Resíduos da cidade de Barra Mansa.

Por conta da maioria dos resíduos estarem sujas, ainda não estão sendo levados os mesmos às cooperativas para serem reciclados. Porém é uma alternativa que a equipe está pensando em implantar nos seus métodos. A estratégia será desde o início da coleta, os voluntários serem orientados para catar um tipo específico de material. Dessa forma será possível ter a separação desde o início da coleta, facilitando na pesagem de cada resíduo retirado do local e na destinação para locais que fazem a reciclagem.

Na atividade do dia 01/10/2017 parte desse trabalho foi feita, pesando o plástico, vidro e papel. E na atividade dentro da Floresta da Cicuta no dia 08/12/2017, os resíduos foram lavados e entregues a uma cooperativa da cidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto já conseguiu desenvolver seis mutirões nos dias 30/07/2017, 20/08/2017, 01/10/2017, 22/10/2017, 08/12/2017 e 22/04/2018, cada dia com um número diferente de voluntários e com experiências distintas.

Na primeira coleta, foi possível perceber o tempo de degradação de cada material. Enquanto uma madeira estava sendo totalmente deteriorada, o plástico que estava colado nela, ainda permanecia intacto. No segundo encontro foi o dia que rendeu mais voluntários, nove pessoas.

No terceiro encontro foi feita a pesagem dos resíduos, sendo coletados 12,9kg de plástico, 6,7kg de vidro e 6,6kg de rejeitos. Os resíduos de vidro foram destinados ao serviço de Coleta Seletiva de Volta Redonda, que passa semanalmente em alguns bairros da cidade.

Na quarta limpeza, a população foi de total importância, auxiliando a equipe com a força e estratégia para a remoção de um pneu aterrado dentro do rio (Figura 6). Atitude que motivou o grupo a continuar e melhorar o trabalho.

Figura 6 – Apoio da população na limpeza do dia 22/10/2017.



Fonte: Autor

No quinto encontro a equipe foi convidada pelo ICMBio, na semana do voluntariado, para contribuir com a limpeza e desobstrução de pontos do rio Brandão que tinham sido interditados por caules de árvores que havia caído após uma tempestade. A união da equipe, com os voluntários da Floresta da Cicuta, fez com que o trabalho tivesse mão-de-obra suficiente para alcançar o seu objetivo. Ao fim, os resíduos foram lavados pela equipe e os trabalhadores do ICMBio os entregaram à cooperativa Reciclar-VR.

Para concluir, o sexto encontro foi uma retomada às atividades no ano de 2018, onde a equipe levou pela primeira vez os livros de Educação Ambiental e azulejos com mensagens de conscientização. Vale ressaltar que o trabalho só renderá frutos quando as pessoas pararem de dispor seus resíduos de maneira inadequada e começarem a conservar o ambiente onde moram.

Para isso, algumas estratégias e formas de viabilização têm sido discutidas pelo grupo, como a promoção de uma manhã cultural, com o enfoque em poesias e músicas que falem sobre a importância de cuidar natureza. A disposição de alguns azulejos com mensagens de cunho educacional. Panfletos contendo informações atrativas aos moradores sobre a conservação ambiental e a valorização que isso gera para os seus imóveis, por estarem localizados em um ambiente agradável. E o plantio de mudas nas matas ciliares, contribuindo com a fixação do solo, diminuindo o assoreamento e suas raízes e caules servindo como barreiras na retenção dos sólidos que caem no rio com a chuva.

Além disso, a equipe pensa em se unir com a Sala Verde do UniFOA, para expandir o trabalho para mais rios da cidade, como o córrego que passa no Bairro Três Poços, ao lado da Universidade. Com o apoio da Sala, acredita-se que haverá a maior participação de voluntários, auxílio com os materiais e consequentemente a união da universidade com a sociedade, que é um dos objetivos da Sala Verde.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o projeto ainda está no início e pouco ainda foi desenvolvido, mas, com o decorrer das atividades vem recebendo o reconhecimento das pessoas e despertando o interesse delas em ajudá-lo a continuar. A cidade de Volta Redonda precisa de iniciativas como essas, para auxiliar na Educação Ambiental não-formal e no Saneamento Básico, especificamente no ponto da Limpeza Urbana.

Muitas estações de tratamento de esgoto já foram implantadas, o que diminuiu muito a descarga de efluentes que o rio Brandão recebia, aumentando o Oxigênio Dissolvido e reconstituindo parte da vida aquática. Acredita-se que com a conscientização do povo em descartar adequadamente os seus resíduos e a percepção de que a natureza é um local para ser preservado, o ambiente ao entorno do ribeirão e o próprio ecossistema, possam se reequilibrar e contribuir ainda mais com os serviços ambientais que eles desenvolvem gratuitamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos familiares, os amigos e a Deus por abençoar os nossos corações.

REFERÊNCIAS

- [1] Braga, B; Hespanhol, I; Conejo, J.G.L; Mierzwa, J.C; Barros, M.T.L; SPENC- Er, M; Porto, M; Nucci, N; Juliano, N; Eiger, S.Introdução à Engenharia Ambiental: o Desafio do Desenvolvimento Sustentável. 2 ed. Pearson Prentice Hall.318 p. São Paulo, 2005.
- [2] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei de Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em 2018.
- [3] ICMBIO.Plano de Manejo Arie Floresta DA Cicuta. Rio de Janeiro, 2016.
- [4] Mello, E.V. Alterações Tecnogênicas EM Sistemas Fluviais no Município de Volta Redonda, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.
- [5] Rodrigues, E. F. Diagnóstico De Cheias Urbanas Na Cidade De Volta Redonda. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2008.
- [6] Fonseca, S. M. Influência de Unidades de Conservação na Qualidade da Água de Corpos Hídricos: Estudo de Caso na Arie Floresta da Cicuta/ RJ. 2018. 117 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – UFF, 2018.

Capítulo 14

A recuperação de vazão de poços no Aquífero Guarani, na porção oeste do Estado de São Paulo, com 1.460, 1.605 e 1.683 m de profundidade, utilizando o desincrustante no RUST

José Paulo Godoi Martins Netto

César Bianchi Neto

Fernando Willi Bastos Franco Filho

Resumo: A água subterrânea tem grande importância em todo o sistema de abastecimento no Brasil, e para a SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Brasil, que atende 27.900.000 usuários, compreende aproximadamente 1.100 poços, e um percentual de 77% dos de mananciais explorados pela DIRETORIA DE SISTEMAS REGIONAIS-DSR - SABESP.

Como os demais componentes do sistema, os poços também requerem manutenções, que são efetuadas muitas vezes de forma corretiva, e não preventiva. A SABESP, preocupada em preservar os poços existentes e meio ambiente, tem investido na reabilitação dos poços, com novos produtos e tecnologias (NO RUST e FERBAX), que proporcionam a recuperação de vazões, melhoria da qualidade de água e redução de energia elétrica.

O presente trabalho trata da reabilitação dos poços P15 (1.460m), P16 (1.683m) e P18 (1.605m) de profundidade, que exploram o Aquífero Guarani, e abastecem o Município de Fernandópolis – SP. O P15, de 1976, foi o primeiro Poço de que se tem notícias no Brasil, com mais de 1.000 m de profundidade, para exploração de água potável. O P18, mais recente, foi construído em 1998.

Constam no presente artigo, informações sobre metodologias empregadas, produtos, resultados obtidos e comparativos, e todo o histórico de níveis, vazões e consumo de energia destes três importantes poços do Aquífero Guarani.

Nestas reabilitações, foi utilizado o desincrustante NO RUST, isento de metais pesados, não tóxico, patenteado, que se mostrou adequado e eficiente, com total recuperação da vazão, e em substituição ao ácido clorídrico, utilizado no passado, que poderia conter metais pesados, agredir os poços, e trazer severos riscos à saúde e meio ambiente.

Palavras Chave: Manutenção de Poços, Aquífero Guarani, NO RUST, Desincrustação, Carbonatos.

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea é uma importante fonte de abastecimento de água no Brasil, onde se estima que existam pelo menos 1.000.000 poços. Dados do IBGE- Brasil indica que 48 % da população Brasileira é abastecida por água subterrânea. Na SABESP os poços em operação superam o número de 1.000, com uma produção de 12.667.000 m³/mês, perfazendo um total de 21% da água produzida e abastecendo 377 comunidades.

Atualmente o Município de Fernandópolis-SP, é 100 % abastecido por água subterrânea, proveniente de 04 poços que exploram o aquífero Guarani, sendo eles: P1 (P15) = 200,00 m³/h; P2(P16) = 230,00 m³/h; P3 (P17) = 380,00 m³/h e P4 (P18) = 200,00 m³/h. O regime de exploração dos poços é de 16 h/dia, para a preservação do aquífero.

O P15 sofreu forte redução de vazão a partir de 2007, sendo que Agosto de 2007 a vazão havia caído para 102,00 m³/h com ND a 69,90m. O problema continuou se agravando e culminou com a paralisação do poço em 2008, com vazão de 18,00 m³/h e ND 69,90 (crivo da bomba), que resulta em uma capacidade específica de 0,50 m³/h/m, aproximadamente 16 vezes menor do que a vazão de teste do poço.

A capacidade específica do P15 no início da operação era de 8,01 m³/h/m. Em 1993, após uma intervenção corretiva no poço, foi novamente medida em 7,40 m³/h/m. Em 2007 se encontrava reduzida para 2,75 m³/h/m. Após as operações de 2013 com o agente NO RUST, a vazão específica final foi medida em 8,92 m³/h/m, com um ganho de 323% em relação a 2007 e pode-se dizer que igual a capacidade específica original do poço. Novas operações foram realizadas em 2014 e 2016, onde o poço começou a demonstrar perdas de capacidade de produção e assim novas intervenções foram realizadas.

O P16, entre sua perfuração em 1981 e 2014, apresentou uma queda de vazão de 69,7 % caindo esta de 430,0 m³/h para 130 m³/h. Em seus primeiros 5 anos de operação já apresentou uma queda da vazão específica de 5,4 m³/h/m, para 2,64 m³/h/m, e esta queda continuo a ocorrer mesmo com a tentativa de aplicação de produtos a base de ácido clorídrico em 1988. Já na primeira manutenção com a utilização do NO RUST, em 2014 a vazão específica foi totalmente recuperada, e atingiu 6,0 m³/h/m.

Por sua vez, o P18, em 2010 já apresentava queda de vazão de 38 %, e em maio de 2011 sua produção se encontrava na faixa de 33,18 m³/h, ou seja, aproximadamente 16,5% de sua produção original, com perda da capacidade de produção de água de 17.360 m³/mês. A manutenção de Maio de 2011 com o NO RUST permitiu a recuperação de sua capacidade específica para 10,25 m³/h/m, e nova operação de desincrustação química foi realizada em 2016 quando o poço novamente apresentou sinais de perda de capacidade de produção.

Estes resultados demonstrados no presente trabalho comprovam a eficiência da metodologia empregada com NO RUST, e mais uma vez, a viabilidade das operações de manutenção/reabilitação dos poços, que garantem um maior fornecimento de água para a população e permitem um maior faturamento.

Além do fornecimento de água potável, o P15 fornece ainda água quente para um Hotel/Parque Termal, aproveitamento a energia geotérmica para incrementar o Turismo.

Devido às diferentes condições construtivas, profundidades dos poços, e para ajustes de metodologia, os processos de reabilitação dos poços foram divididos em duas etapas, sendo uma com corte mecânico da incrustações, que não demonstrou eficiência, e uma segunda etapa desincrustação química com NO RUST nos intervalos de produção (Aquífero Guarani) onde foram solubilizadas as incrustações no poço e na Formação Geológica, que após sua solubilização, foram removidas, que se mostrou muito eficiente, com menor custo e permitiu a recuperação das vazões perdidas por incrustações.

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO AQUÍFERO GUARANI

O aquífero Guarani ocorre na porção oeste do Estado de São Paulo, Brasil, ocupando cerca de 76% do seu território. A leste está localizada a faixa aflorante, que se estende desde o município de Rifaina, a norte, até Fartura, ao sul. Esta faixa, com área de 16.000 Km², está inserida na Depressão Periférica e apresenta largura irregular que se amplia ao longo das grandes drenagens. Para oeste daquela faixa, o aquífero encontra-se confinado pelos basaltos de Form. Serra Geral, numa extensão de cerca de 174.000 Km².

Este aquífero é composto por arenitos das formações Pirambóia, na base, e Botucatu, no topo. A Formação Pirambóia, de idade triássica, é constituída por arenitos de granulação média a fina, localmente grossos e conglomeráticos. No Jurássico-Cretáceo, seguiu-se a deposição eólica da Formação Botucatu, constituída predominantemente por arenitos de granulação média a fina, avermelhados, com grãos de alta esfericidade e bem selecionados, exibindo estratificação cruzada. Todo pacote está assentado, em discordância angular, sobre o Grupo Passa Dois. A porção confinada está recoberta pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. (IPT 1981^a).

A superfície do topo, definida pelo contato com a Formação Serra Geral, mergulha para sudoeste, apresentando altitudes de 800 m no limite da parte aflorante até 1.300 m abaixo do nível do mar na região de Presidente Prudente, junto ao rio Paraná. Os gradientes desta superfície são de 1,8 m/km ao longo do vale do rio Tietê, e de 3,8 m/km, pelo eixo próximo ao rio do Peixe até as imediações da cidade de Avaré. A espessura do aquífero varia de aproximadamente 100 m na área aflorante, até mais de 400 m, a oeste, ao longo da calha do rio Tietê. (DAEE,IG, IPT, CPRM, 2005).

2.2. POTENCIALIDADE

No Estudo da potencialidade do realizado para o Mapa de Águas Subterrâneas de SP, 2005, foram considerados 34 poços representativos das principais características do aquífero. Esta superfície potenciométrica apresenta a leste, na área aflorante, cotas de nível d'água da ordem de 800 m, que diminuem no sentido oeste e atingem valores de até 400 m de área confinada. A geometria destes equipotenciais indica que o fluxo regional ocorre de leste para sudoeste. O gradiente hidráulico médio na porção confinada é de aproximadamente 0,001; enquanto na área aflorante ocorrem os maiores gradientes com valores de 0,008 e 0,003.

A condutividade hidráulica (K) como um todo, foi obtida pelo cálculo da média ponderada dos valores de K das formações Pirambóia (2,5 m/dia) e Botucatu (3,5 m/dia) (DAEE 1974). O fator de ponderação correspondeu à somatória das espessuras de cada formação, considerando 14 poços localizados na porção confinada do Aquífero e 54 poços na área de afloramento. Os valores médios de K obtidos são 2,6 m/dia para a área confinada e 3,0 m/dia para a área livre.

A média ponderada do coeficiente de armazenamento (S) para a porção livre foi de 0,17. Na porção confinada optou-se por utilizar 10⁻³, que resultou na obtenção de faixas de vazão mais compatíveis com a minoria dos poços perfurados.

A transmissividade (T), obtida com base no mapa de espessura do aquífero e nos valores de K é de aproximadamente 260m²/dia, na área confinada.

O cálculo de vazão (Q) explorável considerado neste trabalho foi de 20 anos, o que resultou em um rebaixamento máximo proporcional de 12%, sendo este valor corrigido segundo a proposta JACOB (1969 apud CUSTÓDIO & LLAMAS 1976), para a área de afloramento do aquífero. Como resultado foram obtidas as seguintes faixas de vazão recomendada: de 20 a 40 m³/h e de 40 a 80 m³/h, no sistema livre; e de 80 a 120 m³/h, 120 a 250 m³/h e 250 a 360 m³/h, no sistema confinado.

A menor faixa de vazão explorável (de 20 a 40 m³/h) pode conter vazões inferiores a 20 m³/h nas áreas próximas a Formação Passa Dois.

2.3. QUALIDADE QUÍMICA NATURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO GUARANI

De acordo com CAMPOS (1993) as águas deste sistema são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e apresentam temperaturas de 22 a 27°C, pH de 5,4 a 9,2 e salinidade inferior a 50 mg/L, na área aflorante. Na área confinada, a temperatura varia de 22 a 59,7°C, o pH de 6,3 a 9,8 e a salinidade de 50 a 500 mg/L. As águas são predominantemente bicarbonatadas e, subordinadamente, sulfatadas – cloretadas sódicas.

Os valores de temperatura, pH, salinidade, e de íons cloreto, sulfato e sódio aumentam o sentido do confinamento (Mapa de Águas Subterrâneas de SP, 2005). SILVA (1983) separou as águas do Aquífero Guarani de acordo com as áreas de ocorrência do aquífero, sendo estes dados esclarecidos na Tabela 01 abaixo.

Tabela 01 – Águas do Aquífero Guarani segundo Silva(1983), apud Borghetti et.al. 2004

Áreas aflorantes, onde o aquífero é do tipo livre	Áreas confinadas, onde há conectividade com a formação Serra Geral	Áreas mais confinadas
Águas bicarbonatadas-magnesianas a calco-magnesianas	Águas bicarbonatadas-cálcicas e calco-magnesianas	Águas bicarbonatadas-sódicas evoluindo a cloro-sulfatadas-sódicas
STD: ± 100 mg/l	STD: ± 200mg/l	STD: ± 650 mg/l

Fonte: modificado de Silva (1.983), apud Borghetti ef al., 2004.

3. INCRUSTAÇÕES E DESINCRUSTAÇÕES

A percolação da água subterrânea na formação geológica ocorre de forma muito lenta, fazendo com que esta permaneça em contato prolongado com os minerais contidos nestes materiais. Este contato é suficientemente prolongado a ponto de proporcionar um perfeito equilíbrio entre a água contendo sais minerais dissolvidos e o meio ambiente. Mantém-se em solução, a quantidade exata de um ou mais minerais que as condições permitem e qualquer perturbação das condições, desequilibra o sistema de solução, resultando na precipitação de materiais insolúveis (Cetesb, 1978; Driscoll, 1995).

Durante a operação normal dos poços, a água sofre alterações de pH, temperatura e pressão, e estas alterações geram corrosão e/ou precipitações dos elementos presentes na água, com variações de intensidade que dependem da composição hidroquímica da água. O acúmulo das incrustações ao longo do tempo pode ocasionar problemas de difícil solução ou danos irreversíveis, e desta forma, a manutenção preventiva dos tem grande importância, pois impede danos maiores ao longo do tempo.

Muitas vezes estas incrustações não são sentidas imediatamente, porém seu acúmulo ao longo do tempo, causa problemas de redução da produção de água e alterações de qualidade (Martins Netto, et al, 2012).

Com a redução de vazão e rebaixamento dos níveis, além do problema principal de redução no fornecimento de água, e perda de receita, os conjuntos bombeadores saem de seus pontos máximos de rendimento, e assim, com esta queda de rendimento ocorre um aumento do consumo de energia elétrica por m³ de água explorada em um poço. A remoção destas incrustações, de forma eficiente e profunda, permite que os poços recuperem vazões perdidas e reduzam seu consumo de energia elétrica.

3.1. INCRUSTAÇÕES POR CARBONATOS

O carbonato de cálcio é muito pouco solúvel em água pura e assim, o cálcio ocorre nas águas na forma de bicarbonato, e sua solubilidade está em função da quantidade do CO₂ presente. Por sua vez a quantidade de CO₂ dissolvida depende da temperatura e da pressão, que são, portanto, fatores que vão determinar a solubilidade do bicarbonato de cálcio, ocasionando variações que ora levam à solubilização do carbonato de cálcio, ora levam à sua precipitação, conforme reação abaixo (equação abaixo):



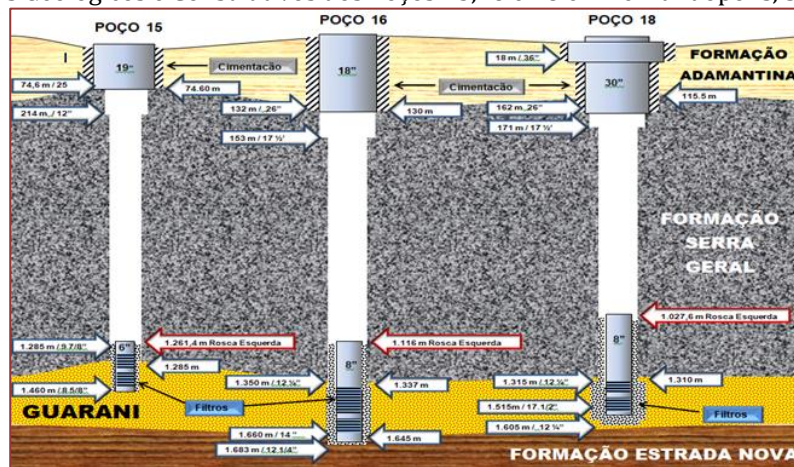
onde, Δp = é variação de pressão.

Para se remover as incrustações formadas por carbonato de cálcio, é necessário que se quebre estas moléculas, e que os íons se mantenham solúveis, possibilitando a sua remoção. Desta forma foi aplicado o NO RUST, que possui estas propriedades, e possibilita que as operações sejam realizadas com pH na faixa de 1,8 a 2,4, que acelera muito a solubilidade dos metais e melhora os resultados, principalmente se comparado com o ácido cítrico que trabalha na faixa de 3,5 a 4,5 e se oxida com o ar durante as operações, e esta oxidação ocasiona um aumentando do pH e perda de eficiência.

O NO RUST se mostrou capaz de solubilizar os depósitos de carbonato de cálcio com grande velocidade e segurança, sem agredir os metais do poço, mantendo o pH baixo, e os íons metálicos solúveis, possibilitando sua rápida remoção ao término dos trabalhos. Domenico & Schwartz (1998) citam que os metais são muito mais móveis nas águas subterrâneas com pH baixo.

4. PERFIS GEOLÓGICOS E CONSTRUTIVOS DOS POÇOS

Figura 1. Perfis Geológicos e Construtivos dos Poços 15,16 e 18 em Fernandópolis, SP - Brasil



5. AGENTES APLICADOS E CÁLCULO DE VOLUME

O agente escolhido para a desincrustação foi o NO RUST, que já é utilizado pela SABESP e diversas outras Cias. Estaduais de Saneamento no Brasil, além de Empresas Privadas na América Latina, com conhecida eficiência, e resultados muito animadores.

O NO RUST é isento de metais pesados, possui certificado como não tóxico tipo DL 50 > 2.000 mg/kg, é patenteado, e criado especificamente para poços, e foi escolhido por sua combinação de eficiência e segurança na aplicação, principalmente se comparado a aplicações de ácido muriático (clorídrico hidratado) utilizado no passado, que não é indicado para poços, pode conter expressivas contaminações (inclusive por metais pesados), pode gerar subprodutos perigosos, agredir os metais dos poços, e implica em severos riscos de manuseio e a saúde dos funcionários, além de danos ao meio ambiente.

Para cálculo do volume NO RUST a ser aplicado no poço, foi considerado o volume de incrustações estimado e considerado que nos poços 15 e 18 as perfilagens ópticas prévias tiveram que ser interrompidas por perda do diâmetro dos poços, causada pelas incrustações (furos de 9 7/8" e 12 1/4" tendo a câmara 4 1/2"), e que poços em condições similares apresentaram 1 a 2" de espessura de incrustação nos filtros.

Multiplicando a espessura média das incrustações pelo diâmetro de cada poço, nos intervalos filtrantes, chegou-se a aproximadamente 1,73 m³ de incrustação possível em cada um dos poços, só nos intervalos de produção. Aplicando a densidade média de um carbonato de 2,9 g/cm³ a este volume de 1,73 m³, encontramos 5 toneladas de incrustação que poderiam estar depositadas nos intervalos de produção de cada um dos poços.

O NO RUST tem densidade de 1,63 g/cm³ e o volume aplicado deve ser compatível com a massa de incrustações nos poços, para respeitarmos uma correta relação de Massa de desincrustante x Massa de Incrustações, e assim se obter os melhores resultados possíveis. Os volumes aplicados de NO RUST variaram entre poços e operações e se situaram na faixa de 1.700 litros (peso total de 2.771 Kg) a 5.060 litros (8.247 Kg) suficientes para remover 2.500 a 10.000 kg de carbonato de cálcio.

Esta relação "massa de incrustação x massa de desincrustante" é muito importante, e deve ser sempre avaliada com cuidado, pois aplicação com quantidade reduzida do desincrustante pode se traduzir em resultados inferiores aos possíveis.

Os volumes de carbonato presentes nos furos de 9 7/8 (P15) e 12 1/4" (P18) não foram considerados, pois foram cortados mecanicamente e o desincrustante foi aplicado somente no intervalo de produção dos poços.

Para desinfecção final foi utilizado, o bactericida de nome comercial FERBAX, a base de peróxidos estabilizados, isento de cloro (não tem possibilidade de geração de THM), criado para aplicação em poços, com capacidade de eliminação de ferro-bactérias, patenteado pelo fabricante, que também possui certificado de produto não tóxico tipo DL 50 > 2.000 mg/kg.

6. RESUMO DAS OPERAÇÕES NOS TRÊS POÇOS

RESUMO DAS MANUNTENÇÕES - P15				
Mês/Ano	Resumo da Metodologia	Produto Utilizado	Volume Aplicado	Resultados
jan/09	Repasse do furo com broca; aplicação de NO RUST; bombeamento com ar comprimido.	NO RUST	1.700 l	Recuperação total da vazão específica do poço para 8,92 m ³ /h/m
out/13	Desincrustação química sem corte mecânico das incrustações; bombeamento com ar comprimido.	NO RUST	3.200 l	Elevação de 30,15 % na vazão específica em relação à antes dos trabalhos
jul/14	Desincrustação química sem corte mecânico das incrustações; bombeamento com ar comprimido.	NO RUST	5.060 l	Elevação de 60,38 % na vazão específica em relação à antes dos trabalhos
dez/16	Desincrustação química sem corte mecânico das incrustações; bombeamento com bomba submersa.	NO RUST	4.000 l	Recuperação total da vazão específica para 9,05 m ³ /h/m = superior ao teste de vazão e primeira operação de 2009.
RESUMO DAS MANUNTENÇÕES - P16				
fev/88	Três Operações de aplicação de químicos; bombeamento com bomba submersa. (Figura 04)	Base Hcl + Hexametafosfato	3.900 l + 900 Kg	Não demonstrou qualquer resultado efetivo nas duas aplicações iniciais. Pequeno resultado na 3ª aplicação
mar/14	Desincrustação química sem corte mecânico das incrustações; bombeamento com ar comprimido	NO RUST + Hcl	2.600 l + 1.000 l	Recuperação total da vazão específica do poço para 6,0 m ³ /h/m com o NO RUST. A aplicação posterior do ácido clorídrico não demonstrou qualquer efeito
RESUMO DAS MANUNTENÇÕES - P18				
mai/11	Repasse do furo com broca; aplicação de NO RUST; bombeamento com ar comprimido	NO RUST	1.425 l	Recuperação total da vazão específica do poço de 7,73 para 10,25 m ³ /h/m
jul/16	Desincrustação química sem corte mecânico das incrustações; bombeamento com ar comprimido	NO RUST	3.600 l	Elevação de 31,30 % na vazão específica em relação à antes dos trabalhos

7. REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

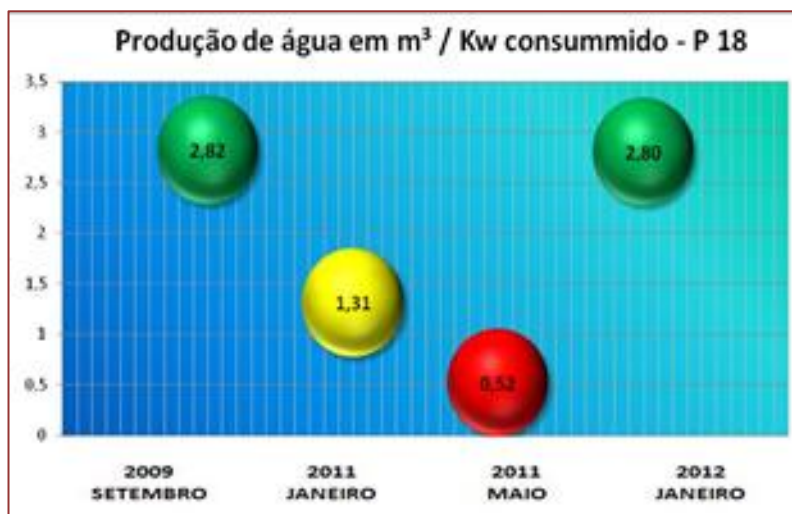
As figuras 02 e 03 detalham o consumo de energia elétrica em Kw/m³ de água produzida pelo poço, nos poços 15 e 18 ao longo do tempo e antes e após as reabilitações. As informações de energia do P16 ainda não foram compiladas.

Estes dados demonstram que após os trabalhos houve no P 15 uma redução de energia elétrica de 46,26 %, e um aumento de produção de água de 180,60 % por Kw consumido de energia. No P18 a redução de consumo de energia em kW/m³ foi de 81,48%, com um aumento da produção de água de 438,46 % no kW consumido/m³.

Fig. 02 Comparativo da produção de água em m³/ Kw de energia consumida – P 15



Fig. 03 comparativo da produção de água em m³/ Kw de energia consumida – P 18



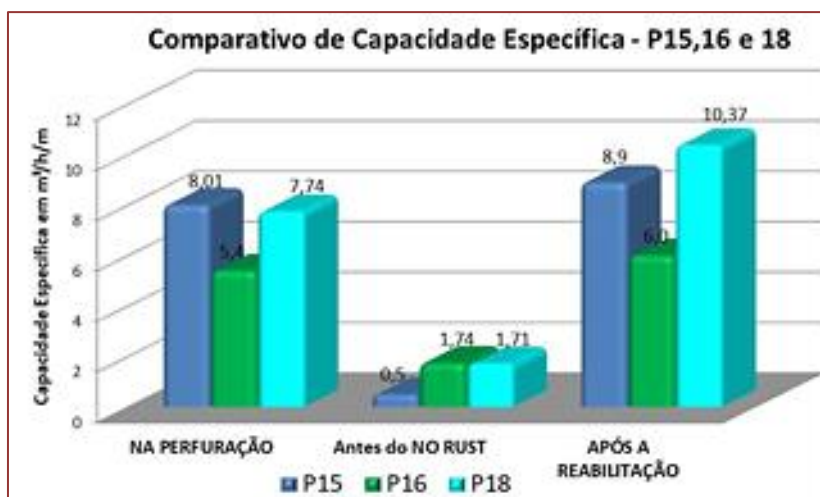
8. RESULTADOS OBTIDOS QUANTO A VAZÃO

Os resultados obtidos nos testes de vazão, e sua interpretação, confirmam o êxito das operações nos dois poços com a reabilitação destes e recuperação das capacidades específicas (Fig. 05).

Fig. 04. Vazão comparativa antes e após as operações de desincrustação - P 16 com ácido clorídrico X NO RUST.



Fig.05. Vazão comparativa antes e após as operações de desincrustação - P 15,16 e 18.



9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia de desincrustação química com NO RUST se mostrou adequada e muito eficiente, culminando com a recuperação total dos poços. Quanto à escolha deste desincrustante, o NO RUST se mostrou muito eficiente, com capacidade de desincrustação e manutenção de pH baixo, mesmo com elevadas pressões (até 160 Kg/cm²), removendo e mantendo solúveis as incrustações, o que permitiu a recuperação de capacidade específica e produção de água do poço.

Considerando os poços 15 e 18 em conjunto, as reabilitações puderam proporcionar uma economia anual de energia elétrica de 478.764 KW. Quanto à produção de água, as operações nos três poços representaram uma possibilidade de aumento de produção de água de 1.729.113 m³/ano (regime médio de 14.46 h/dia x 365 dias/ano).

A capacidade específica P15 após os trabalhos, de 8,92 m³/h/m, é 243,63 % maior do que em Maio/2007 (2,75 m³/h/m) quando os problemas começaram a se agravar, e 17,8 vezes maior do que em Ago/2007 (0,50 m³/h/m) no agravamento dos problemas.

Quanto ao P18, sua capacidade específica após os trabalhos é 6,06 vezes maior do que antes dos trabalhos, com um imenso ganho na produção de água. O P16 mostrou uma recuperação de capacidade específica de 344,8% e aumento da produção de água de 183% com a mesma bomba. Comparando as capacidades específicas da perfuração, com as atuais, após a reabilitação com NO RUST, podemos afirmar que os poços estão totalmente recuperados, com resultados gerais resumidos na Tabela 02 abaixo.

Tabela 02. Resumo de Resultados Obtidos P 15,16 e 18.

Descrição	RESUMO DE RESULTADOS OBTIDOS P 15, 16 e 18		
	P15	P16	P18
Aumento do fornecimento total de água	100,00 m ³ /h	72,66 m ³ /h	147,10 m ³ /h
Aumento do fornecimento total de água	528.000 m ³ /ano	424.433 m ³ /ano	776.680 m ³ /ano
Aumento da capacidade específica do poço	243,63%	344,8 %	159,99%
Aumento percentual na produção de água	+ 100,00 %	+ 183 %	+ 177,00 %
Redução do consumo de energia elétrica em Kw/m ³	46,60 %	-	53,34 %
Economia mensal de energia elétrica para se produzir o mesmo volume de água	22.320 Kw/mês	-	17.577 Kw/mês
Economia anual de energia elétrica para se produzir o mesmo volume de água	267.840 Kw/ano	-	210.924 Kw/ano

O primeiro teste de produção no Poço 15, realizado com compressor, após o corte mecânico das incrustações e desobstrução do poço até 1.150 m de profundidade demonstrou vazão aparente de 30 a 50 m³/h (regime de 60/72 seg. saindo água para 120/160 seg. sem sair água), com temperatura ao redor de 40 °C, e a repetição deste ensaio de produção nas mesmas condições, após a aplicação do desincrustante, demonstrou vazão aproximada de 200 m³/h, e a elevação da temperatura pra 50 °C, comprova a eficiência da desincrustação química, que possibilitou a recuperação do poço.

O Poço 18 se mostrou em condição similar, ou seja, após o corte mecânico das incrustações (por dentro do poço) este não demonstrou recuperação de vazão, que só veio a ocorrer após a aplicação do NO RUST.

A aplicação de Produtos a base de ácido Clorídrico no P16, duas antes do NO RUST e uma posterior, não demonstraram qualquer ação efetiva.

Como a incrustação é um fator constante, os níveis e vazões devem ser acompanhados ao longo do tempo, para que sejam efetuadas manutenções preventivas, antes do agravamento dos problemas.

A realização de manutenções preventivas tem custos menores do que as corretivas, além de prevenir que os poços venham a operar em regime de maior consumo de energia elétrica, e com menor produção de água, o que aumentam seus custos operacionais diminuindo a receita, além da redução do volume de água para fornecimento. Desta forma é fortemente recomendado que se realizem as manutenções preventivas, com a utilização do NO RUST.

REFERÊNCIAS

- [1] Dae - Departamento de Águas e energia elétrica, Manual de Operação e Manutenção de Poços - DAEE, São Paulo, 1982, 2ª ed, 90p.
- [2] Driscoll, F.G. 1995. Groundwater and wells. 2ª Ed., Johnson Screens, St. Paul, Minnesota, 1089 p.
- [3] domenico, P.^a; Schwartz, F.W. 1998. Physical and Chemical hydrogeology. 2a Ed., John Wiley & Sons, Nova York, 506 p.
- [4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. CDROM.
- [5] Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de SP, 2005, 1:100.000 – DAEE, IG,IPT,CPRM, 119 p.
- [6] Martins Netto, J.P.G; DINIZ, H.N., 2002. Perspectivas De Redução De Íons Metálicos Nas Águas Subterrâneas A Partir De Processos De Desincrustação Química Em Poços Tubulares Profundos. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Florianópolis, ABAS/DNPM/UFSC-PPGEA, - 2002, CD-ROM
- [7] Martins Netto, J.P.G; , 2012. Franco F., F.W.B., Bianchi N., C., O.: A Desincrustação Química e Recuperação de Poços no Aquífero Guarani com 1.460 e 1.605 m , Através da Utilização do NO RUST, XXIII - AESABESP , São Paulo, SP.

Capítulo 15

Estudo comparativo de índices de qualidade da água subterrânea

Clélia Nobre de Oliveira

Sérgio Augusto de Morais Nascimento

Vânia Palmeira Campos

Resumo: Um índice de qualidade da água (IQA) é uma ferramenta matemática simples, que permite integrar dados complexos de qualidade das águas, transformando-os em uma variação de valores numéricos, sintéticos, padronizados e fáceis de interpretação, e um guia para comunicar a alteração na qualidade da água e por conseguinte direcionar seu uso. Esse trabalho analisou alguns índices de qualidade de água (IQAs) e buscou distinguir suas características em função das condições de qualidade do ambiente aquático, interferências naturais e antrópicas, tipos de parâmetros utilizados, normas de referência, usos preponderantes da água e objetivos de aplicação. O IQA da Fundação Nacional de Saneamento (IQA-NSF), dos Estados Unidos, destaca-se pela sua ampla divulgação e por servir de base para a criação de outros IQAs. O IQA do Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente (CCME), destaca-se pela grande variedade de parâmetros que podem ser inseridos, com os respectivos valores de referência existentes, independente do uso previsto para a água. O IQA mais utilizado na França (SEQ-Eaux) se diferencia dos demais ao trabalhar com dezessete grupos de alteração e agregar os parâmetros em função da atividade produtiva ou em função do uso da água. Os IQAs da Índia, Brasil (IQAS e IQNAS) e USA (NSF) apresentam limitação quanto ao número de parâmetros usados, variando de 6 a 13 parâmetros. Os IQAs: CCME, SEQ-Eaux, Português e Brasileiro (e-IQUAS), não restringem o número de parâmetros utilizados no modelo e, também, admitem compostos orgânicos voláteis. Portanto, percebe-se que existem esforços no sentido de se criar índices em diversas regiões do planeta, a maioria com fins mais regionais, o que sinaliza para a eficácia desses IQAs para atenderem às determinadas especificidades.

Palavras-Chave: IQA. Águas subterrâneas. Qualidade da água. CCME. e-IQUAS.

1 ANÁLISE COMPARATIVA DE ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A utilização de índices de avaliação da qualidade da água subterrânea como ferramentas de padronização, agregação e de comunicação do monitoramento da qualidade da água, se torna uma oportunidade para auxiliar na condição de qualidade das água com fins a atender os usos da água, principalmente consumo humano. Ao longo dos anos, muitos índices foram calculados para fins especiais, alguns com aplicação direta para águas superficiais, outros para águas subterrâneas e outros índices abertos para atender aos dois ambientes aquáticos, conforme discutido nos itens a seguir.

1.1. WQI-NSF

O índice WQI-NSF (Water Quality Index-National Sanitation Foundation) ou IQA-NSF, é considerado como o de maior aplicação, desde 1976, nos USA, e após adaptações, também em outros países que perceberam a importância dessa ferramenta para expressar o monitoramento das águas, visando atender demandas de consumo humano (YISA, 2012).

Adaptações do IQA-NSF, levaram a um índice multiplicativo (Equação 1), com atribuição de pesos específicos (Quadro 1) para cada um dos nove parâmetros que o compõe: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez e sólidos totais dissolvidos. O peso de cada parâmetro resultou em curvas médias (Figura 1) representativas da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações (YISA, 2012).

Quadro 1 - Parâmetros utilizados no IQA-NSF, com respectivos pesos

Parâmetro	Peso (wi)
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,17
Coliformes Termotolerantes (CTe)	0,16
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,11
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	0,11
Nitratos (NO ₃)	0,10
Fosfatos (PO ₄)	0,10
Temperatura (T)	0,10
Turbidez (Turb)	0,08
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	0,07
Σ	1,0

Fonte: Yisa (2012)

Os nove parâmetros foram selecionados a partir de pesquisas realizadas com vários especialistas da área ambiental.

A formulação final resultou na forma multiplicativa com os pesos tornando-se potências dos subíndices, conforme Equação 1 (YISA, 2012):

$$IQA-NSF = \pi^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Com $i=1$

Onde:

IQA-NSF: representa um número de 0 a 100;

q_i : subíndice ou qualidade do i -ésimo parâmetro (entre 0 e 100), obtido através da curva média de variação de qualidade em função da concentração;

w_i : peso atribuído ao parâmetro, entre 0 e 1, em função de sua importância na qualidade.

Os valores de sub-índices (q_i) para os parâmetros foram sugeridos a partir da classificação das curvas que representam os objetivos desejáveis ou os valores limites (padrão de referência) do parâmetro em questão.

Por exemplo, caso o valor medido do pH esteja dentro da faixa de 6,5 a 9, como sugere o padrão de referência (WHO, 2011), o valor do sub-índice para o pH é 100, que corresponde ao valor da ordenada da curva do parâmetro; caso contrário o valor do sub-índice, seria significativamente mais baixo para $\text{pH} < 6,5$ ou > 9 (Figura 1).

Figura 17 - Curva média representativa da variação do pH na água em função dos padrões de referência e suas respectivas concentrações



Fonte: Lumb et al (2011)

A partir desses sub-índices foram definidas faixas de qualidade da água (Quadro 2), utilizadas para definir o resultado do IQA, dentro de 5 tipos de classificação:

Quadro 2 - Nível de qualidade ou classificação da água em função do resultado do IQA-NSF

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < \text{IQA} \leq 100$
Bom	$70 < \text{IQA} \leq 90$
Médio	$50 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	$25 < \text{IQA} \leq 50$
Muito ruim	$00 < \text{IQA} \leq 25$

Fonte: Lumb et al (2011)

Os sub-índices foram agrupados, formando faixas de 0 a 100, evidenciando-se que IQA acima de 50, determina melhores condições para a água, embora a água ainda precise ter seus padrões adequados às normas de referência, como por exemplo às normas de potabilidade nº 2914/2011, do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) ou da própria Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO, 2011).

O IQA-NSF possui uma estrutura mais fácil de compreender e calcular. Entretanto, vários estudos criticam a aplicação do IQA-NSF em relação à sua sintetização, que desconsidera algumas interferências importantes para a qualidade da água, resultando muitas vezes em classificações como água própria para consumo humano, quando na verdade essa classificação deveria ser melhor explorada.

Ocorre uma atribuição de pesos maiores para os parâmetros que representam contaminação fecal, a exemplo dos coliformes termotolerantes. Importantes atividades não estão contempladas nesse modelo e estão sempre em crescente aumento em regiões que exploram águas subterrâneas, podendo interferir na classificação da água usando o IQA-NSF: i) industriais, onde se verifica uma grande concentração de parâmetros inorgânicos, a exemplo de metais (Fe, Mn, Co, As, Pb, Al, etc); ii) atividades agrícolas, onde se tem a presença de compostos orgânicos derivados de fertilizantes e pesticidas, sendo muitos deles persistentes no ambiente aquático.

Cabe ressaltar a aplicabilidade desse índice no Brasil a partir de 1975, mas que sofreu adequações para atendimentos das condições de contaminação mais frequentes na maioria dos estados brasileiros, nesse caso por efluentes domésticos (CETESB, 2016). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) alterou o peso dos parâmetros CTe e DBO, que reduzindo-os em 0,01 e o peso dos parâmetros pH e STD, aumentando-os em 0,01. Mudanças também podem ser vistas nas faixas de classificação da água em função do resultado do IQA, conforme Quadro 3.

Quadro 3- Faixas de classificação da água em função do resultado do IQA-CETESB

Avaliação da Qualidade	Faixas de IQA utilizadas nos estados de BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Faixas de IQA utilizadas nos estados de AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS
Ótima	80 < IQA ≤ 100	91 < IQA ≤ 100
Boa	52 < IQA ≤ 79	71 < IQA ≤ 90
Razoável	37 < IQA ≤ 51	51 < IQA ≤ 70
Ruim	20 < IQA ≤ 36	26 < IQA ≤ 50
Péssima	00 < IQA ≤ 19	00 < IQA ≤ 25

Fonte: CETESB (2016)

Atualmente o IQA adaptado pela CETESB é o principal índice de qualidade da água utilizado no país, abrangendo pelo menos 15 estados brasileiros, os quais realizam o monitoramento das águas superficiais para fins de abastecimento público. A partir de 2002, a empresa desenvolveu índices mais específicos, dentre eles o IAP (Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público), o qual atende à tomada de decisão do uso da água de rios e reservatórios antes de passar pelo processo de tratamento (CETESB, 2016).

1.2. SEQ-EUAX

A análise do índice francês, SEQ-EUAX (Systeme D'évaluation de la Qualite des Eaux Souterraines), denominado nesse estudo de IQA-França foi baseada nos estudos da própria Agencia Francesa de Água (França, 2002), e nos estudos de Cadilhac & Albinet (2003). A elaboração desse índice fez parte do programa de inter-agências criado em 1994, cujo objetivo foi desenvolver um SEQ Eaux souterraines (Sistema de Avaliação da Qualidade de Água Subterrânea) com vistas de harmonizar, modernizar e enriquecer os sistemas de avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos. Este grupo, liderado pela Agência de Água do país, foi composto por representantes de outros órgãos, também ligados à gestão da água e meio ambiente.

A ideia era definir o atendimento aos vários usos da água, em função da sua importância, criando um índice que deveria expressar a magnitude das alterações físico-químicas da água em uma determinada região que sofre alterações devido à presença de atividades humanas. Para a classificação da qualidade água (Quadro 4), foram definidas de 3 a 5 classes, com adoção de cores (azul, verde, amarelo, laranja e vermelho).

Quadro 4 - Cores e classes de qualidade da água para consumo humano – modelo do IQA francês

Classe/cores	Índice	Classe de qualidade
Azul	80 a 100	muito boa qualidade
Verde	60 à 79	boa qualidade
Amarelo	40 à 59	qualidade regular
Laranja	20 a 39	qualidade ruim
Vermelho	0 à 19	qualidade muito ruim

Fonte: França (2002)

Para cada alteração identificada nos resultados das amostras de água, são definidos sub-índices (I_i) que representam essas alterações e que compõem faixas de classificação em função da pior (vermelho) à melhor qualidade (azul).

O IQA-França avalia os grupos de alteração de acordo com o uso e finalidade da água, variando de 0 a 100.

Os grupos foram definidos por tipo de poluição e em função disso se relacionam os parâmetros que indicam a presença dos níveis de ocorrência na água. O Quadro 5, apresenta os grupos que provocam alterações na água e os parâmetros relacionados.

Quadro 5 - Definição dos grupos de alterações na água e respectivos parâmetros – IQA-França

Grupos de Alterações	Parâmetros relacionados
Sabor e Odor	Sabor e Odor
Material Orgânico e Oxidável	Carbono Orgânico Dissolvido
Partículas em Suspensão	Turbidez e Material em Suspensão
Ferro e Manganês	Ferro Total, Manganês Total
Coloração	Cor
Microorganismos	Escherichia coli, Enterococos ou Streptococos Fecais, Coliformes Totais
Mineralização e Salinidade	Condutividade Elétrica, Resíduo Seco, pH, Cloreto, Sulfato, Dureza, Alcalinidade Total, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Fluoreto, Índice de Saturação, RAS (Razão de Adsorção de Sódio)
Nitrato	Nitrato
Nitrogenados (exceto Nitrato)	Amônia, Nitrito
Micropoluentes Minerais	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo Total, Mercúrio, Níquel, Prata, Selênio, Zinco
Pesticidas	Aldrin, Atrazina, Desetilatrazina, Dieldrin, Diuron, Desetilsimazina, Heptacloro, Heptacloro epóxido, Isoproturão, Lindano, Terbutilazina, Simazina, Σ Paration metil+Paration etil, Σ Pesticidas, Outros Pesticidas
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA)	Benzo[a]pireno, HPA
Bifenilpoliclorados (PCB)	PCB
Micropoluentes Orgânicos (outros)	Benzeno, Clorofórmio, Detergentes aniônicos, Dicloroetano-1,2, Hidrocarbonetos Dissolvidos, Hexaclorobenzeno, Índice Fenol, Tetracloretileno, Tetracloreto de carbono, Tricloroetileno, Tricloroetano-1,1,1, Tricloroetileno e Tetracloreto de carbono Totais, Trihalometanos (THM's)
Corrosão	CO ₂ dissolvido, O ₂ dissolvido, Salinidade, Condutividade, pH, Cloreto, Sulfato, Ferro Bactérias, Sulfito, Eh (potencial redox)
Formação de Depósitos	pH, Eh, O ₂ dissolvido, Ferro Bactérias, Índice de Saturação
Temperatura	Temperatura

Fonte: França (2002)

Cada parâmetro é avaliado individualmente, sendo posteriormente avaliado ao qual grupo ele pertence. Dessa forma, são atribuídos valores para esses grupos e definidas as classes de qualidade.

Logo, esse modelo adota duas estratégias: a nota do modelo pode ser atribuída em função da análise da agregação dos parâmetros, considerando um indicador mínimo das médias, ou a nota pode ser atribuída em função da agregação por grupo de alteração, com definição de um indicador que representa a média dos mínimos.

A formulação matemática do SEQ – Eaux Souterraines, tem como base o método de Smith (IS), discutido em Menezes (2009), em que a autora destaca que esse método adota o valor mínimo para representar o resultado do índice, diferente do IQA-NSF, que adota somatório ou produtório. Logo, o SEQ-EAUX tem a seguinte equação para emitir a nota final de qualidade da água subterrânea:

$$\text{SEQ-EAUX} = \min (I_1, I_2, I_3, \dots, I_i) \quad (2)$$

Onde:

I_i = valor dos subíndices

O modelo foi construído para atender as normas europeias e francesas e sua estrutura é flexível, permitindo a inserção de novos parâmetros a qualquer momento (Cadilhac & Albinet, 2003).

O IQA-França foi projetado para atender às necessidades de diferentes atores interessados na água: gestores, especialistas e usuários. Ele define a capacidade da água para satisfazer os vários usos e dá uma indicação do seu estado de alteração (desvio a partir de um estado natural). Fornece uma descrição da qualidade da água para permitir a definição de indicadores de monitoramento, ou seja, pode-se adotar

alguns dos parâmetros envolvidos na simulação para servirem de sinalizadores da qualidade da água para o local analisado. Logo, assim como os demais índices, também facilita que uma pessoa menos qualificada tenha acesso à informação de forma simples e clara (Cadilhac & Albinet, 2003).

1.3. WQI-CCME

O índice WQI-CCME (Water Quality Index-Canadian Council of Ministers of the Environment) ou IQA-CCME, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente do Canadá, fornece resultados expressos em faixas de valores, que determinam o nível de qualidade da água. Sua criação baseou-se no IQA-NSF, e após adequações, em 2001, tornou-se um índice flexível, adaptável às condições locais, devido às suas especificidades, podendo ser utilizado para determinar o nível de tratamento de uma água de fonte potável (Hurley, Sadiq & Mazumder, 2012).

O IQA-CCME é um índice que compara os resultados das análises da água com níveis de qualidade, cuja pontuação varia de 0, representando a pior qualidade, até 100, representando a melhor qualidade.

Sua flexibilidade é devido principalmente à facilidade de seleção dos parâmetros que podem ser inseridos no modelo. Ou seja, não há limitações, pois o que importa é que eles tenham seus respectivos valores de referência (norma padrão) e possuam definições adequadas para os usos desejados (Hurley, Sadiq & Mazumder, 2012). O IQA-CCME é calculado da seguinte forma:

$$IQA - CCME = 100 - \left[\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right] \quad (3)$$

Onde:

F1 (%) (alcance): percentual que representa quantas vezes a variável (parâmetro) analisada se apresenta fora do limite da norma em referência, pelo menos uma vez durante o período de tempo considerado;

F2 (%) (frequência): percentual que representa o número de vezes que cada amostra analisada apresenta o parâmetro fora do limite, no período de tempo considerado;

F3 (%) (amplitude): percentual que representa o desvio de cada parâmetro em relação ao seu respectivo limite de referência.

O divisor 1,732, que corresponde ao valor da $\sqrt{3}$, normaliza os valores resultantes para um intervalo entre 0 e 100, onde 0 representa a "pior" qualidade da água e 100 representa a "melhor" qualidade da água.⁹

O IQA-CCME tem sido utilizado para caracterizar não somente água para consumo humano, mas também outros usos, incluindo a agricultura e a proteção da vida aquática (Hurley, Sadiq & Mazumder, 2012).

A classificação do IQA-CCME (Quadro 6) obedece às seguintes categorias:

Quadro 6 -. Categorias de classificação da qualidade da água – IQA-CCME

Nível de Qualidade / Categoria	Faixa	Interpretação
Excelente	95-100	água protegida, com uma virtual ausência de ameaça ou prejuízo; condições muito próximas dos níveis naturais ou intocada.
Bom	80-94	água protegida, com baixa possibilidade de ameaça ou prejuízo; condições próximas dos níveis naturais ou desejáveis.
Regular	65-79	água geralmente protegida, mas, ocasionalmente, ameaçada ou prejudicada; condições, por vezes, afasta-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Ruim	45-64	água frequentemente ameaçada ou prejudicada; condições muitas vezes fora dos níveis naturais ou desejáveis.
Muito ruim	0-44	água quase sempre ameaçada ou prejudicada; condições geralmente fora de níveis naturais ou desejáveis

Fonte: CCME (2014)

Uma análise conclusiva, realizada por Tyagi (2013), no estudo comparativo de quatro IQAs, incluindo o CCME, pondera sobre as principais vantagens e desvantagens, para este índice:

Vantagens:

- Representa medidas de uma variedade de variáveis em um único número;
- Flexibiliza a seleção de parâmetros e objetivos de entrada;
- Adapta-se a diferentes requisitos legais e a diferentes usos da água;
- Instrumento adequado para a avaliação da qualidade da água em um local específico.

Desvantagens:

- Agrupamento de informações sobre as variáveis individuais;
- Necessita de análise em paralelo das interações entre as variáveis, não se evidenciando no resultado do índice;
- A mesma importância é dada para todas as variáveis.

Essa análise incluí críticas favoráveis que subsidiam a utilização do modelo pelos órgãos gestores, destacando-se a possibilidade de agregar vários parâmetros em um único resultado para o corpo d'água avaliado; possuir um padrão de referência é importante, pois evita que se descarte o parâmetro do processo de simulação e obtenção do índice; os resultados parciais (F1, F2 e F3) já sinalizam preliminarmente possíveis interferências de contaminação da água, pois mostram que pelo menos um dos parâmetros apresentou desconformidade com a norma, o que já facilita a análise do resultado do índice, e conseqüentemente à tomada de decisão quanto ao usos da água.

Já as análises desfavoráveis indicam necessidade de adequação do modelo, no cálculo final do índice, devido à padronização exigida no modelo, que agrupa todas as variáveis, gerando uma espécie de compensação entre valores bons e ruins, o que faz uma variável, que apresente um desvio significativo, não ser evidenciada no resultado final da simulação.

1.4. IQNAS

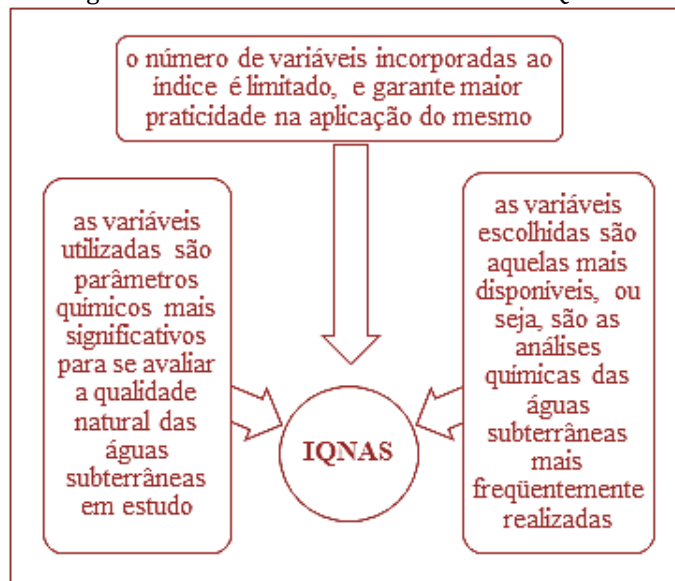
O índice IQNAS (Índice de Qualidade Natural de Água Subterrânea), desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em 2004, foi criado principalmente para transmitir as peculiaridades locais da água subterrânea do estado brasileiro. O IQNAS é uma ferramenta de grande utilidade para o público em geral, pois pode contribuir para programas de monitoramento dos recursos hídricos, que envolvem a avaliação sazonal da qualidade da água, permitindo uma análise comparativa e com isso obtenção da classificação do nível de qualidade do manancial, acompanhado dos possíveis usos (Oliveira, Negrão & Silva, 2006).

A metodologia de criação do IQNAS, se assemelha ao método do IQA proposto pela NSF (National Sanitation Foundation), já descrito anteriormente.

O IQNAS foi desenvolvido conforme três estratégias básicas: i) levantamento da opinião de especialistas, ii) utilização de dados hidroquímicos, e, iii) aplicação de métodos estatísticos (Oliveira, Negrão & Silva, 2006).

Na Figura 2, destacam-se algumas características intrínsecas à maioria dos índices de qualidade da água e também evidenciadas no IQNAS:

Figura 2 - Características evidenciadas no IQNAS



Fonte: Oliveira, Negrão & Silva (2006)

Assim, os parâmetros químicos considerados significativos pelo IQNAS, para avaliar a qualidade da água de domínios hidrogeológicos do Estado da Bahia (sedimentar, metassedimentar, cárstico e cristalino) são: cloreto, pH, sólidos totais, dureza, flúor e nitrato (Oliveira, Negrão & Silva, 2006).

A formulação matemática (Eq. 4) escolhida para o IQNAS foi a mesma utilizada para o IQA da CETESB:

$$IQNAS = Q_1^{w_1} \times Q_2^{w_2} \times Q_3^{w_3} \times \dots \times Q_n^{w_n} = \pi^n Q_i^{w_i} \quad (4)$$

Ou seja, um produto π dos valores de qualidade da água subterrânea para cada parâmetro químico escolhido (Q_i), elevado ao peso atribuído a cada variável (w_i).

Os valores de qualidade (Q_i), são calculados para cada parâmetro, a partir de equações matemáticas, que relacionam as concentrações com a respectiva curva de qualidade do parâmetro, tomando como base a Portaria de potabilidade nº 518/2004⁴. A construção das curvas características da qualidade relativa a cada parâmetro pode ser conferida em Oliveira, Negrão & Silva (2007).

Os pesos (w_i) (Quadro 7), propostos por especialistas em hidrogeologia do Estado da Bahia foram testados nas supracitadas equações matemáticas, estabelecidas para cada parâmetro.

Quadro 7 - Parâmetros utilizados no IQNAS, com respectivos pesos

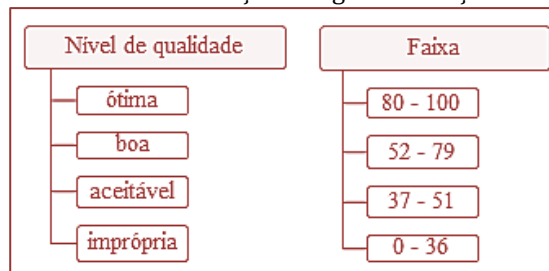
Parâmetro	Peso (w_i)
Cloreto	0,26
pH	0,05
Sólidos totais	0,22
Dureza	0,16
Flúor	0,16
Nitrato	0,15
Σ	1,0

Fonte: Oliveira, Negrão & Silva (2006)

⁴ Atualmente a Portaria 518/2004 foi substituída pela PRC nº 05/2017 (Brasil, 2017)

Evidencia-se o cuidado dos autores ao validarem as funções matemáticas estabelecidas com as notas de qualidade adotadas (0 a 100), e já testadas no IQA-NSF, adequando-as faixas de notas para o IQNAS, variando de imprópria a ótima, ou seja, da pior para a melhor qualidade (Figura 13).

Figura 3 - Nível de qualidade ou classificação da água em função do resultado do IQNAS



Fonte: Oliveira, Negrão & Silva (2006)

A aplicação do IQNAS foi feita na análise da água dos principais domínios do estado da Bahia, considerando 1.899 poços, e o resultado foi considerado bastante satisfatório, uma vez que está adequadamente associado ao tipo de rocha predominante em cada um desses domínios (Oliveira, Negrão & Silva, 2006). Verificou-se que de 79% a 93% dos poços analisados indicaram água ótima e boa, com o domínio das bacias sedimentares e metassedimentares, seguidas pelos poços inseridos no domínio cárstico, abaixo de 50%, sendo que as piores qualidades foram às águas do domínio cristalino, representadas por 25% das águas consideradas ótima e boa.

Como a principal função dos indicadores de qualidade da água é evidenciar o nível de qualidade da água, para apoiar no estabelecimento prioritário de seu uso, o IQNAS, se mostra como uma ferramenta que representa bem essa função, desde que seja aplicado em áreas que identifiquem que os 6 parâmetros do referido modelo, também representam as condições de qualidade que se deseja evidenciar.

1.5. IQAS E E-IQUAS

Outros índices específicos também foram desenvolvidos pelos pesquisadores da UFBA, para as águas subterrâneas dos domínios hidrogeológicos predominantes nas regiões brasileiras: o IQAS (Índice de Qualidade das Águas Subterrâneas) e o e-IQUAS (Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea). O IQAS, com mesma formulação matemática, quantidade de parâmetros inorgânicos e mesmo padrão de classificação de qualidade do IQNAS, adotou a salinidade em substituição ao cloreto, indicando a prevalência de concentrações de outros sais nas águas desses domínios.

O IQAS foi testado com amostras de 201 poços tubulares distribuídos na Bacia Sedimentar da Região do Recôncavo e de Irecê, no estado da Bahia. As análises da qualidade da água foram confrontadas com as análises da água oriundas de amostras de águas minerais engarrafadas, da mesma região, e considerada de excelente qualidade e ótimo nível de potabilidade. Os resultados indicaram que o IQAS sinalizou adequadamente os níveis de qualidade das águas subterrâneas das regiões estudadas (Oliveira, Negrão & Rocha, 2004).

Já o modelo matemático e-IQUAS, desenvolvido por Almeida (2012), foi formulado para simular todos os parâmetros mais significativos de ocorrência em águas subterrâneas, para os diversos usos da água.

O e-IQUAS apresenta etapas peculiaridades para alcançar o resultado final da simulação:

- realiza o cálculo do Índice de Aderência dos Parâmetros das Amostras (IAPA), avaliando sua precisão através do coeficiente de variação; é calculado pela razão entre o desvio padrão e a média; quanto menor o coeficiente de variação, mais homogeneidade existe entre os parâmetros;
- realiza o cálculo do Índice de Aderência das Amostras aos Padrões de Qualidade (IAPQ), utilizando o WQI-CCME, quando se avalia a proximidade das concentrações medidas, com o objetivo pretendido de uso da água; esse procedimento permite a seleção mais apurada das amostras antes do cálculo do e-IQUAS; os resultados variam no intervalo de 0 a 100 (adimensionais), e quanto mais se aproxima de 100, mais próximo da qualidade de água adequada ao uso desejado; Cabe destacar que tanto o cálculo do IAPA, como o IAPQ, são realizados para grupos de amostras;

- estabelece 8 Grupos de Alterações (agregação), em função do uso pretendido da água, baseando-se nas características de “mesma natureza ou de mesmo efeito” dos parâmetros na qualidade da água subterrânea, conforme estratégia já utilizada pelo índice SEQ-EAUX, em 2003; nessa etapa, se utiliza de média aritmética sobre os valores dos parâmetros e se identifica o valor mínimo calculado como sendo o resultado da agregação; esse valor mínimo pode representar a pior alteração entre os parâmetros ou pode representar a pior alteração entre os pontos amostrados;
- se baseia em Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill (2006), para estabelecer notas de qualidade a cada parâmetro em análise; ou seja, define 4 classes ou categorias de qualidade, baseando-se nos parâmetros e respectivos padrões normativos: concentração abaixo de um valor de referência C1, concentração entre os valores de relevância C1 e C2, concentração entre os valores de relevância C2 e C3 e concentração acima do valor máximo admissível; após se identificar o valor mínimo pelo método do SEQ-EAUX, o resultado se enquadra em uma dessas categorias;
- na última etapa, se define a nota final de qualidade a partir do método de agregação de “operador mínimo”. Ou seja, a nota do índice é oriunda da menor entre as notas obtidas a partir da agregação dos parâmetros nos grupos de alterações (C); os resultados são valores adimensionais associados às quatro classes de qualidade: 80 (ótima)(Classe 1), 60 (boa)(Classe 2), 40 (regular)(Classe 3) e 20 (ruim)(Classe 4).

A formulação do e-IQUAS adota o método de “operador mínimo”:

$$e\text{-IQUAS} = \min(N(G1), N(G2), N(G3)\dots N(Gn)) \quad (5)$$

G_j = j-ésimo grupo de alterações (varia de 1 a 8)

$N(G_j)$ = nota do j-ésimo grupo de alterações (20, 40, 60 ou 80)

$$N(G_j) = \min(N(P1), N(P2), N(P3)\dots N(P_n)) \quad (6)$$

P_i = i-ésimo parâmetro

Da aplicação do e-IQUAS (Equação 5), resulta um número adimensional com valores 20 (ruim), 40 (regular), 60 (boa) e 80 (ótima), associados às quatro categorias de qualidade das águas subterrâneas (Almeida, 2012).

O e-IQUAS foi testado em águas subterrâneas da Bahia e de Minas Gerais, em águas envasadas, e, em outros estados brasileiros com base em seus rótulos, para análise de água de poços com fins de abastecimento humano, cujos dados foram utilizados tanto para fins de monitoramento pelos órgãos de gestão, como por empresas que comercializam águas naturais.

Obteve-se um resultado que evidenciou que a forma como o índice foi construído permite flexibilidade na seleção de parâmetros e é aplicável para os diversos usos da água. Houve variação das categorias de qualidade da água em três áreas de estudos (mananciais do estado da Bahia, no estado de Minas Gerais e Águas Envasadas de oito estados brasileiros); a nota de qualidade oscilou nas quatro categorias (ótima, boa, regular e ruim) para os mananciais e obteve nota boa para a maioria das análises realizadas de águas naturais envasadas.

Cabe destacar que esse modelo aceita a inserção de dados orgânicos, e também foi testado em área sob influência de atividades industriais.

1.6. GQWI-PORTUGAL

Na aplicação do índice GWQI-Portugal (Groundwater Quality Index-Portugal) ou IQAS-Portugal, um dos estudos (Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill, 2006), sinaliza a grande preocupação dos especialistas, no desenvolvimento de índices, que avaliem a interferência do crescimento de atividades agrícolas em função dos níveis de concentração de nitratos nas águas, principalmente devido ao uso descontrolado de fertilizantes.

A intensificação da agricultura na Europa, ocorreu no início da década de oitenta e levou ao aumento, muitas vezes descontrolado, do uso de fertilizantes minerais, encorajado por subsídios da União Europeia (UE). Em análise de mais de 300 poços, entre 1996 e 2000, em províncias costeiras do país, foi identificado

que 32% dos poços amostrados, apresentaram valores acima do limite para potabilidade (Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill, 2006),

O IQAS português apresenta uma metodologia diferente dos outros índices: considera somente 3 classes⁵, associadas as seguintes concentrações dos parâmetros: i) menor qualidade da água (LQ); ii) conforme padrão de referência (GL) e iii) alta qualidade (HQ). Essas classes foram segregadas em função das normas de potabilidade, estabelecida pela Comunidade Econômica Europeia (CEE), que indicam a concentração máxima permitida de determinada substância na água para consumo.

Para classificação da água (Quadro 8) os autores criaram as seguintes categorias, em função da concentração dos parâmetros que se desejou analisar:

- Classe 1 (HQ \leq GL): os níveis de concentrações dos parâmetros devem ser menor ou igual ao padrão de referência (GL);
- Classe 2 (GL-MAC⁶): os níveis de concentrações devem se situar entre o padrão de referência (GL) e a concentração máxima permissível (MAC);
- Classe 3 (LQ): os níveis de concentrações se situam acima da concentração máxima permissível.

Quadro 8 - Definição das classes de qualidade de água pelo IQAS-Portugal (GWQI-Portugal)

Parâmetro de análise	Classificação do IQAS (GWQI)		
	Classe 1 HQ \leq GL	Classe 2 GL - MAC	Classe 3 LQ > MAC
NO ₃	≤ 25	25 - 50	> 50
SO ₄ ²⁻	≤ 25	25 - 250	>250
Cl ⁻	≤ 25	25 - 250	> 250
Ca ²⁺	≤ 100	100 - 200	> 200

Unidade dos dados em mg/L / Fonte: Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill (2006)

No Quadro 8, o resultado de NO₃ (nitrato), na amostra A foi 31 mg/L, implica dizer que é Classe 2 (Quadro 9), evidenciando que a mesma encontra-se no intervalo de 25 a 50 mg/L. Logo, de acordo com a padronização dos dados definida pelos autores supracitados, define-se que o resultado é "1", pois a amostra possui uma classificação. A mesma analogia pode-se fazer para as demais amostras de nitrato, que evidenciaram Classe 3, para a amostra B e Classe 1 para a amostra C, respectivamente (135 e 6 mg/L). Os resultados que deram "0", significa que as amostras não pertencem às outras classes definidas.

Quadro 9 - Procedimento para padronização do nitrato (NO₃)

Nº amostra	Concentração de NO ₃ (mg/L)	Padronização para o IQAS (GWQI)		
		\leq GL	GL - MAC	> MAC
A	31	0	1	0
B	135	0	0	1
C	6	1	0	0

GL (guide level): padrão de referência; MAC (maximum admissible concentration): concentração máxima permissível

Fonte: Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill (2006)

Para chegar ao índice, destacam-se o uso de transformações estatísticas, correlações, identificação de similaridades, dentre outras estratégias que permitem alcançar um resultado mais próximo da situação real. Ao final, o IQAS (GWQI) apresenta a seguinte formulação matemática:

⁵ LQ: low quality; GL: guide level; HQ: high quality

⁶ MAC: maximum admissible concentration

$$F_i = \frac{1}{p\sqrt{\lambda}} \sum_{j=1}^m \delta_j L_j$$

Onde:

F_i : pontuação final da amostra i (varia de -1, alta qualidade, a 1, baixa qualidade)

p : número de parâmetros envolvidos na construção do índice

λ : valor próprio

m = número de classes (=3)

j : número da classe (1, 2 ou 3)

δ_j : fator que indica o parâmetro pertence a alguma classe (1, se pertence a classe j , 0, se não for)

L_j : fator de carregamento da classe j

Após o resultado do índice, faz-se sua distribuição, resultando na agregação das amostras em função do seu nível de variação de -1 a 1. O zero indica água dentro dos padrões.

A aplicação do índice utilizou parâmetros relacionados à interferência agrícola (nitrato, sulfato, cloreto e cálcio) em duas regiões litorâneas em Portugal (Campina de Faro e Campina da Luz) e obteve resultados indicando, que as duas áreas estudadas apresentavam baixo nível de qualidade da água, revelando alto potencial de degradação de seus aquíferos (Stigter, Ribeiro & Carvalho Dill, 2006).

O GWQI-Portugal, embora também se apresente como uma ferramenta facilitadora para gestão dos níveis de poluição das águas subterrâneas, requer cuidados quanto à agregação das variáveis envolvidas, pois verifica-se que cada amostra é padronizada separadamente, devido sua concentração se encontrar dentro ou fora do padrão de referência, para depois classificá-la, realizar a simulação (calcular F) e por último agregar os resultados em função da alta ou baixa qualidade da água identificada na simulação.

1.7. WQI-INDIA

O índice WQI ou IQA-Índia, desenvolvido em 2012 foi criado para avaliar a influência das atividades naturais e antrópicas com base em vários parâmetros químicos, considerados importantes para as águas subterrâneas (Kumar et al, 2014).

Para o cálculo do IQA-Índia, foram atribuídos pesos relativos de 0 a 1 (Quadro 10), de acordo com a importância dos parâmetros, para fins de potabilidade da água:

Quadro 10 - Parâmetros utilizados no IQA-INDIA, com respectivos pesos

Parâmetro	Peso (w_i)
Nitrato (NO_3)	0,142
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,114
Sólidos dissolvidos totais (STD)	0,142
Sulfato (SO_4)	0,114
Bicarbonato (HCO_3)	0,086
Cloreto (Cl)	0,086
Cálcio (Ca^{2+})	0,057
Magnésio (Mg^{2+})	0,029
Potássio (K^+)	0,057
Sódio (Na^+)	0,057
Condutividade elétrica	0,114

Fonte: Kumar et al (2014)

O IQA-ÍNDIA é calculado a partir das seguintes equações:

$$S_i = W_i \times q_i \quad (8)$$

$$q_i = (C_i/S_i) \times 100 \quad (9)$$

$$WQI = \sum S_i \quad (10)$$

Onde,

q_i , indica a classificação de qualidade;

C_i , indica a concentração de cada parâmetro químico em cada amostra, expressa em miligramas por litro;

S_i , indica o padrão da OMS (WHO, 2011), para cada parâmetro químico em miligramas por litro;

W_i , é o peso atribuído ao parâmetro (Quadro 10).

Por fim, calcula-se o S_i , que é a nota de classificação para cada parâmetro simulado.

Para o cálculo do IQA-Índia (WQI), faz-se a soma dos valores do S_i , que resulta no índice de qualidade de água para cada amostra.

A categoria de classificação, no caso deste índice, considera que quanto maior o valor do IQA calculado maior é sua condição de inadequabilidade ao uso:

≤ 50 (excelente); 50 a 100 (água boa); 100 a 200 (água ruim); 200 a 300 (muito ruim); > 300 (imprópria).

Para demonstrar a aplicação deste índice, Al-Hadithi (2012), utilizou-se 21 amostras de água subterrânea de uma bacia hidrográfica, no Distrito de Haridwar, Índia. Dos parâmetros do Quadro 10, foram analisados 9, e comparados entre si, por grupos de afinidade. O resultado mostrou que 48% das amostras de água se enquadravam na categoria excelente e 48% na categoria de água boa. O autor identificou que somente 4% das amostras apresentaram condição de qualidade muito ruim, o que foi atribuído principalmente aos valores elevados de cálcio, potássio, nitrato, sólidos totais dissolvidos, bicarbonato e cloreto, nas águas subterrâneas, sendo ressaltada ao final do estudo, a importância de se monitorar regularmente a qualidade das águas subterrâneas utilizando ferramentas como o IQA, que é eficaz para as mudanças espaciais e temporais na qualidade da água e do solo.

Tanto Kumar et al (2014), como Al-Hadithi (2012), utilizaram este índice, demonstrando a facilidade de aplicação e evidenciando que se trata de uma técnica que deve ser mantida para dar suporte às decisões quanto aos usos prioritários da água subterrânea no país.

1.8. ANÁLISE COMPARATIVA DOS ÍNDICES

A aplicação de IQA's como ferramenta de avaliação dessas águas é muito útil para dar subsídio à gestão de recursos hídricos, quanto se trata de tomar decisão quanto aos seus usos, principalmente para atender consumo humano.

Os IQA's são ferramentas de comunicação entre o gestor e o usuário da água e permitem sua análise, principalmente para garantir seu uso mais nobre.

O índice a ser utilizado deve ser cuidadosamente selecionado, pois alguns deles foram criados para atender determinada especificidade de uma região, a exemplo do IQA indiano e dos brasileiros (IQNAS e IQAS).

Como nem todos os dados das análises de qualidade da água podem ser inseridos em um índice, pois o tornaria indesejavelmente complexo, decorre então, a necessidade de utilizar índices que possam retratar melhor a real situação local e não somente utilizá-lo para exprimir condições genéricas.

O IQA-NSF, dos Estados Unidos, um dos primeiros IQA's a serem utilizados pelos governos, destaca-se pela sua ampla divulgação, e por servir de base para a criação de outros IQA's.

O desenvolvimento de todos os índices baseou-se na opinião de especialistas com relação à importância do parâmetro, na normalização dos dados e na inserção de padrões de referência, os quais são utilizados como base de cálculo.

Índia, Portugal, França, Canadá e Brasil, criaram IQA's que podem permitir a análise da água em função do tipo de uso pretendido ou em função da interferência previamente identificada.

Independente das peculiaridades a serem consideradas no índice, eles são úteis para fins de comparação entre áreas com determinado nível de impacto. A água de uma área com atividades industriais pode apresentar maior inconformidade para usos de consumo humano, mas pode ser utilizada para outros usos, que não exigem nível de tratamento elevado.

Os métodos: CCME, SEQ-Eaux, PORTUGUÊS e e-IQUAS, são os índices que mais se aplicam aos objetivos desse estudo pelo fato de não restringirem o número de parâmetros utilizados no modelo e, também, admitirem compostos orgânicos voláteis.

Os métodos: Índia, Brasil (IQAS e IQNAS) e USA (NSF) apresentam limitação quanto ao número de parâmetros usados, variando de 6 a 13 parâmetros.

Os Quadros 11 e 12, evidenciam as principais diferenças e similaridades entre os IQA's, apresentadas e discutidas neste capítulo.

Quadro 2 – Análise comparativa entre os modelos de qualidade da água subterrânea - IQAs
 pH: potencial hidrogeniônico; T: temperatura; Tur: turbidez; OD: oxigênio dissolvido; P: fósforo; N: nitrogênio; ST: sólidos totais; Col: coliformes; DBO: demanda bioquímica de oxigênio; Me: metais; Pe: pesticidas;
 (*): parâmetros necessários para completar a análise, ou parâmetros focados no objetivo do uso, inclusive os compostos orgânicos

Índice / país de aplicação	Nº de parâmetros	Nº de análises	Características específicas													Objetivos de utilização		
			Ph	T	Tur	Od	P	N	St	Col	Dbp	Me	Pe	Cl	Outros (*)			
Iqa nsf - national sanitation foundation Eua; 12 estados brasileiros	9	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Padronizar a avaliação de corpos hídricos nos programas de monitoramento da qualidade da água
Iqa ccme-canadian council of ministers of the environment	≥ 4	≥ 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Monitorar a qualidade da água; Avalia a frequência e a extensão com que um dado ultrapassa seus níveis normais de qualidade da água/padrões ambientais.
Iqa seq-eaux souterraines França	17 grupos/ mínimo de 83 parâmetros relacionados	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Alteração da qualidade e uso do recurso. Cada parâmetro é avaliado individualmente e posteriormente é avaliado o grupo que ele pertence.
Iqa-india	11 a 13	-	X														X	Potabilidade
Iqa-portugal	≥ 4	-													X	X	X	Atividades agrícolas
Iqas-brasil	6	-	X					X (no ₃)	X								X	Potabilidade; transmitir as peculiaridades locais da água subterrânea do estado brasileiro.
Iqnas-brasil	6	-	X					X (no ₃)	X							X	X	Avaliar qualidade natural da água subterrânea do estado brasileiro.
E-iqas-brasil	8 grupos/85 parâmetros relacionados	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Se aplica aos múltiplos usos da água

Quadro 3 – Quadro resumo parecer versus critérios de qualidade da água – IQAs

Índice	Características Específicas	
	Parecer/Artigos	Critério de avaliação
IQA NSF - National Sanitation Foundation / EUA	Parâmetros criados a partir do julgamento de especialistas; não contempla parâmetros relevantes oriundos de atividades agrícolas e industriais (metais pesados, pesticidas, trihalometanos, presença de parasitas patogênicos e surfactantes. etc); tende a superestimar a qualidade de um determinado recurso hídrico; aplicado em recursos hídricos superficiais.	(0 a 100) - Ótima, Boa, Regular, Ruim, Péssima
IQA CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment	Parâmetros definidos em função da existência de diretrizes/normas padrão; não é adequado para usos restritivos; índice aberto e flexível; aplicado em recursos hídricos superficiais e subterrâneos.	(0 a 100) - Ótima, Boa, Regular, Ruim, Péssima
IQA SEQ - Eaux Souterraines / França	Adequado para caracterizar uma amostra e para guiar os usuários e os órgãos ambientais ao uso em si; criada para atender as normas europeias (francesas); específico para recursos hídricos subterrâneos.	(0 a 100) - classificação depende da atividade/uso
IQA - India	Criado para avaliar a influência das atividades naturais e antrópicas com base em vários parâmetros químicos (inorgânicos), considerados importantes para as águas subterrâneas.	(>50 a > 300) - Ótima, Boa, Ruim, Muito ruim, imprópria
IQA - Portugal	Áreas de alta e baixa qualidade da água podem ser facilmente distinguidos por cientistas, bem como os gestores públicos ou a sociedade em geral. Os mapas podem servir como um guia para detectar a presença de contaminantes mais complexos, tais como os pesticidas, que são frequentemente difíceis de analisar e podem formar uma ameaça grave para a saúde; específico para recursos hídricos subterrâneos.	(0 ou 1 para definição da classe); 3 classes: menor, média e alta qualidade
IQAS-Brasil	Dá uma boa resposta para os objetivos desejados, principal sobre as interferências de sais na água; específico para recursos hídricos subterrâneos.	(0 a 100) - Ótima, Boa, Aceitável; Imprópria
IQNAS-Brasil	Aplicado em áreas que identifiquem que os 6 parâmetros do modelo (cloreto, pH, sólidos totais, dureza, flúor e nitrato) representam as condições de qualidade que se deseja evidenciar; específico para recursos hídricos subterrâneos.	(0 a 100) - Ótima, Boa, Aceitável; Imprópria
e-IQUAS-Brasil	Índice adequado para qualificação das águas subterrâneas, fácil de aplicar, equilibrado do ponto de vista de complexidade técnica e totalmente flexível à inclusão de qualquer variável. Seu cálculo pode ser desenvolvido em qualquer linguagem de programação e disponibilizado livremente para uso da comunidade;	(80, 60, 40 e 20) - Ótima, Boa, Regular e Ruim

O IQA-CCME destaca-se pela não limitação de parâmetros que podem ser inseridos, com os respectivos valores de referência existentes, independente do uso da água previsto. Embora ocorra uma simulação agregando todos os parâmetros que se deseja avaliar, o conhecimento dos riscos dessa agregação, induz a que se tenha cuidados, utilizando parâmetros que se relacionem à interferência que se deseja monitorar.

O SEQ-Eaux, também não tem limite de parâmetros, mas possui uma padronização diferente ao trabalhar por grupos (17) e agregar os parâmetros em função da atividade produtiva ou em função do uso da água pretendido. Da mesma forma o e-IQUAS (Brasil), sendo que reduziu o número de grupos para 8 (oito), em função das similaridades de alterações. Ambos os IQA's, adotam uma metodologia que requer cuidados com as informações trabalhadas, devido ao número de avaliações preliminares que se realiza antes da simulação propriamente dita.

O IQA-Portugal, além de criar classificações intermediárias (classe 1, 2 e 3), também apresenta seus resultados com valores que variam de "-1 a 1", o que define uma padronização para a água avaliada como de baixa ou alta qualidade. A estratégia dessa padronização é realizar a simulação separadamente para cada parâmetro. Ou seja, se houverem 500 análises de benzeno, por exemplo, todas as concentrações precisam inicialmente passar pela classificação estabelecida pelo modelo, o que demanda tempo. Após isso, é que se obtém o resultado da simulação que vai orientar na agregação dos resultados entre águas de baixa ou alta qualidade.

Dados históricos de águas subterrâneas são primordiais para que se conheça o aumento ou redução da concentração de determinado contaminante e em função disso, visando dar suporte ao desenvolvimento de IQA's específicos para a região. Por exemplo, uma região tipicamente agrícola, requer um banco de

dados de análises, que possam ser agrupadas por tipo de fertilizante ou pesticida utilizado. Isso pode determinar decisões sobre a substituição dos métodos de irrigação, para que não tornem a água indisponível, em pouco tempo, para o uso prioritário na região.

Verifica-se que existem atualmente esforços no sentido de se criar índices em diversas regiões do planeta, a maioria com fins mais regionais, o que sinaliza para a eficácia desses IQA's para atenderem às determinadas especificidades. Devido às suas características hidrogeoquímicas e hidrogeológicas, as águas subterrâneas podem demandar índices específicos, mesmo considerando seu local de ocorrência, comportamento no meio, interferências naturais e antrópicas e disponibilidade.

REFERENCIAS

- [1] Al-Hadithi, Mufid. Application of water quality index to assess suitability of groundwater quality for drinking purposes in Ratmao-Pathri Rao watershed, Haridwar District, India. American Journal of Scientific and Industrial Research, p. 395-402, 2012.
- [2] Almeida, Rosa A. S. de.. Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea (e-IQUAS): uma Metodologia de Modelagem Numérica Flexível. Tese de Doutorado (Doutorado em Energia e Ambiente), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, 2012. 344p.
- [3] Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação (PRC), nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, 2017.
- [4] Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.
- [5] Cadilhac, L., Albinet, M. (Coord). Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines - Rapport de présentation, Version 0.1. Agences de l'Eau et le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, France, 75p, 2003.
- [6] CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian water quality guidelines for the protection of Water Quality Index, User's Manual. In: Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of aquatic life: CCME, Winnipeg, 2001. Disponível em http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html. Acesso em setembro de 2014.
- [7] CETESB. Indicadores de qualidade/Índice de qualidade das águas (IQA). Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em janeiro de 2016.
- [8] França. Agência de Água. Systeme D'évaluation de la Qualite des Eaux Souterraine. SEQ - Eaux souterraines – Rapport de présentation, Version 0. Agência de Água, 2002. p1-66
- [9] Hurley, Tim, Sadiq, Rehan, Mazumder. Asit.. Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality. Journal of the American Water Resources Association, nº 46, p.3544-3552, 2012.
- [10] Kumar, S. Krishna; Logeshkumaran, A., Magesh, N. S., Godson, Prince S., Chandrasekar, N.. Hydro-geochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India. Appl Water Sci. Journal of Hydrology, maio, 2014.
- [11] Lumb, A., Sharma, T.C., Bibeault, J. F., Klawunn, P.. A Comparative Study of USA and Canadian Water Quality Index Models. Water Qual Expo Health, 2011. p.203-216.
- [12] Menezes, Juliana Magalhães. Índice de Qualidade de Água Subterrânea Aplicado em Área de Aquíferos Cristalinos com Uso Agrícola: Bacia do Rio São Domingos, RJ. Tese (doutorado), UFRJ/PPG/Programa de Pós Graduação em Geologia, 2009. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGI, 2009. 189p.
- [13] Oliveira, I. B.; Negrão, F. I.; Rocha, T. S.. Determinação do índice de qualidade da água subterrânea – IQAS, com base nos dados de poços tubulares do estado da Bahia: áreas piloto: Recôncavo e Platô de Irecê. 2004. Revista Águas Subterrâneas on-line. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23432>. Acesso em setembro de 2014.
- [14] Oliveira, I. B.; Negrão, F. I.; Silva, A. G. L. S.. Aplicação do índice de qualidade natural da água subterrânea (IQNAS) para os domínios hidrogeológicos do estado da Bahia. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Curitiba, Brasil, 2006.
- [15] Oliveira, I. B.; Negrão, F. I.; Silva, A. G. L. S.. Mapeamento dos aquíferos do estado da Bahia utilizando o índice de qualidade natural das águas subterrâneas – IQNAS. Revista Águas Subterrâneas, v.21, n.1, 123-137, 2007.
- [16] Oliveira, I. B.; Santos, P. R. P. dos. Avaliação do gerenciamento das águas subterrâneas da bacia hidrográfica

do Recôncavo Norte, Estado da Bahia, utilizando a concessão da outorga de uso como indicador do nível de gestão. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.abrh.org.br>. Acesso em dezembro de 2014.

[17] Stigter, T.Y., Ribeiro, L., Carvalho DILL, A.M.M.. Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies - Two Portuguese case studies. *Journal of Hydrology*. p. 578-591, 2006.

[18] Tyagi, Shweta, SHARMA, Bhavtosh, Singh, Prashant, Dobha, Rajendra.. Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. *American Journal of Water Resources*, v. 1, n.3, p.34-38, 2013.

[19] Who. World Health Organization. Guidelines for drinking-Water Quality. v. 1, 3ª edição. Who Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, Who, 2011.

[20] YISA, Jonathan; Jimoh, Tijani Oladejo; OYIBO, Ohiemi Michael. Underground Water Assessment using Water Quality Index. *Leonardo Journal of Sciences*, July-December, p33-42, 2012.

Capítulo 16

Uso racional da água e a redução de efluentes na indústria de bebidas

Florene Belato Tavares

Rebeca Rodrigues Crespo Teixeira

Amanda Carolina Santos de Matos

Bruna Dalbem

Andrea Fagundes Ferreira Chaves

Giann Bernni Furtado Beanni Farrinelli

Resumo: Partindo da ótica da estratégia de Produção Mais Limpa (P+L), buscou-se analisar a indústria de cervejas e refrigerantes, que utiliza a água como principal matéria prima e em grandes quantidades; portanto, uma das principais medidas a serem tomadas a fim de melhorar este tipo de processo é o uso racional deste recurso. Assim, o trabalho procurou explicar acerca do processo produtivo, efluentes gerados e uso da água nas indústrias produtoras de cerveja e refrigerantes por meio de revisão bibliográfica, propondo medidas de racionalização do uso da água no setor. Observou-se que esta indústria gera grandes volumes de efluentes, e que estes possuem elevada alcalinidade e carga orgânica. Desta forma, foram propostas medidas de redução de perdas de água no processo e de reuso dos efluentes, que podem proporcionar às indústrias menores custos de produção, menores passivos ambientais e maior competitividade no mercado, onde medidas deste tipo são de grande importância para o consumidor.

Palavras-chave: Produção Mais Limpa, Indústria de Bebidas, Uso da água.

1. INTRODUÇÃO

O século XXI foi marcado pelo início da discussão acerca de meios de produção ecologicamente sustentáveis, objetivando priorizar na indústria não somente a produção em si, mas também a redução dos impactos ambientais oriundos do processo (LIMA e WALTER, 2017). A partir disso, surgiu a estratégia de Produção Mais Limpa (P+L). Segundo Fagundes, Veiga e Souza (2020), a P+L consiste em possibilidade estratégica que atualmente é adotada no Brasil e diversos países e a qual as indústrias de laticínios podem fazer uso em busca da sustentabilidade. Portanto, a P+L busca minimizar a utilização de recursos naturais e reduzir ou eliminar a poluição durante o seu processo produtivo, se baseando em premissas como a da Produção e Consumo Responsáveis, definidas no âmbito do ODS 12.

A indústria de bebidas utiliza a água como principal matéria prima e em grandes quantidades. Portanto, tem-se que uma das principais medidas a serem tomadas em relação à melhoria deste do processo neste setor se refere ao uso racional da água, com a diminuição da geração de efluentes e minimização de perdas no processo, resultando em redução de custos (CAVALCANTE, MACHADO e LIMA, 2013). Deste modo, o estudo teve como objetivo apresentar alternativas em Produção Mais Limpa que o uso da água e consequente redução quali/quantitativa de efluente na indústria de bebidas, em especial de cerveja e refrigerantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica. Na primeira fase buscou-se caracterizar o processo produtivo das indústrias do setor, explanando acerca das etapas de produção da cerveja e do refrigerante. Em seguida, procurou-se identificar quais as fontes geradoras de efluentes durante o processo supracitado e as características destes efluentes. Finalmente, foram elencadas as possíveis medidas de racionalização do uso da água no processo produtivo de acordo com as formas de utilização deste recurso no setor. Para isso foram considerados *cases* de sucesso em Produção Mais Limpa.

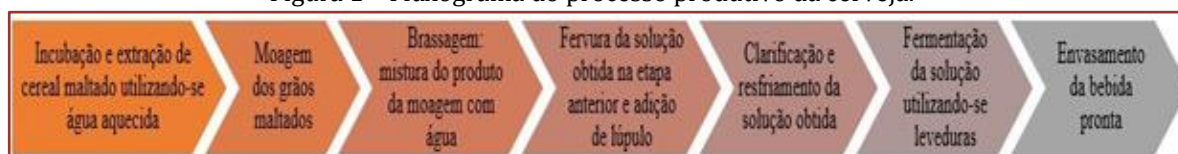
É importante destacar que o reúso da água é uma importante prática do ponto de vista ambiental, uma vez que incentiva a redução de pressões sobre o recurso. Atualmente, a sensibilização com as questões ambientais têm formado consumidores mais conscientes, que ao se preocuparem com as questões ambientais, criam novos mercados para produtos e serviços que degradem menos e sejam ambientalmente corretos, como de empresas que possuam certificações ambientais (TORRES et al, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROCESSO PRODUTIVO

A produção de cerveja se inicia com a obtenção do mosto, matéria prima da fermentação, que é a mistura do malte triturado com água (SEBRAE, 2016). As cervejas podem ser preparadas a partir de grãos brutos ou maltados - sementes que iniciaram seu processo de germinação. Segundo Delgado (2016), consiste nas seguintes etapas (figura 1):

Figura 1 – Fluxograma do processo produtivo da cerveja.



Fonte: Modificado de Delgado (2016).

Já a produção do refrigerante, de acordo com Cruz (2012) se inicia a partir do xarope ou calda base, que é obtido através da diluição do açúcar cristal em água quente. Em seguida, acrescentam-se conservantes, acidulantes e o aroma, que darão sabor à bebida, e finalmente há adição da água gaseificada. As etapas, segundo Berenhauer (1999) são as seguintes (figura 2):

Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo do refrigerante.



Fonte: Modificado de Cruz (2012).

A água é matéria prima fundamental para a produção de cerveja e refrigerante e compõe de 90% a 95% do produto final. Influencia de maneira completa na sua qualidade e, dependendo do teor e dos tipos de sais minerais dissolvidos, deve receber tratamento específico. O índice de consumo na produção de cerveja varia entre 4 e 10 L água/L bebida. Já na produção de refrigerantes, são observados índices de consumo de 2,5 a 3,5 L água/L bebida. As principais fontes geradoras de efluentes na produção são as lavagens realizadas nos equipamentos em todas as etapas do processo, bem como nas tubulações, pisos, locais de armazenamento e garrafas (BERENHAUSER, 1999; SANTOS e RIBEIRO, 2005).

Para Silva (2018), as principais fontes poluidoras desse segmento industrial, se relacionam ao descarte de substâncias brutas empregadas nos processos de fabricação, como extratos vegetais e açúcares. Assim, esse despejos podem ser considerados os principais contribuintes para carga em DBO do efluente. Salienta-se que em indústrias de refrigerantes, por exemplo, os efluentes são gerados com a lavagem de pisos, máquinas e salas de xaroparia; descartes de produtos retornados do mercado; linhas de enchimento de latas e garrafas (PET e vidro); CIP e algumas vezes pelo esgoto sanitário.

3.2. CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES

O impacto ambiental gerado por pelas fábricas de cerveja e refrigerante pode ser bastante significativo, especialmente devido à descarga de fluxos muito grandes de efluentes que apresentam pH alcalino e significativa concentração de carga orgânica (DBO, DQO e sólidos totais), devido a elementos como o açúcar do xarope e dos extratos vegetais que são utilizados na formulação das bebida (SERENO FILHO et al, 2013).

Além do mais, a utilização de compostos ácidos e alcalinos de limpeza pode causar elevada variação do pH. Todavia, pode-se afirmar que os despejos provenientes destas indústrias se caracterizam pela elevada quantidade de carga orgânica e por um pH predominantemente alcalino (OMIL et al, 2003).

Desta forma e, ainda de acordo com Sereno Filho et al (2013), em função dessa elevada carga orgânica e elevado grau de complexidade da composição dos efluentes industriais que são oriundos dos processos produtivos dessas indústrias, faz-se necessário um alto grau de tratamento da água de processo, e isso acaba também exigindo a combinação de processos para que possível uma eficiente remoção dos poluentes.

No processo de identificação e caracterização da qualidade do efluente gerado na indústria de cervejas e refrigerante, deve-se observar as características e aspectos de todo o processo industrial. Contudo, ressalta-se que normalmente não há interesse em se determinar os diversos compostos dissolvidos no efluente. Isto não só pela dificuldade em se executar vários destes testes em laboratório, mas também pelo fato dos resultados não serem diretamente utilizáveis como elementos de projeto e operação (CRUZ, 2012).

Portanto, é preferível a utilização de parâmetros indiretos, que traduzam as características da qualidade ou o potencial poluidor do despejo desse efluente in natura. Assim, deve-se observar: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal total, turbidez, sólidos sedimentáveis (SS), fósforo (P), condutividade e toxicidade (VON SPERLING, 2005).

Ademais, para a quantificação do efluente gerado, faz-se necessário o uso de procedimentos analíticos que devem ser executados a fim de determinar a quantidade de sólidos. Os dados de sólidos têm importância para o acompanhamento na eficiência dos sistemas de tratamento para águas residuárias. Os efluentes industriais clarificados devido à remoção da matéria orgânica em suspensão (coloidal ou sedimentável) e dissolvida, bem como pela redução da presença de microrganismos, são considerados tratados (GUIMARÃES e NOUR, 2001).

3.3. MEDIDAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA

Segundo Casado et al (2007), a adoção de um Programa de Gestão de Água (PGA) no processo industrial resulta em menores despesas da empresa com captação, tratamento, bombeamento, resfriamento e aquecimento da água. Além disso, a implantação do PGA poderia levar a uma redução de até 20% dos custos operacionais de uma indústria de bebidas.

As medidas de racionalização do uso da água sempre influenciam na quantidade de efluentes gerados, pois menores consumos implicam em menores vazões de efluente. A primeira medida a ser tomada em qualquer programa de prevenção à poluição é o monitoramento. Assim, são levantadas informações para que se possa implementar as medidas de uso racional (IPPC, 2003). Também é de grande eficácia a realização de programa detalhado de manutenção com o objetivo de eliminar ou reduzir vazamentos; recomenda-se ainda a instalação de restritores, timers e válvulas que interromperão o suprimento de água caso haja paradas de produção, evitando transbordamentos (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

Ademais, uma maior eficiência de limpeza reduz o uso e descarte de produtos químicos. Quando os efluentes estiverem na ETE para acerto do pH, o consumo de produtos para corrigir este parâmetro também será reduzido. A redução de perdas no processo também reduz a necessidade de lavagens e, logo, a utilização destes materiais. Assim, recomenda-se melhor controle de processo, como na adoção do sistema *Clean In Place* (IPPC, 2003).

Quanto ao reuso da água, existem inúmeras possibilidades na maioria dos processos envolvidos no setor. Uma delas é a recuperação da água de contra lavagem dos filtros de carvão e areia. Após a contra lavagem, a água recuperada pode passar novamente por todo o sistema de múltiplas barreiras. Outras possibilidades incluem o reuso em: geração de vapor em caldeiras, lavagem de veículos, limpeza de pisos e paredes, reutilização em equipamentos de processo, sistemas de refrigeração etc. Porém, devem ser observados certos parâmetros de qualidade na água e efluentes a serem reutilizados, para evitar incrustações, corrosões e outros danos aos equipamentos (GALVÃO, 2010).

Todavia, segundo Mancuso e Santos (2003), o reuso potável de efluentes na fabricação de bebidas ainda apresenta riscos à saúde do consumidor devido à possível presença nestes de microorganismos, metais pesados, compostos orgânicos, dentre outros. Os custos para realizar um tratamento que possa tornar estes efluentes potáveis são extremamente elevados. Logo, o único reuso viável destes efluentes no setor é aquele com fins não potáveis

4. CONCLUSÃO

Embora a discussão e incorporação de medidas protetivas ao ambiente venham sendo cada vez mais constantes na indústria de bebidas, é certo que há ainda diversas outras medidas a serem implementadas. Logo, os pontos discutidos neste trabalho podem ser compreendidos como os mais básicos e principais a serem adotados no processo produtivo. Desta forma, as soluções propostas podem proporcionar às indústrias redução de gastos de produção, melhor eficiência ambiental e maior competitividade no mercado, onde medidas deste tipo são de grande importância para o consumidor.

REFERÊNCIAS

- [1] Casado, E. A. S.; Santos, L. G. A.; MENDES, J. B.; Pinto, D. P. Redução do consumo
- [2] de água na indústria de bebidas. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo.
- [3] Cruz, G. F. B. Dossiê Técnico – Fabricação de Refrigerantes. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2012.
- [4] Delgado, Y. L. Plano de Negócio Para Microcervejaria Artesanal. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Escola de Administração, 2016.
- [5] Fagundes, C. M. C.; Veiga, L. B. E.; Souza, S. L. Q. Produção Mais Limpa em uma indústria de laticínios: boas práticas de gestão ambiental. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Vol. 1 – N. 2, 2020.
- [6] Galvão, M. R. Estudo do reuso não potável de água de processo e efluente tratado em indústria de bebidas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná: Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, 2010.
- [7] Guimarães, J. R.; Nour E. A. A. Tratando Nossos Esgotos: Processos que imitam a natureza. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 1, p. 19-30, 2001.

- [8] IPPC - European Integrated Pollution Prevention AND Control Bureau. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. Sevilha, 2003.
- [9] Lima, D.; Walter, F. Produção mais limpa e sustentabilidade na indústria de cerveja. In: XIX Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2017, São Paulo. Mancuso, P. C. S.; Santos H. F. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003.
- [10] OMIL, F.; Garrido, J. M.; Arrojo, B.; Méndez, R. Anaerobic filter reactor performance for the treatment of complex dairy wastewater at industrial scale. *Water Research*, v. 37, p. 4099-4108, 2003.
- [11] SEBRAE. Microcervejarias. Brasília: Sebrae, 2016. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/Arquivos_Chronus/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/\\$File/7503.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/Arquivos_Chronus/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/$File/7503.pdf). Acesso em: 20/04/2018.
- [12] Sereno Filho, J. A.; Santos, A. F. M. S.; Bahé, J. M. C. F. Gobbi, C. N. Lins, G. A. Almeida, J. R. Tratamento de efluentes da indústria de bebidas em reator anaeróbio de circulação interna (ic). *Revista Internacional de Ciências*. v.3 - n.1 - jan./jun. 2013
- [13] Silva, L. R. Monitoramento de ete e avaliação da tratabilidade anaeróbia do efluente de uma indústria de bebidas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2018.
- [14] Torres, T. L.; Oliveira, J. C.; Baum, C. A.; Becegato, V. A.; Henks, J. A. Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reuso e recuperação. *Revista gestão & sustentabilidade ambiental*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.370-385, abr./jun. 2018.
- [15] Von Sperling, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, v. 1, 452 p., 2005.

Capítulo 17

Avaliação dos impactos ambientais de usinas sucroenergéticas de Minas Gerais

William Correa

Dircilene Soares da Silveira

Alexandre André Feil

Resumo: Este estudo objetivou avaliar os impactos causados por cinco usinas sucroenergéticas localizadas em Minas Gerais, Brasil. A metodologia empregou uma abordagem quali-quantitativa, descritiva e o procedimento técnico foi uma *survey*. Os principais resultados revelam que os impactos negativos foram relatados no meio físico (contaminação dos recursos hídricos) e no meio biótico (animais), ambas, na atividade relacionada ao plantio da cana de açúcar. Os impactos positivos estão centrados no meio antrópico (geração de emprego e tecnologia) vinculados ao processo produtivo das usinas sucroenergéticas. As cinco usinas sucroenergéticas apresentam características semelhantes quanto aos impactos ao meio físico, biótico e antrópico. Dessa forma, conclui-se que os impactos ambientais oriundos da produção das cinco usinas sucroenergéticas, ainda são críticos, o que torna essencial a adoção de medidas sustentáveis ou mitigatórias para que, se não puderem ser evitados, que possam ser controlados e minimizados.

Palavras-Chave: Avaliação de Impactos, Meio físico, Meio biótico, Meio antrópico, Impactos ambientais.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, na atualidade, ocupa uma posição relevante em nível global na área da produção de biocombustível e contribui para a crescente demanda global por fontes de energia alternativas e renováveis, em especial, por meio da industrialização de culturas de cana-de-açúcar (Hussain; Arif; Aslam, 2017).

A extensão do cultivo de cana-de-açúcar em solos brasileiros, nas duas últimas safras abrange 1,5% das terras cultiváveis de vários estados, especialmente em São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Alagoas e Pernambuco, que são responsáveis por 92,1% da produção nacional (Nocelli et al., 2017).

O setor sucroenergético demanda uma enorme quantidade de recursos naturais, em especial, o consumo de água no processo indústria (Rebelato; Madaleno; Rodrigues, 2014). Estes autores ainda enfatizam que a industrialização da cana de açúcar é processada mediante transformações químicas e bioquímica, que geram resíduos e subprodutos poluidores, por exemplo, a vinhaça, a torta de filtro, o bagaço, o melaço, o óleo fúsel, os efluentes destinados às lagoas de sedimentação, cinzas, entre outros. Nesta lógica, as agroindústria sucroenergética, tem sido alvo de inquietações e julgamentos críticos em função dos impactos ambientais (Machado; Silva, 2010).

O impacto ambiental corresponde a “[...] qualquer modificação no meio ambiente, adversa ou benéfica que resulte no todo, ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” (NBR ISO 14.001, 2015, p. 2). Os impactos ambientais podem ser quantificados e qualificados pelas ferramentas da Avaliação de Impactos Ambientais (Fernández, 2018), por exemplo, o método Ad Hoc, Checklists, Matrizes de Interação, Redes de Interação, Superposição de Cartas, Modelos de Simulação, Métodos Quantitativos, entre outros.

Estes métodos são estruturados para identificar, coletar, organizar e apresentar dados sobre impactos ambientais, de maneira compreensível e objetiva (Moraes; D’Áquino, 2016).

2. OBJETIVOS

Mensurar os impactos do meio físico, biótico e antrópico causados pelas usinas sucroenergéticas do Noroeste de Minas Gerais através de um método que possa demonstrar o tamanho e a magnitude destes impactos.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa utilizou-se da abordagem Quali quantitativa, pesquisa descritiva e *survey*. A unidade de análise abrange cinco unidade sucroenergéticas localizadas na região noroeste de Minas Gerais, em 2018.

O método de Avaliação de Impacto Ambiental utilizado, nesta pesquisa, foi uma combinação da matriz de interação (Matriz de Leopold) e o método quantitativo, para avaliar o meio físico (Ar, Recurso hídrico, Recurso solo), Biótico (Fauna e Flora) e antrópico das usinas sucroenergéticas, conforme Kaercher et al. (2012).

Os critérios de quantificação ocorreu com os valores (0) Nenhum Impacto, (1) Desprezível, (2) Baixo Grau, (3) Médio Grau, (4) Alto Grau, (5) Muito Alto Grau de impacto, além desta classificação, também foi atribuído se o impacto é positivo ou negativo utilizando-se o sinal (+) e (-), respectivamente.

A validação da estrutura da matriz combinada entre o método interação (Matriz de Leopold) e o método quantitativo ocorreu com auxílio de quatro pesquisadores com experiência na área da avaliação de impactos ambientais com título de doutor.

Após a validação, a matriz combinada foi enviada às cinco usinas sucroenergéticas participantes desta pesquisa, para preenchimento, dando assim, início ao levantamento de dados, que ocorreu em set. de 2018. A matriz combinada elaborada neste estudo pode ser encontrada em sua versão completa na dissertação de Correa (2019).

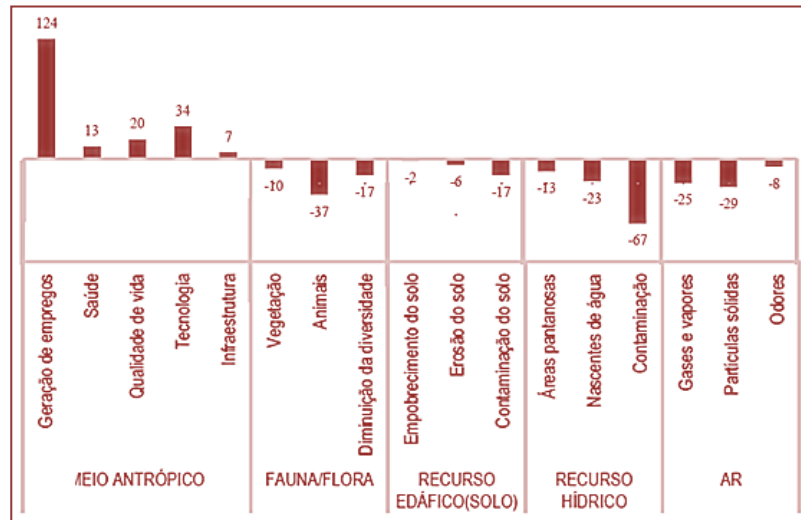
4. RESULTADOS

Os resultados revelam que as usinas sucroenergéticas do noroeste de Minas Gerais, segundo os respondentes, que o Meio Físico, em especial, na contaminação de recursos hídricos (Figura 1). Além disso,

a Figura 2 apresenta que esta contaminação ocorreu, em especial, na atividade de plantio da cana de açúcar (1). O uso de agrotóxicos é um dos mais graves fatores de deterioração dos recursos hídricos (Azevedo; Monteiro, 2011).

Figura 1: AIA pelo método combinado no meio físico, biótico e antrópico

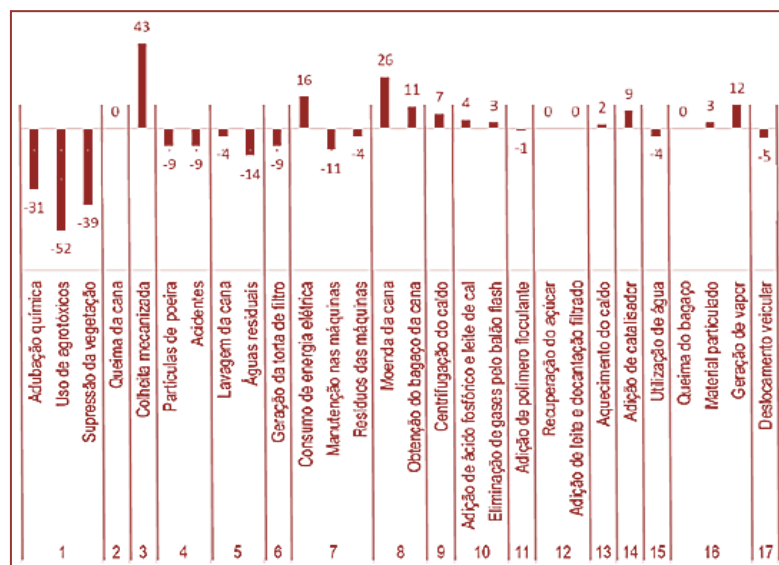
Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: As respostas dos respondentes foram somadas por item avaliado.



Outro impacto registrado ocorreu no meio Fauna e Flora em relação aos animais (Figura 1) e que também ocorreu no processo de plantio da cana de açúcar, conforme Figura 2.

No meio antrópico o impacto positivo mais proeminente registrado pelos respondentes ocorreu na geração de empregos, tecnologia e qualidade de vida (Figura 1). Estes impactos ocorrerem, em especial, nas atividades de processamento, extração, tratamento físico e químico, e da decantação, em função da necessidade de mão de obra necessária para industrializar a cana de açúcar (Figura 2).

Figura 2: AIA pelo método combinado das atividades realizadas pelas usinas sucroenergéticas.



Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: Os processos das atividades são representadas por (1) Plantio, (2) Colheita, (3), (4) Transporte, (5) Preparo da cana-de-açúcar, (6) Tratamento p/açúcar e álcool, (7) Processamento geral da cana de açúcar, (8) Extração do caldo da cana-de-açúcar (9) Tratamento físico do caldo, (10) Tratamento químico do caldo, (11) Decantação, (12) Filtração do lodo com resíduo, (13) Esterilização do caldo puro, (14) Fermentação alcoólica, (15) Destilação alcoólica, (16) Geração de energia (17) Armazenamento e distribuição.

Em 2016, o setor mineiro contou com cerca de 174 mil trabalhadores diretos e indiretos (SEBRAE, 2016), além disso, o complexo sucroalcooleiro respondeu por 16,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do Agronegócio Mineiro (Minas Gerais, 2017).

5. CONCLUSÕES

Os principais resultados revelam que a contaminação dos recursos hídricos e do solo pelo uso de adubos químicos e agrotóxicos, na etapa de plantio da cana de açúcar. Esse impacto negativo atinge o meio físico e o meio fauna e flora. A demanda pelo uso da água no processo de produção do etanol carece de estudo de práticas mais satisfatórias para que, além do reaproveitamento, haja redução do consumo. Já o meio antrópico foi impactado, de forma positiva, com maior relevância para a geração de empregos e tecnologia que propiciam melhor qualidade de vida para os moradores locais. Dessa forma, conclui-se que os impactos ambientais oriundos da produção sucroenergética, ainda são críticos, o que torna essencial a adoção de medidas sustentáveis ou mitigatórias para que, se não puderem ser evitados, que possam ser controlados.

REFERÊNCIAS

- [1] Azevedo, A.A.; Monteiro, J.L.G. Análise dos impactos ambientais da atividade agropecuária no cerrado e suas inter-relações com os recursos hídricos na região do pantanal – World Wildlife Fund. Disponível em: <http://ssets.wwfbr.panda.org/downloadswwf_brasil_impactos_atividade_agropecuaria_cerrado_pantanal.pdf>. Acesso em: 30 de julho de 2019.
- [2] Correa, William. Avaliação dos impactos ambientais, sociais e econômicos em usinas sucroenergéticas de minas gerais. 2019. 112f. Mestrado em Sistemas ambientais sustentáveis, Universidade do Vale do Taquari – Univates. 2019.
- [3] Hussain, Akhtar; ARIF, Syed Muhammad; ASLAM, Muhammad. Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 71, p. 12-28, 2017.
- [4] Kaercher, Jonas Alvaro et al. Optimization of biodiesel production for self-consumption: considering its environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, v. 46, p. 74-82, 2013.
- [5] Minas Gerais. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Perfil do agronegócio mineiro - agrícola. 2017.
- [6] Moraes, M.A.F.D.; Oliveira, F.C.R.; Chavez-Diaz, R.A. Socio-economic impacts of Brazilian sugar cane industry. *Environmental Development, Colorado*, v. 16, p. 31-43, 2015.
- [7] Nocelli, R. C. F. et al. Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica. In: Fontanetti, C. S.; Bueno, O. C. (Org.). *Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica*, Bauru, SP: Canal 6, 2017.
- [8] Rebelato, M. G.; Madaleno, L. L.; Rodrigues, A. M. Avaliação do desempenho ambiental dos processos industriais de usinas sucroenergéticas: um estudo na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. *Revista de Administração da UNIMEP*, v. 12, n. 3, p. 122-151, 2014.
- [9] SEBRAE, MG/portalsebrae. 2017. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br>. Acesso em 30 jul. 2019.

Capítulo 18

Análise de tendência de temperaturas extremas na Cidade de Palmas – TO

Eduardo Silva Ries

Girlene Figueiredo Maciel

Roberta Araújo e Silva

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo identificar a ocorrência de tendências nas temperaturas máxima e mínima no município de Palmas -TO, utilizando dados da estação convencional do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no período de 1995 a 2017. Os dados de temperatura do ar utilizados correspondem aos maiores valores de temperatura máxima e as menores temperaturas mínimas de cada ano do referido período. Para análise da hipótese de tendência foi empregado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall, amplamente utilizado e recomendado pela Organização Meteorológica Mundial – OMM, para análise de tendência de séries temporais de dados ambientais. Os resultados indicam que existe uma tendência significativa de acréscimo nos valores extremos anuais das temperaturas mínimas e máximas com confiabilidade de 99%. A temperatura mínima apresentou maiores tendências de aumento, com elevação de aproximadamente $0,18^{\circ}\text{C}/\text{ano}$; enquanto que a temperatura máxima apresentou tendência de aumento de $0,16^{\circ}\text{C}/\text{ano}$.

Palavras-chave: Mann-Kendall; Temperatura máxima; Temperatura mínima;

1. INTRODUÇÃO

O cenário de mudanças climáticas globais e seus impactos na sociedade moderna e meio ambiente tem despertado grande interesse por parte da população e da comunidade científica mundial. Os estudos buscando a detecção de tendências climáticas em séries de observações hidrometeorológicas de variáveis como precipitação e temperatura, são uma importante ferramenta para analisar os possíveis efeitos de uma variação climática em determinada região. Rodrigues e Santos (2007) definem tendência de uma série temporal, como uma mudança sistemática e contínua em um parâmetro de uma amostra de dados. Dessa forma, o termo tendência climática pode ser definida como um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios de uma variável climática em um dado período de registro.

Silva e Silva (2011) destacaram o teste não-paramétrico de Mann-Kendall como a ferramenta estatística mais utilizada nas análises de tendências climáticas em séries de dados temporais. Já GOOSSENS e BERGER (1996) afirmam que este é o teste mais apropriado para analisar as mudanças climáticas em séries climatológicas.

Assim, este artigo tem por objetivo detectar a existência de possíveis tendências estatisticamente significativas nos eventos extremos temperatura do ar máxima e mínima a no município de Palmas -TO, utilizando dados da estação convencional do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no período de 1995 a 2017. Espera-se a partir dessa investigação contribuir com o estado da arte do conhecimento da variabilidade temporal dos extremos de temperatura em Palmas - TO, dada a carência de informações associada às projeções de mudanças climáticas globais, às oscilações naturais do clima e ao processo de urbanização

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura do ar máxima e mínima utilizados neste estudo foram obtidos na estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Palmas (TO). A estação iniciou suas operações em outubro de 1993 e está situada no Plano Diretor Sul do município, dentro de sua área urbana. Os dados utilizados no presente trabalho contemplam os extremos anuais de temperatura máxima e mínima, ou seja, a maior máxima e menor mínima de cada ano no período de 1995 a 2017.

Para a efetiva análise dos dados, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Kendall (MANN, (1945); Kendall, (1975)). As avaliações foram feitas na escala anual, através de avaliações da série histórica das temperaturas ao longo do ano (valores extremos anuais) de cada estação meteorológica. O teste de Mann-Kendall (MK) é uma ferramenta estatística recomendada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), para análises de tendências em séries temporais de dados ambientais. O teste de MK tem a seguinte estatística (Kendall, 1955):

$$S = \sum_{i < j} a_{ij} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{de modo de que: } a_{ij} = \text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & \text{se } x_i < x_j \\ 0 & \text{se } x_i = x_j \\ -1 & \text{se } x_i > x_j \end{cases} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (\text{Equação 3})$$

$$ZMK = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo ZMK, o Z calculado de MK (Equação 4), o termo utilizado para testar se existe tendência (negativa/positiva) nos dados analisados ou não ocorre tendência (hipótese nula). O termo ZMK, quando positivo, indica uma tendência de acréscimo e quando negativo, uma tendência de decréscimo na determinada variável analisada na série de dados, considerando a significância estatística de $\alpha = 0,01$ (confiabilidade de 99%).

De acordo com SILVA et al. (2010), para determinar o valor da inclinação da tendência, através de uma estatística não paramétrica, utiliza-se a seguinte equação (Equação 5):

$$\beta = \text{Median} \left[\frac{x_j - x_i}{(j-i)} \right], \text{ para } i < j. \quad (\text{Equação 5})$$

Sabendo que x_j e x_i são dados medidos no tempo j e i .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do teste não paramétrico de Mann-Kendall aplicado aos extremos anuais de temperatura do ar da cidade Palmas – TO, verificou-se tendência positiva das temperaturas máximas e mínimas ao nível de confiança de 99% e com significância estatística de $\alpha = 0,01$, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1 - Resultado do teste de Mann -Kendall com nível de confiança de $\alpha = 0,01$

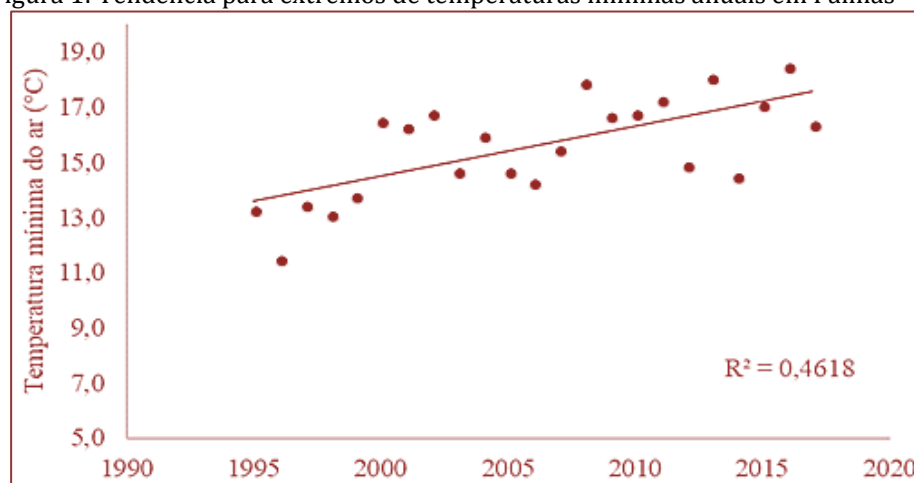
Variável analisada	Teste de Mann – Kendall Valor de Z calculado	$\alpha = 0,01$
Temperatura mínima	3,32	+S
Temperatura máxima	4,04	+S

+S = Tendência positiva significativa

Fonte: Próprio autor

A inclinação da tendência mostra comportamento crescente dos valores extremos de temperatura do ar mínimas ao longo do período analisado (Figura 1), com aumento de $0,18 \text{ }^\circ\text{C/ano}$, o que corresponde a aproximadamente $4,17^\circ\text{C}$ para o período analisado.

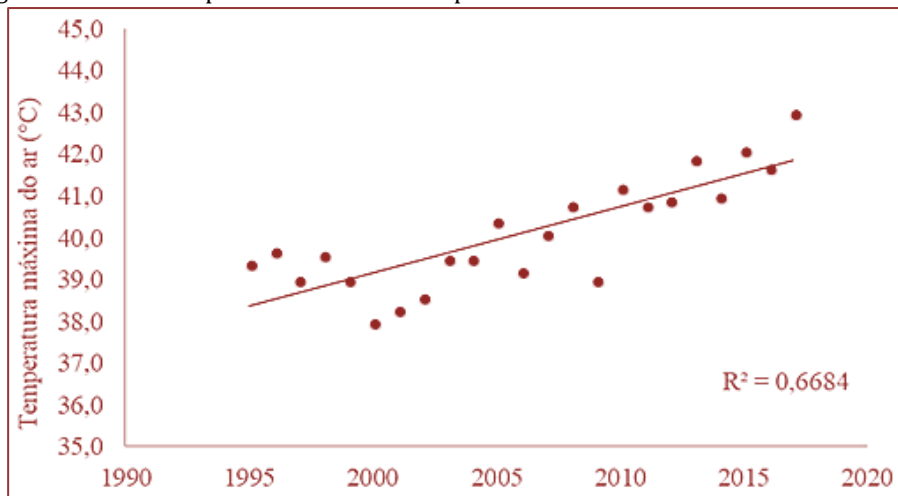
Figura 1: Tendência para extremos de temperaturas mínimas anuais em Palmas –TO



Fonte: INMET

Os valores extremos de temperatura do ar máxima, para o período analisado, também apontam para tendência positiva. Porém com uma tendência de inclinação menor, de aproximadamente $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ (Figura 2), o que corresponde a um aumento de $3,63^{\circ}\text{C}$ na temperatura do ar máxima para o período analisado.

Figura 2: Tendência para extremos de temperaturas máximas anuais em Palmas -TO



Fonte: INMET

4. CONCLUSÃO

O presente estudo apurou a existência de tendências positivas dos extremos anuais da temperatura do ar máxima e mínima na cidade de Palmas - TO, estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade. Esses resultados indicam que mudanças importantes estão ocorrendo, principalmente em relação à temperatura mínima, o que pode impactar a agricultura, o ciclo hidrológico, fauna, flora e a população local.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil; INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 02 Mai. 2018.
- [2] Goossens, C.; Berger, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae*, Berlin, v. 4, n. B4, p.385-400, 1986.
- [3] Kendall, M. G. Rank Correlation Methods. 2 ed. Griffin, London, 1955.
- [4] Rodrigues, R. A.; Santos, R. S. Estudo de tendência climática na série temporal de precipitação pluviométrica em Araguari (MG). *Revista Geográfica Acadêmica*, v.1, n.1, p. 20-27, 2007.
- [5] Silva, D. F; Silva, R. A. Uso do teste de Mann-kendall para detecção de tendências climáticas comparativas entre regiões cearenses. IV SIC - Simpósio Internacional de Climatologia; Out 16 -19; João Pessoa. Rio de Janeiro: SBMET, 2011.
- [6] Silva, R. A.; Silva, V. P. R ; Cavalcanti, E. P.; Santos, D. N. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n.5, p. 501-509, 2010.

Capítulo 19

Parâmetros da reação de transesterificação etílica-metílica com óleo de soja para produção de biodiesel

Carlos Michel dos Anjos dos Santos

Laurênio Ferreira Lopes

Thays da Silva Folly

Resumo: Após várias tentativas de descobrir um meio energético mais eficiente e menos prejudicial ao meio ambiente, foram realizadas diversas pesquisas a respeito dos biocombustíveis, um deles é o biodiesel. O biodiesel pode ser produzido a partir da reação de transesterificação na qual é preciso reagir um óleo de qualquer natureza com um álcool de cadeia curta na presença de um catalisador básico, ácido ou enzimático. Neste estudo foram realizadas, em bancada, experimentos em triplicata variando a razão molar entre 1:3, 1:6 e 1:9 (i), tempo de reação, 60 minutos (ii), porcentagem de catalisador entre 0,5%, 1,0% e 1,5% (iii) e mantendo a temperatura na faixa entre 50°C e 60°C. O projeto tem o objetivo de apontar o íntimo das características entre cada amostra observando suas respectivas conversões, análise de propriedades físico-químicas de acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) e condições de produção, tais como, viabilidade da lavagem e secagem no processo e custo energético. Os resultados obtidos apontaram que para um melhor rendimento é importante empregar uma quantidade mínima de catalisador e utilizar a razão molar.

Palavras-chave: Biodiesel; transesterificação; catalisador; viabilidade de rota; óleo de soja.

1. INTRODUÇÃO

Com as necessidades de conservação do meio ambiente, o biodiesel se tornou uma alternativa para substituir o combustível de origem derivada do fóssil, a sua utilidade ajuda a contribuir na diminuição de poluente durante o processo de combustão. (Gerhard Knothe, 2011)

O óleo vegetal é uma opção de matéria para produzir biodiesel por ter uma alta produção e ser uma matéria-prima de baixo custo. Cada brasileiro tem um alto consumo de óleo vegetal, em especial a soja, que em grande parte possui um descarte inadequado, prejudicando o meio ambiente, contribuindo para impactos indesejáveis ambientais, além de entupir tubulações e prejudicar o sistema de tratamento de água e esgoto. Segundo dados da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustível), o óleo usado em cozinhas representa apenas 0,99% da produção de biodiesel no Brasil. (Agencia envolve, 2019)

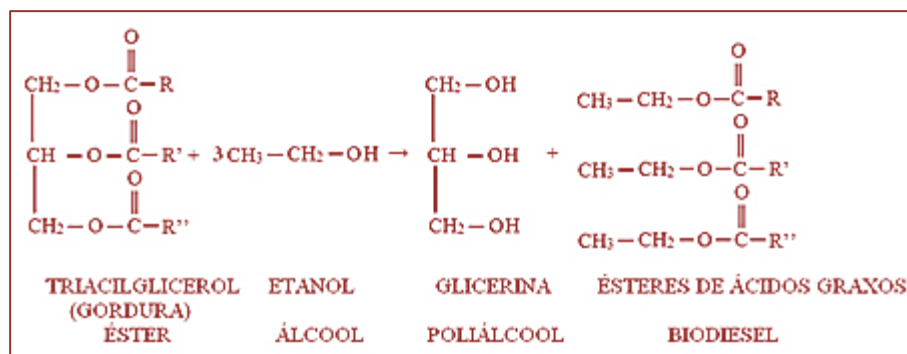
O biodiesel é um combustível oxigenado que é produzido a partir da transesterificação de triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais e suas propriedades são muito similares as do diesel. O biodiesel vegetal em especial o de soja possui maior número de ácidos graxos insaturados, ocorrendo uma diminuição entre as cadeias apolares em decorrência de uma menor área de contato e interações entre as moléculas. (ANP, 2008)

O Brasil abre oportunidades de crescimento no biodiesel e pode se transformar em um dos maiores produtores no mundo. O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou no início de novembro, o cronograma de expansão da mistura do biodiesel ao diesel no país. A proposta estabelece que a adição de biodiesel cresça um ponto percentual ao ano, passando do atual patamar de 10% (mistura B10) para 11% (mistura B11) em junho de 2019.

O processo continua sucessivamente e a ampliação será realizada até março de 2023, quando todo o biodiesel comercializado ao consumidor final conterá 15% de biodiesel. De acordo com o CNPE, a estimativa é que a produção do biodiesel brasileira passe de 5,4 para mais de 10 bilhões de litros anuais, entre 2018 e 2023. Um aumento de 85% da demanda doméstica.

O biodiesel é um óleo vegetal gerado a partir de óleos de gorduras vegetais e animais. De acordo com a ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – cerca de 70% do biodiesel produzido é feito de óleo de soja, 17% de gordura animal (sebo) e os demais de outras matérias-primas como o óleo de cozinha usado e óleo de semente de algodão. É derivado de uma fonte renovável, portanto, reduz a dependência e preservação de petróleo; biodegradável; diminui as emissões de gases tóxicos e possui uma boa lubrificação.

A transesterificação é um método bastante comum para a produção de ésteres alquílicos derivados de óleos vegetais e gordura animal, através de um meio alcalino comumente empregado em reação com álcool de cadeia orgânica curta (etanol ou metanol) para produzir biodiesel e glicerina.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Nas amostras foram preparadas soluções de NaOH (hidróxido de sódio) com mistura de metanol e etanol, seguida de adição do óleo de soja, aquecido a 60°C por 1 hora sobre agitação magnética constante até a formação dos produtos, glicerina e biodiesel. Essa então foi transferida para um funil de decantação por 24 horas. Após esse período, foi realizado a separação do biodiesel, lavagem, secagem e filtragem.

Esse procedimento foi usado seguindo um planejamento fatorial 2^3 para um total de 8 experimentos com três níveis (-1; 0; +1) e 3 réplicas no ponto central. As variáveis que regulam o processo de fabricação de biodiesel foram a razão molar entre óleo e mistura etanol-metanol, catalisador (%) e variação da proporção etanol-metanol. O planejamento experimental utilizado foi controlado em um software estático. As variáveis foram: rendimento da massa, teor de catalisador e a razão molar entre óleo e álcool.

Tabela 1 – Planejamento fatorial

Níveis			
Variáveis	-1	0	1
% Catalisador	0,5	1,0	1,5
Razão molar	1:3	1:6	1:9
Proporção (%) etanol/metanol	10:90	20:80	30:70

A tabela acima, determina os valores usados em cada nível das variáveis estudadas na transesterificação do óleo de soja na síntese do biodiesel etanol-metanol (BEM) no planejamento experimental.

Tabela 2 – Determinação dos experimentos

Experimentos	% Catalisador	Razão Molar	Proporção etanol/metanol
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento em massa foi obtido pelo método de pesagem após a purificação do biodiesel com a utilização da fórmula:

$$\eta = \left(\frac{\text{massa do biodiesel}}{\text{massa do óleo}} \right) \times 100$$

As condições utilizadas e os resultados obtidos em cada um experimento estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Conversões obtidas na transesterificação.

Exp.	% cat.	Massa cat.(g)	Razão molar	Razão etanol/metanol	Rendimento (%)
BEM 1	0,5	1,0	01:03	10:90	73,57
BEM 2	1,5	3,0	01:03	10:90	43,46
BEM 3	0,5	1,0	01:09	10:90	88,37
BEM 4	1,5	3,0	01:09	10:90	73,04
BEM 5	0,5	1,0	01:03	30:70	88,20
BEM 6	1,5	3,0	01:03	30:70	44,08
BEM 7	0,5	1,0	01:09	30:70	90,55
BEM 8	1,5	3,0	01:09	30:70	56,67
BEM 9	1	2,0	01:06	20:80	88,82
BEM 10	1	2,0	01:06	20:80	88,83
BEM 11	1	2,0	01:06	20:80	90,67

4. CONCLUSÃO

A elaboração do planejamento fatorial foi de suma importância, pois pode correlacionar cada variável no experimento, podendo notar sua interferência no resultado, assim verificou que o uso do óleo de soja para produção do biodiesel se mostrou satisfatório utilizando as seguintes condições: a razão molar de óleo: álcool entre 01:06 e 01:09, teor de catalisador NaOH entre 0,5 e 1,0%, com tempo de reação em 60 minutos e temperatura de 55 a 60 °C.

A pesquisa analisou as características entre as amostras feitas com ênfase nas análises das variáveis que foi catalisador, razão molar. Os resultados finais revelaram que o rendimento de massa médio foi de 82,42% com uma razão molar de óleo: álcool entre 01:06 e 01:09, teor de concentração NaOH 1 e 2% e fração de mistura de 20:80 e 30:70. Sendo confirmado os dados da melhor mistura com a repetição tripla com o nível de ponto central (nível 0).

REFERÊNCIAS

- [1] ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Bicomustíveis. Resolução nº. 7, de 19 de março de 2008. Regulamento Técnico nº 01/ 2008. Brasília:Diário Oficial da União, 20.3.2008.
- [2] ASTM D 445. Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (the Calculation of Dynamic Viscosity). Annual Book of ASTM Standards, Vol. 05.01, p. 185-193, 2001.
- [3] Brandão, Kiany Sirley Ribeiro. Otimização do processo de produção de Biodiesel Metílico e Etílico do óleo de mamona (*Ricinus Communis L.*) aplicando um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Dissertação (Mestrado em Química Analítica). Universidade Federal do Maranhão. São Luis, 2007.
- [4] Knothe, Gerhard. Manual de biodiesel. 1ª edição. Editora Edgar Blucher Ltda. 2006
- [5] RBB - Rede Baiana de Biocombustíveis. Informativo nº 119. Bahia, junho de 2006. Disponível em: www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br. Acessado em: fev. 2007.

Capítulo 20

Degradação do carbono orgânico de lixiviado de aterro sanitário por ozonização catalítica em sistema contínuo

Hélcio José Izário Filho

Renata Alves de Brito

Marco Aurélio Kondracki de Alcântara

Adriano Francisco Siqueira

Leandro Gonçalves Aguiar

Patrícia Caroline Molgero da Rós

Joaquim Joffre Brandão

Resumo: O chorume é um líquido produzido na decomposição dos resíduos sólidos e apresenta riscos ambientais devido à variedade de compostos presentes na matriz, muitos deles recalcitrantes. Riscos ambientais relacionados ao chorume são uma preocupação em nível mundial. Neste trabalho, utilizou-se ozonização catalítica em presença de ferro para tratar um chorume *in natura* com baixa biodegradabilidade ($DBO_5/DQO < 0,2$) proveniente do aterro sanitário de Cachoeira Paulista – SP, Brasil. Objetivou-se avaliar a redução da carga orgânica, bem como a alteração de outras características do chorume. Foram utilizados diferentes níveis de ozonização [POW], fluxo de saída do reator [FLOW], concentrações de ferro [Fe] e pH [pH]. Foi obtido redução da carga orgânica total (%TOC) de $59,20 \pm 2,37\%$, nos níveis mais elevados de [POW], [FLOW], [Fe] e [pH]. Após o tratamento por ozonização catalítica, as características químicas do chorume tratado não atingiram os níveis preconizados pela CETESB para descarte em rios. Porém, como houve aumento na biodegradabilidade, há possibilidade de posterior aplicação de um tratamento biológico. Uma inovação deste trabalho é que o tratamento por ozonização catalítica foi realizado em sistema contínuo. Atualmente, o emprego de ozonização catalítica pouco avançou além de escalas de estudo conduzidas em laboratório, em batelada. Uma das barreiras encontradas para a ampliação de escala é a manutenção de um volume constante do líquido do reator, uma vez que grandes quantidades de espuma são geradas durante o tratamento. O reator aqui utilizado apresenta uma solução para essa dificuldade, abrindo perspectivas promissoras para a utilização do processo em escalas maiores, como a piloto e, eventualmente, a industrial.

Palavras-chave: tratamento de efluentes, chorume, ozonização catalítica, íon ferro, processo contínuo.

1. INTRODUÇÃO

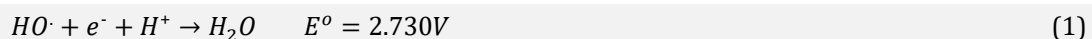
Em todo o mundo, a destinação inadequada dos resíduos sólidos tem se consolidado como um dos maiores problemas da atualidade. Países economicamente desenvolvidos deparam-se com um resíduo cada vez mais complexo em sua constituição e consequentes problemas relativos a seu tratamento. No Brasil, como em outros países, a globalização tem induzido ao consumo, mesmo nos aglomerados pequenos e pobres. Esse maior consumo está associado a uma maior produção de resíduos.

Após a precipitação pluviométrica sobre a massa de resíduos, o fluxo de água pelos vazios da massa sólida determina o seu contato e mistura com o chorume, resultando em um líquido que apresenta vários tipos de poluentes, entre os quais encontram-se compostos orgânicos biodegradáveis e não biodegradáveis, compostos nitrogenados, sólidos em suspensão e, em alguns casos, metais pesados e compostos tóxicos. Este líquido (ou mistura de líquidos) tem sido denominado de lixiviado.

A liberação de lixiviado pode ocorrer tanto durante como depois da operação do aterro sanitário, devido a taxa de umidade dos resíduos no local, as reações químicas, físicas e microbiológicas dos resíduos e a água da chuva. Devido as suas características peculiares, como elevados valores de demanda química de oxigênio (COD), de carbono orgânico total (TOC), cor e potencial tóxico, o lixiviado se torna um dos problemas ambientais gerados com os resíduos sólidos urbanos (VELI et al., 2007). Esse material percolado, proveniente dos aterros sanitários, pode conter grande quantidade de matéria orgânica recalcitrante, não degradada por microrganismos. Nessa matéria orgânica recalcitrante o grupo de ácidos húmicos representa uma parcela importante. A matéria orgânica pode oferecer dificuldade à biodegradação em decorrência de alguns fatores, dentre os quais podem ser destacados a estrutura química complexa desprovida de grupos funcionais reativos, a ação tóxica de compostos químicos sobre os microrganismos responsáveis pela degradação, inativando metabolismo celular dessas espécies e as interações entre compostos químicos gerando produtos não acessíveis a biodegradação.

De uma maneira geral, vem se tornando cada vez mais acentuada a busca por tecnologias limpas e altamente eficientes no tratamento de lixiviados. Existe uma opção grande de métodos que podem ser utilizados no tratamento desses lixiviados, aplicados isoladamente ou em conjunto. Uma revisão sobre alternativas para tratamento pode ser encontradas em Torreta et al. (2017). No caso de lixiviados provenientes de aterros antigos, é comum a presença de compostos altamente tóxicos e recalcitrantes, dificilmente tratados diretamente por outros processos, como os biológicos. Nesses casos, a utilização de Processos Oxidativos Avançados são uma alternativa a ser considerada, uma vez que apresentam potencial de degradar, ao menos parcialmente, esses compostos recalcitrantes e tóxicos. Se a sua toxicidade e recalcitrância dos lixiviados for alta, não se consegue ter êxito apenas com o tratamento biológico. Nesses casos, é necessário um pré-tratamento para degradar e mineralizar a carga orgânica suficientemente para que o resto da mesma seja degradada biologicamente.

Os processos oxidativos avançados são definidos como os processos baseados na formação de radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), altamente oxidante. Devido ao seu alto potencial padrão de redução, este radical é capaz de oxidar uma ampla variedade de compostos orgânicos a CO_2 , H_2O e íons inorgânicos provenientes de heteroátomos (NOGUEIRA et al., 2007) (Equação 1).

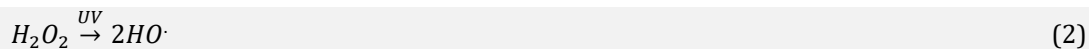


A ozonização catalítica pode ser considerado como um processo heterogêneo, quando na presença de óxidos metálicos ou óxidos metálicos suportados. Ozonização catalítica é um método que, em algumas situações, tem-se mostrado efetivo na remoção de vários compostos orgânicos presentes em água e em efluentes aquosos. Contudo, esse método é empregado principalmente em escala laboratorial (KASPRZYK-HORDERN et al., 2003).

Os catalisadores propostos para o processo homogêneo de ozonização catalítica são metais de transição como Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Cr^{3+} , Zn^{2+} . A natureza do metal de transição aplicado determina não somente a taxa de reação, mas, também, a seletividade e o consumo do ozônio (KASPRZYK-HORDERN et al., 2003).

Para iniciar a produção de radicais hidroxila e começar as oxidações, é usada frequentemente radiação ultravioleta (UV). Comumente, adiciona-se à água poluída peróxido de hidrogênio, H_2O_2 , que é irradiado na solução com ultravioleta fornecida por uma fonte potente na faixa de 200-300 nm. O peróxido de hidrogênio absorve a radiação ultravioleta (mais especialmente próxima a 200 nm do que a 300 nm, e usa

a energia obtida desta maneira para clivar a ligação O-O, o que resulta na formação de dois radicais $\cdot\text{OH}$ (Equação 2).



Os sistemas de ozonização catalítica têm sido estudados principalmente em laboratório, embora alguns estudos em escala industrial existam. Em parte, a dificuldade de tratar grandes volumes de chorume utilizando ozonização catalítica, deve-se ao fato do tratamento ser efetuado em batelada. Dado o grande volume de chorume gerado em aterros sanitários, tratá-lo em sistema batelada seria, em princípio, inviável. Quando o volume a ser tratado é grande, o uso de sistema contínuo seria vantajoso em relação ao sistema em batelada. A utilização de sistemas em fluxo contínuo abre novos caminhos para ampliar a escala de laboratório para escala piloto e, eventualmente, para escala industrial. Porém, em que pese a importância da ampliação de escala do tratamento, ainda existe grande carência de estudos conduzindo o processo em sistema de fluxo contínuo.

Diversos motivos podem ser elencados para explicar a não utilização do sistema em fluxo contínuo para tratamento do chorume. Entre eles, encontra-se a dificuldade de manter constante o volume reacional durante o sistema contínuo. O processo Fenton gera uma espuma na superfície do lixiviado. Essa espuma implica em variação de volume. A manutenção de um volume constante é crucial para que o processo Fenton possa ser conduzido.

Neste trabalho os autores desenvolveram um reator para tratamento em sistema contínuo que permite manter constante o volume a ser tratado. Isso foi possível ao promover a recirculação da espuma formada na superfície do lixiviado durante o tratamento. Tal inovação, em que pese a aparente simplicidade, mostra uma solução para que outros reatores em sistema contínuo sejam desenvolvidos. Isso abre novas opções para que esses lixiviados comecem a ser tratados em escala piloto.

Este estudo teve por objetivo avaliar a redução da carga orgânica de um lixiviado tratado por ozonização catalítica, em diferentes níveis de ozonização, fluxo de saída do reator, concentrações de ferro e pH. Um aspecto inovador que merece destaque é que os autores desenvolveram e utilizaram um reator em sistema contínuo.

2. METODOLOGIA

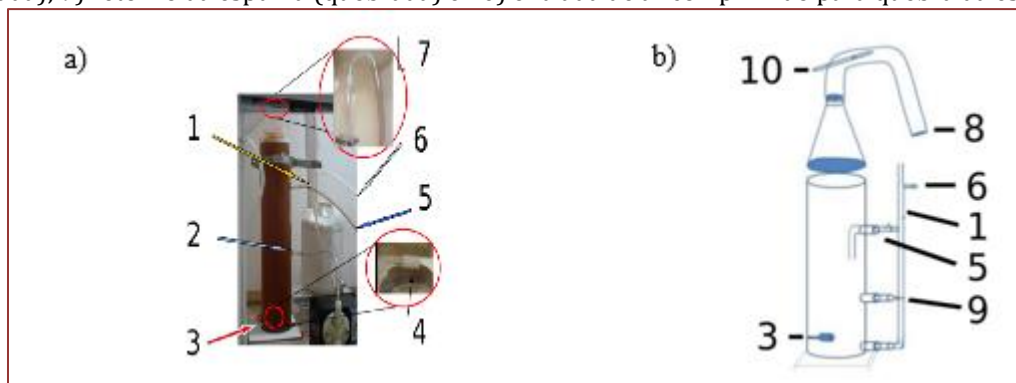
Utilizou-se chorume proveniente do aterro sanitário da cidade de Cachoeira Paulista, Estado de São Paulo, Brasil (22°39'4"S 45°3'18"W). O chorume foi coletado da lagoa junto ao aterro sanitário. Para a caracterização físico-química do efluente utilizaram-se os parâmetros descritos no Artigo 18 da CETESB (CETESB, 1976) e Artigo 34 do CONAMA 430/11 (CONAMA, 2011). A metodologia utilizada encontra-se em APHA (2012). Utilizou-se como variável resposta a redução percentual do teor de carbon orgânico total (%TOC). Essa porcentagem foi calculada em função da concentração de TOC (carbono orgânico total) do chorume *in natura* e do tratado (Equação 3):

$$\%TOC = \frac{TOC_{in\ natura} - TOC_{tratado}}{TOC_{in\ natura}} \times 100 \quad (3)$$

O reator desenvolvido pelos autores é apresentado na Figura 1 (IZÁRIO FILHO et al., 2016). Uma inovação importante desse reator é o acoplamento de uma saída localizada no topo com retorno ao lixiviado sendo tratado. A espuma formada na superfície do lixiviado é arrastada pelos gases e retorna ao corpo do reator. Com isso, é possível manter o volume do líquido no reator constante, o que é importante para que o sistema seja conduzido em sistema contínuo.

Foram utilizados os seguintes fatores para o estudo exploratório e otimização do tratamento do chorume: [POW]: potência do ozonizador; [FLOW]: vazão de saída do reator, [Fe]: concentração de Fe^{2+} e [pH]: pH. Para cada fator, foram utilizados três níveis: (-1), (0) e (+1). Os níveis para cada fator foram os seguintes: [POW]: 32; 56 e 80 W; [FLOW]: 1,31; 1,97 e 2,63 L h⁻¹; [Fe]: 100, 300 e 500 mg L⁻¹ e [pH]: 2, 3 e 4.

Figura 1. Reator de borossilicato para tratamento do lixiviado em sistema contínuo. a) fotografia e b) esquema. 1) entrada da solução catalítica ácida; 2) retorno da espuma arrastada pelo gás não reagido; 3) entrada do ozônio; 4) detalhe: vidro sinterizado para dispersão do gás; 5) entrada do chorume *in natura*; 6) saída do chorume tratado; 7) detalhe: entrada de ar para quebra da espuma; 8) saída da espuma (quebrada); 9) retorno da espuma (quebrada) e 10) entrada de ar comprimido para quebra da espuma.



Para avaliar e otimizar os níveis dos fatores, foi elaborado um planejamento fatorial fracionado com replicata e triplicata no ponto central. Essa matriz experimental do planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} utilizou o conceito de confundimento, onde a interação dos três primeiros fatores da matriz, resultou no quarto fator, o pH. O pH é um fator de difícil controle, pois a sua correção no chorume *in natura* é dada pela entrada de solução catalítica (catalisador + ácido) em sistema contínuo.

Para melhor avaliação dos efeitos e interação dos resultados obtidos no planejamento experimental, foi realizada a estimativa dos coeficientes de regressão e análise de variância dos fatores envolvidos no processo de ozonização catalítica. A partir dessa estimativa, foi possível obter equações preditivas para a %TOC considerando os diferentes níveis de cada fator.

A estimativa dos coeficientes de regressão permitiu construir superfícies de resposta para %TOC em função dos fatores estudados. Essas superfícies de resposta permitem otimizar o processo de tratamento, ou seja, estimar quais os níveis mais adequados de cada fator para redução de TOC.

Evidentemente, na avaliação do tratamento do chorume é necessário considerar diversos outros parâmetros, além da redução nos teores de TOC. Por isso, caracterizou-se uma amostra do chorume antes e depois do tratamento, segundo os parâmetros já especificados.

Evidentemente, na avaliação do tratamento do chorume é necessário considerar diversos outros parâmetros, além da redução nos teores de TOC. Para isso, caracterizou-se uma amostra do chorume antes e depois do tratamento (na melhor condição).

3. RESULTADOS

3.1. REDUÇÃO PORCENTUAL DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (%TOC)

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da %TOC obtidos nas condições experimentais propostas. Pode-se verificar que a %TOC obtidas no tratamento de chorume por ozonização catalítica variaram de $35,90 \pm 2,04$ % (Condição IV) a $59,20 \pm 2,37$ % (Condição III). O processo apresentou baixa eficiência, com relação a redução de TOC (%TOC).

Tabela 1. Redução percentual de TOC (%TOC) em função dos fatores e níveis para o planejamento fatorial fracionado, para o tratamento de chorume *in natura* por ozonização catalítica.

Condição experimental	Níveis dos fatores ¹	Experimentos	%TOC ² Média ± Desvio
I	+1, -1, -1, +1	1 e 12	38,15 ± 2,69
II	+1, -1, +1, -1	2 e 7	41,38 ± 2,34
III	+1, +1, +1, +1	3 e 17	59,20 ± 2,37
IV	-1, -1, -1, -1	4 e 5	35,90 ± 2,04
V	0, 0, 0, 0	6, 13 e 16	50,65 ± 3,27
VI	-1, +1, -1, +1	8 e 11	53,27 ± 0,81
VII	-1, +1, +1, -1	9 e 10	39,47 ± 1,12
VIII	-1, -1, +1, +1	14 e 18	55,98 ± 5,29
IX	+1, +1, -1, -1	15 e 19	38,78 ± 4,10

¹ Níveis para os fatores na seguinte ordem: [POW], [FLOW], [Fe], [pH]

² Redução percentual de Carbono Orgânico Total (obtido a partir da Equação 3)

3.2. ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS FATORES

A estimativa dos coeficientes de regressão e a análise de variância dos fatores envolvidos no tratamento do chorume *in natura* são mostradas, respectivamente, nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Análise de variância dos coeficientes do modelo matemático obtido no planejamento fatorial fracionado (2^{4-1}) para o tratamento de chorume *in natura* por ozonização catalítica.

Fonte	Coefficiente	SD x Coef.	T	p
Constante	45,94	0,1820	252,45	<0,001
[POW]	-1,442	0,1820	-7,93	<0,001
[FLOW]	1,236	0,1820	6,79	<0,001
[Fe]	5,140	0,1820	28,25	<0,001
[pH]	8,601	0,1820	47,27	<0,001
[POW]×[FLOW]	2,382	0,1820	13,09	<0,001
[POW]×[Fe]	2,476	0,1820	13,61	<0,001
[POW]×[pH]	-2,227	0,1820	-12,24	<0,001

SD: Desvio Padrão do Coeficiente = 0,727878; $R^2 = 99,14\%$; R^2 (adj)=99,52%

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) obtida para os valores médios de redução de TOC (%TOC) para o fatorial fracionado (2⁴⁻¹) no tratamento de chorume in natura por ozonização catalítica.

Fator	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média da Soma dos Quadrados	F	p
[POW]	1	33,29	33,29	62,84	<0,01
[FLOW]	1	24,45	24,45	46,15	<0,01
[Fe]	1	422,71	422,71	797,86	<0,01
[pH]	1	1183,70	1183,70	2234,22	<0,01
[POW]×[FLOW]	1	90,82	90,82	171,42	<0,01
[POW]×[Fe]	1	98,11	98,11	185,18	<0,01
[POW]×[pH]	1	79,39	79,39	149,84	<0,01
Erro Residual	10	5,30	0,53	-	-
Total	18	199,80	-	-	-

Com relação a interação entre os fatores (efeitos de segunda ordem), pode-se observar que a interação [POW]×[FLOW] apresenta efeito de sinergismo, pois o valor do teste F da interação (F = 171,42) é maior que o valor de F apresentado para os respectivos efeitos principais [POW] e [FLOW] (F= 62,84 e F = 46,15). Entretanto, as demais interações apresentam um efeito antagônico. A interação [POW]×[FLOW] apresenta o valor de F (F=185,18), menor que o valor de F apresentado pelo efeito principal [Fe] (F=797,86) e a interação [POW]×[Fe] apresenta valor de F (F=149,84) menor que o valor de F obtido para o efeito principal [pH] (F=2234,22),

A partir da Tabela 2, tem-se o seguinte modelo para %TOC (Equação 4):

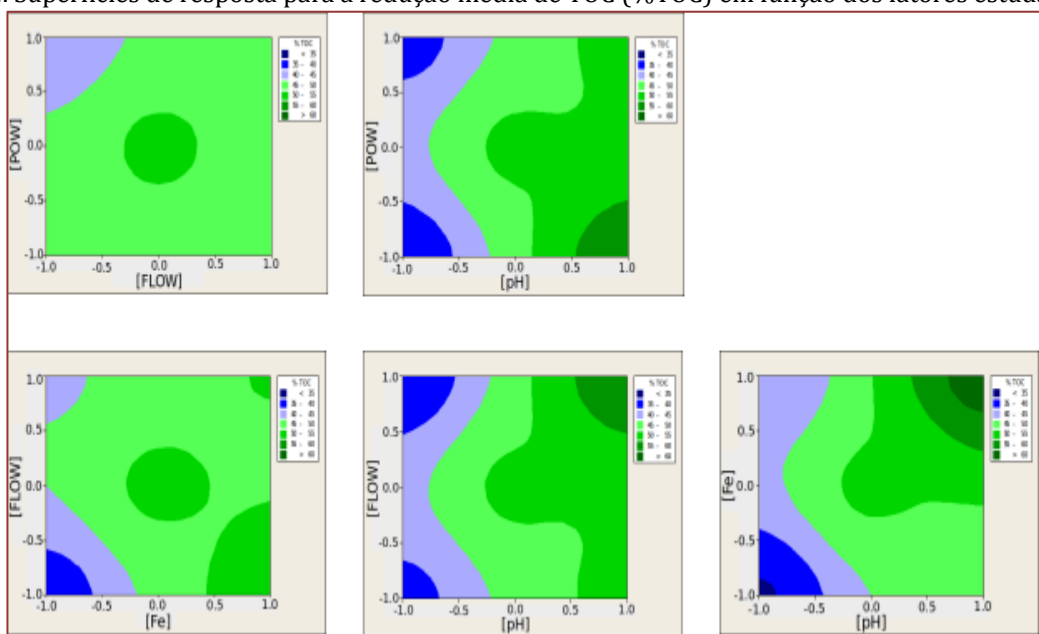
$$\%TOC = 1,442 \times [POW] - 1,442 \times [FLOW] + 5,140 \times [Fe] + 8,610 \times [pH] + 2,382 \times [POW] \times [FLOW] + 2,476 \times [POW] \times [Fe] - 2,227 \times [POW] \times [pH] \quad (4)$$

Esse modelo consegue explicar 99,14% da variabilidade do processo. Conforme dados obtidos pela ANOVA (Tabela 3), verifica-se que todos os 4 fatores avaliados, bem como as interações de segunda ordem, são estatisticamente significativos (F>2 e P<0,05). Observa-se ainda que, a ordem decrescente de significância para os efeitos principais é dada pelos fatores [pH], [Fe] e [POW]. O fator [FLOW] foi o de menor significância.

3.3. SUPERFÍCIES DE RESPOSTA PARA %TOC CONSIDERANDO OS FATORES ESTUDADOS

Na Figura 2, encontram-se as superfícies de resposta para %TOC em função dos diferentes fatores estudados. Para níveis médios de [FLOW] e de [POW], a %TOC obtida é de 50% a 55%. Para o nível alto de [POW] e baixo de [FLOW], a %TOC é reduzida para valores inferiores a 45%. Para níveis baixos de [Fe], independentemente do nível de [FLOW], a %TOC obtida é inferior a 50%. Ao aumentar o nível de [Fe], para os mesmo níveis de [FLOW], a %TOC obtida é superior a 50%, atingindo valores próximos a 60%. O aumento do nível de [pH], para níveis baixos de [POW] tende a aumentar a %TOC, obtendo valores entre 55% e 60% para esta variável-resposta. Isto indica que o controle do pH reacional é de fundamental importância para a obtenção de melhores %TOC. O aumento do nível de [pH], independentemente do nível de [FLOW], tende a aumentar a %TOC. Para níveis altos de [pH], para níveis altos de [FLOW], a %TOC obtida é entre 55% e 60%. Para níveis altos de [Fe] e [pH] a %TOC é próxima a 60%. Cabe ressaltar que a conversão ótima de carbono prevista pelas superfícies de resposta coincidiram com aqueles obtidos experimentalmente na Condição III (Tabela 1).

Figura 2. Superfícies de resposta para a redução média de TOC (%TOC) em função dos fatores estudados.



3.3. AVALIAÇÃO DA OZONIZAÇÃO CATALÍTICA SOBRE OUTRAS CARACTERÍSTICAS DO CHORUME

Para avaliação do efeito do tratamento sobre as demais características analisadas do chorume (além da %TOC), considerou-se a Condição Experimental III (Tabela 1) em que ocorreu maior %TOC. As características do lixiviado antes e após o tratamento para essa Condição encontra-se na Tabela 4. Verifica-se que, mesmo depois do tratamento, alguns parâmetros (redução de BOD₅, TOC, cor e N-amoniacal) não atingiram os limites estabelecidos pela legislação para descartes em rios. A redução de BOD₅ foi de apenas 30,3 %, enquanto que, de acordo com CETESB (1976) para descarte em rios, é recomendado o mínimo na redução dos valores de BOD₅ (< 60,0 mg L⁻¹), ou o mínimo de 80,0% em eficiência no processo de tratamento de remoção da carga orgânica. A cor e o Nitrogênio amoniacal estão, respectivamente, 1,8 vezes e 34,2 vezes acima do estabelecido na legislação. Por outro lado, o processo de ozonização catalítica apresentou alta eficiência na redução de COD (na ordem de 82,3%). O índice de biodegradabilidade, que tem sido estimado a partir da relação BOD₅/COD (BERNARDO-BRICKER et al., 2014), aumentou 74,55% (passou de 0,099 para 0,389). Quando o chorume apresenta esse valor, é considerado como passível de biodegradação. Ou seja, a utilização do processo de ozonização catalítica deve ser vista como etapa prévia para o tratamento do chorume, necessária para que este possa ser degradado por processos biológicos.

Souza et al. (2013), utilizando o mesmo efluente e processo de tratamento por ozonização (catalisado pelo íon férrico), porém com níveis mais altos para a vazão de oxigênio (2 L h⁻¹, 4 L h⁻¹ e 6 L h⁻¹) e potência do ozonizador (20 W, 40W e 60W), obtiveram uma redução de 71,5% de TOC, 62,24% de COD, 29,2% de BOD₅ e 0,475 para a razão BOD₅/COD. As características do chorume obtido por este tratamento, também não permitem seu descarte em rios.

Tabela 4. Caracterização físico-química do Chorume do aterro sanitário de Cachoeira Paulista –SP antes (in natura) e após tratamento (Condição III) por ozonização catalítica.

Parâmetro	Antes do tratamento	Depois do tratamento	Valores Legislação ¹
COD (mg L ⁻¹)	3565,0	631,0	-
BOD ₅ (mg L ⁻¹)	352,3	245,55	60
Razão BOD ₅ /COD	0,099	0,389	-
TOC (mg L ⁻¹)	1233,3	501,0	-
TS (mg L ⁻¹)	11700,0	7462,0	-
FTS (mg L ⁻¹)	9180,0	5681,4	-
VTS (mg L ⁻¹)	2520,0	1780,6	-
pH	8,60	7,00	5,0 a 9,0
Óleos e Graxas (mg L ⁻¹)	184,32	16,12	20
Ferro Total (mg L ⁻¹)	15,53	3,67	15,0
Fósforo Total (mg L ⁻¹)	2,4	1,5	-
Turbidez (NTU)	610,00	4,78	40
Cor (Pt-Co / mg L ⁻¹)	1493,58	180,81	100,0
N-amoniaco (mg L ⁻¹)	1452,0	683,4	20,0
Bário (mg L ⁻¹)	0,050	0,017	1,0
Cobre (mg L ⁻¹)	0,065	0,026	1,0
Cromo Total (mg L ⁻¹)	0,495	0,116	5,0
Manganês (mg L ⁻¹)	0,223	0,137	1,0
Selênio (mg L ⁻¹)	0,035	0,010	0,01
Zinco (mg L ⁻¹)	0,1345	0,263	5,0

¹ CETESB (1976) e CONAMA (2011). COD: Demanda Química de Oxigênio. BOD₅: Demanda Bioquímica de Oxigênio. TOC: Carbono Orgânico Total; TS: Sólidos Totais; FTS: Sólidos Fixos Totais; VTS: Sólidos Voláteis Totais; N-Amoniacal: nitrogênio amoniacal.

4. CONCLUSÕES

Atualmente, o emprego de ozonização catalítica pouco avançou além de escalas de estudo conduzidas em laboratório. Uma das barreiras encontradas para a ampliação de escala é a manutenção de um volume constante do líquido do reator, uma vez que grandes quantidades de espuma são geradas. O reator aqui utilizado apresenta uma solução para essa dificuldade. Foi obtido redução da carga orgânica total (%TOC) de $59,20 \pm 2,37\%$, nos níveis mais elevados de [POW], [FLOW], [Fe] e [pH]. Mesmo após o tratamento por ozonização catalítica, as características químicas do chorume não permitem descartá-lo em rios. A utilização do processo de ozonização catalítica deve ser vista como etapa prévia para o tratamento do chorume. O chorume, originalmente não biodegradável, passou a ser biodegradável.

REFERÊNCIAS

- [1] Apha – American Public Health Association. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0
- [2] Bernardo-Bricker, A. R.; SINGH, S. K.; Trovó, A. G.; Tang, W. Z.; Tachiev, G. Biodegradability enhancement of mature landfill leachate using Fenton process under different Cod loading factors. Environmental Processes, v. 1, p. 207–219, 2014. DOI 10.1007/s40710-014-0016-8.
- [3] Cetesb – Companhia Ambiental. Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/Servicos/licenciamento/postos/legislacao/Decreto_Estadual_8468_76.pdf>. Acessado em dezembro de 2016.

- [4] Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n o 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>. Acess in December 2016.
- [5] Izário Filho, H.J., Messias, R.A., Brandão, J.J. Processo para tratamento de efluentes industriais aquosos, sistema de tratamento de efluentes industriais aquosos e uso do mesmo. BR patent PI BR1020160161614, July, 07, 2016.
- [6] Kasprzyk-Hordern, B., Ziótek, M., Nawrocki, J. Catalytic ozonation and methods of enhancing molecular ozone reactions in water treatment. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 46, .p. 639–669, 2003. DOI: 10.1016/S0926-3373(03)00326-6
- [7] Nogueira, R.F., Trovó, A.G.P., Silva, M.R.A., Villa, R.D., Oliveira, M.C. Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 400–408, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200030>
- [8] Souza, A.L., Izário Filho, H.J., Peixoto, A.L.C., Guimarães, O.L.C., Loures, C.C.A., Samanamud, G.R.L., Silva, M.B. Effects of ferric ions on the catalytic ozonation process on sanitary landfill leachate. *Revista Ambiente e Água*, v.8, n. 1, p. 48–61. 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.958>.
- [9] Torretta, V., Ferronato, N., Katsoyiannis, I. A., Tolkou, A. K., Airoidi, M. Novel and conventional technologies for landfill leachates treatment: A review. *Sustainability*, v. 9, n. 1, p. 9–47, 2017. doi:10.3390/su9010009.
- [10] Veli, S., Öztürk, T., Dimoglo, A. Treatment of municipal solid wastes leachate by means of chemical and electro-coagulation. *Separation and Purification Technology*, v. 61, p. 82–88, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2007.09.026>.

Capítulo 21

*Efeito de substratos renováveis e volumes de tubetes na produção de mudas de *Albizia lebbeck* (L.) Benth*

Marília Dutra Massad

Tiago Reis Dutra

Diénifra Almeida de Oliveira

Marcos Vinícius Miranda Aguilar

Eduarda Soares Menezes

Resumo; O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de substratos renováveis e volumes de tubetes na produção de mudas de *Albizia lebbeck* (L.) Benth. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, no esquema fatorial (5 x 3), sendo avaliados cinco tipos de substratos e três volumes de tubetes 55, 180 e 280 cm³. A unidade experimental foi constituída por 10 mudas. O volume do tubete de 280 cm³ promoveu às mudas de albizia maior valor em altura e relação H/DC, se diferindo significativamente do volume de 180 e 55 cm³. Observa-se que o substrato 75RO+25SE proporcionou a maior média para a variável altura da parte aérea e diâmetro do coleto, entretanto, não se diferiu significativamente dos tratamentos Rohrbacher® e 50RO+50SE. Os substratos 75RO+25SE, 50RO+50SE e 25RO+75SE propiciaram às mudas de albizia condições necessárias para o crescimento das plantas, representando economia no processo de produção e reaproveitamento do resíduo.

Palavras-chave: Produção sustentável; resíduo; silvicultura.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico, a revolução tecnológica, e o crescimento populacional vêm sendo acompanhados por mudanças nos modos de produção e consumo. Como decorrência direta destes processos, ocorre o aumento da produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade quanto em diversidade (Querino e Pereira, 2016).

A crescente conscientização ambiental e a busca por alternativas econômicas e tecnicamente viáveis vêm tornando o reaproveitamento de resíduos alvo de pesquisas, para incorporação desses insumos na composição dos substratos (Albano et al., 2017). Desta forma, é de extrema relevância a utilização de materiais renováveis para formulação de substratos, frente a crescente necessidade da produção de mudas, que devem seguir os padrões de qualidade e sustentabilidade.

A espécie florestal *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, popularmente conhecida como albizia, coração de nego ou faveiro pertence à família Fabaceae e sub família Mimosoideae. Apresenta amplo cultivo e fácil propagação, sendo utilizada na recuperação de áreas degradadas, em sistemas agroflorestais e na arborização urbana, em razão de diversos aspectos como fixação de nitrogênio no solo, ciclagem de nutrientes, forragem de alta qualidade, além de ser boa produtora de néctar para a produção de mel em apiários, e muito utilizada na medicina tradicional (Nascimento, 2009).

Diante da grande demanda de mudas florestais para a recuperação de áreas degradadas ou plantios florestais comerciais, vários esforços estão sendo realizados a fim de melhorar a qualidade e reduzir os custos gerados na produção de mudas com o aproveitamento de resíduos na composição dos substratos. O uso da serragem na composição de substratos sustentáveis para produção de mudas florestais representa uma alternativa viável, já que a mesma pode proporcionar melhorias na estrutura física do meio de crescimento, com o aumento da aeração e a redução da densidade (Dutra et al., 2017; Maragno et al., 2007).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de substratos renováveis e volumes de tubetes na produção de mudas de albizia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, no esquema fatorial (5 x 3), sendo avaliados cinco tipos de substratos e três volumes de tubetes 55, 180 e 280 cm³. A unidade experimental foi constituída por 10 mudas.

Os substratos avaliados foram: 100% de substrato comercial Rohrbacher (100RO; vermiculita, fibra de côco, cascas de pinus carbonizada, calcário e NPK); 75% Rohrbacher + 25% Serragem (75RO+25SE); 50% Rohrbacher + 50% Serragem (50RO+50SE); 25% Rohrbacher + 75% Serragem (25RO+75SE) e 100% de Serragem (100SE).

A superação da dormência das sementes de albizia foi realizada com a escarificação do tegumento com lixa (Dutra et al., 2007). Em seguida, as sementes foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (2%) por três minutos, e dispostas em um número de três sementes por tubete que foram preenchidos com os diferentes tipos de substratos, previamente adubados com 7,0 g dm³ de Osmocote® MiniPrill Controlled Release 19-06-10, com tempo de liberação entre três a quatro meses.

Foram avaliados aos 120 dias a altura (H; cm) e o diâmetro do coleto (DC; mm) das mudas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando o efeito do tipo de substrato ou o volume do tubete foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica 8.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de tubetes com diferentes capacidades volumétricas proporcionaram diferença significativa para a variável altura da parte aérea, diâmetro do coleto, e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de albizia (Tabela 1).

Tabela 1: Valores médios da altura da parte aérea, diâmetro do coleto e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth) em resposta a diferentes volumes de tubetes

Volume (cm ³)	Variáveis ¹		
	Altura (cm)	Diâmetro do coleto (mm)	H/DC
55	9,3 c	3,12 b	2,92 b
180	14,2 b	4,30 a	3,25 b
280	18,3 a	4,60 a	3,90 a
CV (%)	14,0	9,4	11,4

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O volume do tubete de 280 cm³ promoveu às mudas de albizia os maiores valores em altura e relação H/DC, se diferindo significativamente dos volumes de 180 e 55 cm³ (Tabela 1). Esses resultados podem ser atribuídos ao maior espaço ofertado pelo tubete de 280 cm³, conseqüentemente maior volume de substrato, possibilitando uma menor restrição ao sistema radicular da muda e maior exploração e desenvolvimento do mesmo, refletindo em ganho também de parte aérea

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram observados em mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* Sprengel (Taubert)) (Massad et al., 2017); e bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) (STÜPP et al., 2015) com valores superiores para o desenvolvimento em altura nas mudas em recipientes de maior volume. A variável altura constitui um dos parâmetros importantes para estimar o crescimento no campo, visto que sua medição não causa destruição, apresenta fácil execução, e tecnicamente é aceita como uma excelente medida do potencial de desempenho das mudas (Rossa et al., 2014).

Para a variável diâmetro do coleto foi possível observar que as maiores médias foram encontradas nos tubetes 180 e 280 cm³, diferindo estatisticamente do volume de 55 cm³ (Tabela 1), corroborando com os resultados encontrados por Santos (2000) trabalhando com diferentes volumes de tubetes em mudas de cedro-japonês (*Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.).

De acordo com Gomes e Paiva (2004), o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais, prontas para o plantio, possui uma alta correlação com o diâmetro do coleto, e isso pode ser observado nos significativos aumentos das taxas de sobrevivência e de crescimento das plantas no campo.

Os diferentes substratos utilizados para a produção de mudas de albizia influenciaram significativamente as variáveis altura da parte aérea, diâmetro do coleto e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios da altura da parte aérea, diâmetro do coleto e a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth) em resposta a diferentes proporções de serragem nos substratos

Substrato ²	Variáveis ¹		
	Altura (cm)	Diâmetro do coleto (mm)	H/DC
100RO	16,3 ab	4,41 ab	3,63 a
75RO+25SE	17,1 a	4,64 a	3,62 a
50RO+50SE	15,0 ab	4,18 a	3,52 a
25RO+75SE	13,8 b	3,97 b	3,42 a
100SE	7,5 c	2,82 c	2,59 b
CV (%)	14,0	9,4	11,4

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ²Substratos: 100RO (100% substrato comercial Rohrbacher®: vermiculita, fibra de côco, cascas de pinus carbonizada, calcário e NPK); 75RO+25SE (75% Rohrbacher® + 25% Serragem); 50RO+50SE (50% Rohrbacher® + 50% Serragem); 25RO+75SE (25% Rohrbacher® + 75% Serragem); 100SE (100% Serragem).

Observa-se que o substrato 75RO+25SE proporcionou a maior média para a variável altura da parte aérea e diâmetro do coleto, entretanto, não se diferiu significativamente dos tratamentos 100RO e 50RO+50SE (Tabela 2).

Esse resultado pode ser atribuído ao fato desses substratos terem proporcionado condições adequadas para que as sementes de albizia expressassem seu máximo potencial fisiológico, provavelmente devido a uma maior capacidade de retenção de umidade (Tabela 2), resultando assim na absorção de água mais rápida e uniforme, acelerando o processo germinativo, e por consequência o crescimento inicial das mudas.

A partir do comportamento das mudas crescidas no substrato 50RO+50SE, com ganho em altura da parte aérea, diâmetro do coleto, possibilita a utilização da serragem em 50% do volume do meio de crescimento para a espécie estudada, consequentemente reduzindo os custos de produção devido a um menor gasto com a aquisição do substrato comercial, além de proporcionar a reutilização de um dos principais resíduos da indústria madeireira.

Comportamento semelhante foi observado por Dutra et al. (2017), onde a produção de mudas *Peltophorum dubium* mostrou-se tecnicamente viável com a incorporação de 25 e 50% de serragem ao substrato comercial vermiculita.

Para a relação H/DC somente o substrato 100SE se diferiu estatisticamente dos demais, apresentando a menor média dentre os tratamentos estudados (Tabela 2). Segundo Chaves e Paiva (2004), a relação H/DC constitui uma das mais importantes características morfológicas para estimar o crescimento das mudas.

A possibilidade da serragem na composição do substrato para o desenvolvimento das mudas florestais representa diminuição nos custos de produção, com menor demanda de aquisição do substrato comercial, além de um destino final ao resíduo, evitando seu acúmulo no meio ambiente ou a sua incineração.

4. CONCLUSÃO

As mudas de albizia produzidas no tubete de 180 e 280 cm³ apresentaram melhor crescimento inicial, obtendo as maiores médias para altura da parte aérea e relação H/DC, conferindo um padrão de qualidade superior. Os substratos 100RO, 75RO+25SE e 50RO+50SE propiciaram às mudas de albizia condições necessárias para o crescimento das plantas, representando economia no processo de produção e reaproveitamento do resíduo de serragem em até 50% do volume de substrato.

AGRADECIMENTOS

À CAPES/Prodoutoral pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autores.

REFERÊNCIAS

- [1] Albano, F. G.; Cavalcante, I. H. L.; Machado, J. M.; Lacerda, C. F.; Silva, E. R.; Sousa, H. G. New substrate containing agroindustrial carnauba residue for production of papaya under foliar fertilization. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.21, n.2, p.128-133, 2017.
- [2] Chaves, A. S.; Paiva, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). Revista Scientia Forestalis, Piracicaba - SP, n. 65, p. 22-29, 2004.
- [3] Dutra, A. S.; Medeiros Filho, S.; Diniz, F. O. Dormência, substrato e temperatura para germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbek* (L.). Revista Ciência Agronômica, Fortaleza - CE, v. 38, n. 3, p. 291-296, 2007.
- [4] Dutra, T. R.; Massad, M. D.; Menezes, E. S.; Santos, A. R. Superação de dormência e substratos alternativos com serragem na germinação e crescimento inicial de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos - PB, v. 13, n.2, p. 113-120, 2017.
- [5] Gomes, J. M.; Paiva, H. N. Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa: Editora UFV, 2004. 116 p.
- [6] Maragno, e. S.; Trombin, D. F.; Viana, e. O uso da serragem no processo de minicompostagem. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro - RJ, v. 12, n. 4, p. 355-360, 2007.
- [7] Massad, M. D.; Dutra, T. R.; Meireles, I. E. S.; Sarmiento, M. F. Q.; Santos, A. R.; Menezes, E. S. Avaliação do crescimento de canafistula em diferentes densidades de mudas por bandeja e volumes de tubetes. Ecologia e Nutrição Florestal, Santa Maria - RS, v.5, n.1, p.1-9, 2017.
- [8] Nascimento, L. S. Ecologia de Bruchidae na predação pré-dispersão de sementes de *Albizia lebbek* (Benth.) em arborização. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza) -

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Seropédica, RJ, 2009.

[9] Querino, L. A. L.; Pereira, J. P. G. Geração de resíduos sólidos: a percepção da população de São Sebastião de Lagoa de Roça, Paraíba. *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, v. 15, n. 1, p. 404-415, 2016.

[10] Rossa, U. B.; Bila, N.; Milani, J. E. F.; Westphalen, D. J.; Angelo, A. C.; Nogueira, A. C. Adubação de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Canjerana) com fertilizante de liberação lenta. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages – SC, v. 13, n. 2, p. 109-118, 2014.

[11] Santos, C. B.; Longh, S. J.; Hoppe, J. M.; Fabio, A. M. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. *Ciência Florestal*, Santa Maria – RS, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

[12] Stupp, A. M.; Navroski, M. C.; Felipe, D.; Kniess, D. D. C.; Amancio, J. C.; Silva, M. A.; Pereira, M. O. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal*, v. 3, n. 2, p. 40-47, 2015.

Capítulo 22

Efeito do pré-tratamento químico com peróxido de hidrogênio no teor de açúcares totais em resíduos de Coco

Magale Karine Diel Rambo

Polyana Moraes de Melo

Cláudio Carneiro Santana Junior

Victor Lopes Mota

Mateus Rodrigues Brito

Michele Cristiane Diel Rambo

Resumo: Resíduos agroindustriais de conteúdo lignocelulósicos, como subprodutos do coco, constituem uma matéria-prima renovável e abundante, cujo aproveitamento é desejável e tem provocado um interesse crescente para o uso. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito as condições de pré-tratamento com peróxido de hidrogênio sob o resíduo de coco, visando obter quantidades de açúcares fermentáveis satisfatórios. As condições experimentais do pré-tratamento foram estabelecidas por um planejamento fatorial 2^3 , variando tempos de reação com intervalos de 3, 4 e 5 horas, às temperaturas de 40, 55 e 70°C. As amostras foram submetidas a hidrólise ácida e retiradas durante este intervalo, os açúcares foram determinados pelo método de DNS e quantificados por UV-VIS a 540 nm. O melhor resultado em termos de açúcares redutores, foi alcançado com o tempo de reação de 3h a uma temperatura de 40°C, com um rendimento de 60,1%. Na hidrólise ácida após 3h de hidrólise, foram obtidos resultados de conversão da celulose e hemicelulose em açúcares com rendimento de > 50,5%. A análise estatística dos dados mostrou que as variáveis, não exercem influência significativa para a obtenção de açúcares redutores.

Palavras-chave: Biomassa lignocelulósica; Superfície de resposta; reagente DNS; Açúcares totais;

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma produção de coco em grande escala, sendo o quarto maior produtor mundial com cerca de 2,8 milhões de toneladas ao ano (FAOSTAT, 2019; ARAÚJO et al., 2017). A produção de coqueiros ocupa uma área cerca de 280 mil hectares, com aproximadamente 70% do plantio localizada nas regiões Norte e Nordeste do país (ARAÚJO et al., 2017; AGEITEC, 2019).

A demanda do consumo de coco caracteriza-se por seus derivados, tais como o óleo de coco, carne de coco, leite de coco e água de coco, processados a partir do albúmen sólido e líquido, parte comestível do fruto. O consumo da água de coco corresponde a produção de 100-350 milhões de litros/ano. Desse total, cerca de 80% correspondem ao peso total da fruta na forma de cascas não utilizadas (CABRAL et al., 2016; RODRIGUES et al., 2018; NOGUEIRA et al., 2019).

Os resíduos industriais de processamento de alimentos são fontes de biomassa que podem ser transformadas em energia, biocombustíveis e produtos químicos. O resíduo proveniente do processamento do coco constitui-se em uma biomassa lignocelulósica renovável, abundante, barata e não competindo com a produção de alimentos, pois são considerados partes não comestíveis e representam mais da metade do peso do fruto, com grandes quantidades de resíduos (MAYANGA et al., 2017; MUHARJA et al., 2018).

Os principais constituintes dos materiais lignocelulósicos são a celulose, a lignina e a hemicelulose. Para tornar disponível os monômeros fermentáveis são necessários o fracionamento de biomassa, do qual depende da natureza de cada material (RAMBO, 2013; KIM et al., 2016; GARCÍA et al., 2016). Isto pode ser obtido por um pré-tratamento, seguido de um processo de hidrólise para fracionar as biomassas lignocelulósicas em açúcares fermentáveis, com a redução da recalcitrância da biomassa e aumento da atividade da celulase (KIM et al., 2014; ALBUQUERQUE et al., 2014).

A aplicação de um pré-tratamento é necessária e essencial para hidrolisar os lignocelulósicos em açúcares fermentáveis, do qual constitui-se um dos elementos-chave na bioconversão dessa biomassa (RABEMANOLONTSOA e SAKA, 2016). Os pré-tratamentos químicos atuam na deslignificação dos materiais lignocelulósicos proporcionando uma redução do grau de polimerização e cristalinidade da celulose (QUING et al., 2017). Entre estes pré-tratamentos estão o uso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em meio alcalino, do qual mostra eficácia para uma ampla gama de concentrações de biomassa lignocelulósica, melhorando a eficiência em etapa posterior, a hidrólise (DUTRA et al., 2018).

Visando à otimização do processo do pré-tratamento, são consideradas algumas variáveis integradas ao planejamento experimental, o que é feito através da metodologia de superfície de resposta (RSM). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito do pré-tratamento com peróxido de hidrogênio na produção de açúcares fermentáveis em resíduos de coco verde.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA PRIMA

O resíduo de coco-verde (*Cocos nucifera L*) foi obtido de lixos na cidade de Palmas – TO, a partir do descarte deste resíduo após a coleta da água de coco. As amostras coletadas foram secas a temperatura ambiente, moídas em moinho de faca (Wiley tipo TE-650/1), peneiradas para ajuste do tamanho das partículas em 40 mesh. Em seguida a biomassa foi caracterizada realizando a análise química aproximada (umidade, teor de matéria volátil e cinzas) de acordo com as normas da Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM). A amostra foi armazenada para uso posterior. Todas as experiências foram realizadas em duplicata.

2.2 PRÉ-TRATAMENTOS COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (H_2O_2)

Preparou-se uma solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2 a 3% m/v) e ajustou-se o pH a 11,5 com solução de NaOH a 1M. Uma alíquota de 50 mL desta solução foi adicionada em 1,00 g de biomassa. A mistura permaneceu em agitação de acordo com o planejamento fatorial (DoE) de duas variáveis (temperatura e tempo) como mostrado na Tabela 1. Após isto, a biomassa foi lavada com água destilada até pH neutro, filtrada e seca em estufa a 105 °C até atingir massa constante. O rendimento da biomassa pré-tratada (RB) foi definido de acordo com Weerachanchai e Lee (2014), a partir da Equação 1.

$$RB (\%) = \frac{\text{massa da biomassa pré-tratada}}{\text{massa da biomassa bruta}} \quad \text{Eq. 1}$$

Tabela 1. Delineamento Experimental (DoE) para pré-tratamento de peróxido de hidrogênio alcalino.

Variáveis	Código	Níveis				
		-1,41	-1	0	+1	+1,41
Temperatura (°C)	X ₁	33,79	40	55	70	76,21
Tempo (h)	X ₂	2,59	3	4	5	5,41

* Delineamento Experimental (em inglês *Design of Experiments, DOE*).

2.3 HIDRÓLISE ÁCIDA

As amostras brutas e pré-tratadas foram submetidas a hidrólise ácida com ácido sulfúrico (H₂SO₄ a 72% v/v) segundo a metodologia propostas pelo Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL, 2006). Cerca de 300g das amostras foram acondicionadas em tubos de pressão, com 3 mL da solução ácida (H₂SO₄) e mantidas durante em banho-maria a 60 °C durante 1 hora, agitadas manualmente a cada 10 min. Após esse tempo, adicionou-se 84 ml de água destilada, e a mistura foi autoclavada a 121°C por 1h, depois resfriada e filtrada a vácuo.

2.4 QUANTIFICAÇÃO DOS AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS

Os teores de carboidratos, açúcares redutores totais, foram quantificados por espectrofotômetro UV-vis (HACH/ Germany, DR5000), pelo método do ácido dinitro-3,5-salicílico (DNS), no qual, 1 mL do reagente DNS é misturado com 1 mL do hidrolisado. Essa mistura foi levada em banho-maria a 100 °C por 5 min. Passado esse tempo, a amostra foi colocada em banho de gelo para retardar a reação e 8 mL de água destilada foram adicionados, somando um volume de 10 mL. A absorbância da mistura foi medida a 540 nm e as concentrações de açúcares redutores totais foram calculados a partir de uma curva padrão de D-glucose de acordo com a equação 2 (detalhado em Weerachanchai et al., 2014).

$$\text{Conversão de açúcar (peso\%)} = \frac{\text{Massa de açúcares redutores totais}}{\text{Massa de biomassa regenerada}} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pré-tratamento aplicado apresentou uma recuperação da biomassa (rendimento sólido) $\geq 53,6\%$ sob todas as condições testadas. Os teores de açúcares totais encontrados após o pré-tratamento foram superiores a 38,1% (Tabela 2) e, os resultados obtidos indicam um aumento significativo de 12% em relação à biomassa bruta (sem pré-tratamento), apresentando valores satisfatórios quanto a quantidade de carboidratos liberados.

Os estudos que utilizaram H₂O₂ em condições alcalinas mostraram uma grande diferença na concentração de açúcares (TELLEIRA et al., 2018). Verardi et al., (2018) ao utilizarem o peróxido de hidrogênio para pré-tratamento de bagaço de cana por explosão a vapor, obtiveram um aumento dos teores de açúcares fermentáveis de 12% de glicose e 34% de xilose, após a hidrólise. Além disso, os autores destacam que, o uso da solução (H₂O₂) não deixa resíduos na biomassa e seu custo-benefício é melhor se comparado com outros produtos químicos.

Tabela 2. Resultados obtidos a partir do delineamento experimental para pré-tratamento peróxido de hidrogênio-alcálico.

Experimentos (%)	X ₁	X ₂	Açúcar	KL	ASL	RB
1	-1	-1	60.1	24.8	0.53	66.0
2	1	-1	50.5	26.6	0.46	62.1
3	-1	1	56.2	26.9	0.95	61.3
4	1	1	41.5	28.2	0.66	62.0
5	-1,41	-1	59.0	28.5	0.29	64.2
6	1,41	0	50.8	30.7	0.40	61.6
7	0	-1,41	50.3	28.0	0.35	65.9
8	0	1,41	38.1	33.3	0.41	53.6
9	0	0	46.9	20.8	1.21	60.8
10	0	0	39.5	21.1	1.31	63.0
11	0	0	40.8	23.4	1.19	63.0

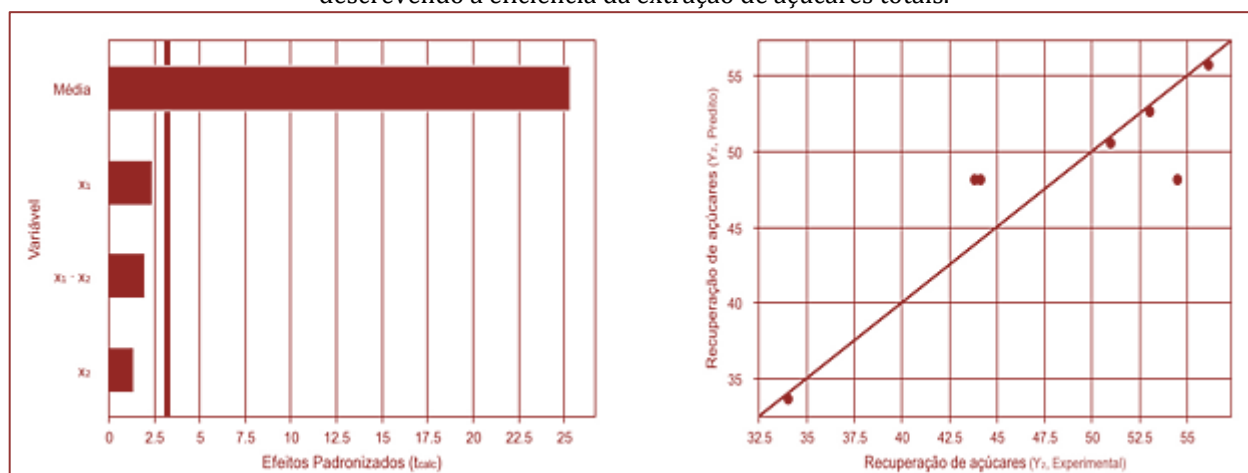
Nota: DoE: *Designer of Experiments* (Delineamento Experimental) KL: Lignina de Klason; ASL: Lignina solúvel em ácido; RB: Rendimento da biomassa após pré-tratamento.

A Figura 1 (A) mostra o diagrama de Pareto para os efeitos das variáveis. Demonstrando como a eficiência do processo depende das variáveis temperatura e tempo, mantidos fixos os níveis de uma delas. As duas variáveis estudadas não exercem influência significativa na eficiência do processo, nem de forma isolada como quando combinadas entre si. Os dados apresentam 95% de confiança, uma vez que se encontram acima do índice de probabilidade ($p=0,05$).

Os dados obtidos foram colocados em um gráfico e comparados aos valores preditos (Figura 1B), sendo que os valores do erro de previsão e experimental foram inferiores a 2%. Exceto para os ensaios 1 e 2, onde o erro relativo foi alto (4,9%), mostrando que o modelo não se ajusta para baixos tempos de reação.

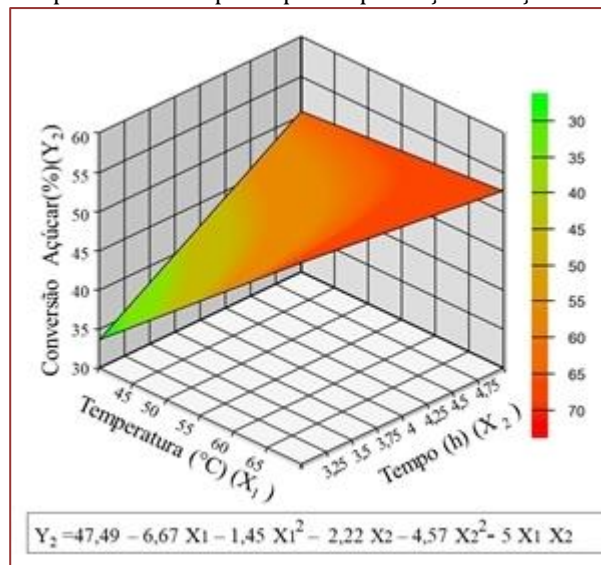
Como pode ser observado, o modelo empírico proposto é adequado para explicar a eficiência da recuperação de açúcares, revelando boa concordância entre os dados reais e a linha de regressão, com um coeficiente de correlação (R^2) de 0,80. Esse bom valor de R^2 sugere que esse modelo é adequado para avaliar o comportamento do pré-tratamento químico frente a obtenção de açúcares.

Figura 1. (A) Diagrama de Pareto dos efeitos do planejamento para o processo de recuperação de açúcares; (B) Modelo de regressão dos valores observados vs. os valores preditos da superfície de resposta descrevendo a eficiência da extração de açúcares totais.



A superfície de resposta para o planejamento de rendimento em açúcares pode ser vista na Figura 2. A resposta aumenta, gradualmente, até o máximo, com o aumento da temperatura e o tempo de reação.

Figura 2. Superfície de resposta para a produção de açúcares totais



A Figura 2 demonstra a interação entre tempo de reação e temperatura, assim o gráfico de superfície de resposta mostra que a aplicação do pré-tratamento a biomassa do resíduo do coco proporcionou rendimento de açúcar favorável, sendo que, a melhor condição foi em temperatura menores que 55°C a 65°C e tempo menores que 4h, atingindo conversão de açúcar superior a 50%.

A literatura relata que, o pré-tratamento com peróxido de hidrogênio atua na removendo de lignina, desenhando quebra da recalcitrância e possibilitando a recuperação de glicose em biomassas lignocelulósicas. Araújo, *et al.*, (2013) analisaram os efeitos do pré-tratamento de H₂O₂ na composição do hidrolisado da casca do coco. Os pesquisadores constaram que sem o peróxido de hidrogênio o teor de lignina foi de 39,9% e o rendimento de glicose de 3,0 g / L, em contrapartida, com o emprego do pré-tratamento, o teor de lignina reduziu para 33,78% e o rendimento de glicose atingiu 6,0 g / L.

Deng *et al.*, (2019) potencializaram o rendimento da hidrólise da casca de arroz de 1,81 g.L⁻¹ para 5,81 g.L⁻¹, após o uso do peróxido de hidrogênio como pré-tratamento. Os resultados demonstraram uma remoção de 97,56% da lignina, 85,75% da hemicelulose e somente 0,56% da celulose. Correia *et al.*, (2013) testaram o potencial do bagaço de caju para produção de etanol, ao utilizarem o peróxido de hidrogênio como pré-tratamento, obtiveram um aumento do rendimento da digestibilidade da hidrólise de 3% para 87%, o que interferiu positivamente na disponibilidade de celulose e conseqüentemente o teor de glicose foi de 161 mg / g para 431 mg / g.

Nesse contexto, o uso do resíduo de coco-verde é uma alternativa importante para a produção de açúcares fermentáveis, uma vez que, pode ser utilizado para a produção de compostos de valor agregado, como: xilitol (Dasgupta *et al.*, 2017), 5-hidroximetilfurfural – HMF (Li, *et al* 2019); ácido levulínico – AL (KANG *et al.* 2018) e etanol (CABANEROS LOPEZ, *et al.* 2019).

4.CONCLUSÃO

O peróxido de hidrogênio alcalino mostrou-se eficiente no pré-tratamento de resíduos de coco com os maiores rendimentos de açúcar registrados em temperaturas menores que 55 °C, com uma reação de até quatro horas. Nessa faixa de reação apresentou rendimento superior a 50% de açúcares.

As variáveis estudadas durante o pré- tratamento da biomassa de resíduo de coco não apresentaram interação significativa ao nível de 95%. O modelo predito foi estatisticamente significativo, sendo possível identificar a região ótimo de conversão. Com a aplicação de um pré-tratamento adequado é possível aproveitar integralmente resíduos de casca de coco verde e convertê-los em fontes específicas de carboidratos na produção de produtos químicos.

Pode-se concluir que a bioconversão de resíduos de coco em açúcares fermentescíveis e outros bioprodutos similares, pode levar à mitigação de um problema ambiental e representa uma valiosa alternativa frente aos combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS

- [1] Ageitec. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Árvore do conhecimento (coco)*, Brasil. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 06 junho 2019.
- [2] Astm D 3173-87. Standard method for determination os moisture contente in biomass, 2003.
- [3] Astm D 3174-04. Standard method for ash in the analysis sample ofcoal and coke, 2004;
- [4] Astm D 3175-07. Standard method for volatile matter in the analysis sample of coal, 2007.
- [5] Albuquerque, T. L.; Silva JR, I. J.; Macedo, G. R; Rocha, M. V. P. Biotechnological production of xylitol from lignocellulosic wastes: A review. *Process Biochemistry*, v. 49, p. 1779–1789,2014.
- [6] Araújo C. K. C.; Campo, A. O.; Padilha, C. E. A.; Júnior, F. C. S.; Nascimento, F. C.; Macedo, G. R. Enhancing enzymatic hydrolysis of coconut husk through *Pseudomonas aeruginosa* AP 029/Glviia rhamnolipid preparation. *Bioresour Technol*, 237 (2017), pp. 20-26.
- [7] Araújo, C. K. C., Oliveira C. A., Araújo, P. C. E., Sousa Júnior, F. C., Nascimento, R. J. A., Macedo, G. R., And Santos, E. S. Enhancing enzymatic hydrolysis of coconut husk through *Pseudomonas aeruginosa* AP 029/Glviia rhamnolipid preparation. *Bioresource Technology*, v. 237, p. 20-26, 2017.
- [8] Cabral, M. M. S.; Abud, A.K.S; Silva, C.E.F; Almeida, R.M.R.G. Bioethanol production from coconut husk fiber. *Food Technology*, v.46,n.10,p.1872-1877,2016.
- [9] Cabaneros Lopez, P., Feldman, H., Mauricio-Iglesias, M., Junicke, H., Huusom, J. K., & Gernaey, K. V. (2019). *Benchmarking real-time monitoring strategies for ethanol production from lignocellulosic biomass*. *Biomass and Bioenergy*, 127, 105296. doi:10.1016/j.biombioe.2019.105296
- [10] Correira, C.; Junior, J. A.; Gonçalves, L. R. B.; Rocha, M. V. P. Alkaline hydrogen peroxide pretreatment of cashew apple bagasse for ethanol production: study of parameters. *Bioresource technology*, 139, 249-256. 2013.
- [11] Dasgupta, D., Ghosh, D., Bandhu, S., Adhikari, D.K. 2017. *Lignocellulosic sugar management for xylitol and ethanol fermentation with multiple cell recycling by Kluyveromyces marxianus IIPÉ453*. *Microbiological research*, 200, 64-72.
- [12] Deng, D.; Duan, X. X.; LU, J. J.; Qin, Y. H.; Wang, C. W. *Electrogenerated alkaline hydrogen peroxide for rice straw pretreatment to enhance enzymatic hydrolysis*. *Bioresource technology*, 292, 122077. 2019.
- [13] Dutra,E.D.; Santos,F.A.; Alencar, B.R.A.; Reis,A.L.S.; Souza, R.F.R.; Aquino,K.A.S.; Morais JR., M.A.; Menezes,R.S.C. *Alkaline hydrogen peroxide pretreatment os lignocelullosic biomass: status and perspectives*. *Biomass Conversion Biorefinary*, v. 8, p.225-234,2018.
- [14] Faostat.Organização alimentar dos Estados Unidos. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>>. Acesso em 03 junho 2019.
- [15] García, S.G.; Gullón, B.; Feijoo,G.; Moreira, M.T. *Environmental performance of biomass refining into high-added value compounds*. *Journal of Cleaner Production*, v. 120, p. 170- 180,2016.
- [16] Gonçalves, F. A.; Ruiz, H. A.; Santos, E. S.; Texeira, J. A.; Macedo, G. *Bioethanol production from coconut and cactos pretreated by autohydrolysis*. *Industrial Crops and Products*, v. 77, p. 1-12, 2015.
- [17] Kang, S., Fu, J., & Zhang, G. (2018). *From lignocellulosic biomass to levulinic acid: A review on acid-catalyzed hydrolysis*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 340–362. doi:10.1016/j.rser.2018.06.016
- [18] Kim, I.; Rehman, M. S. U.; Han, J. I. *Enhanced glucose yield and structural characterization of corn stover by sodium carbonate pretreatment*, *Bioresource Technology*, v. 152, p. 316-320,2014.
- [19] Kim, J. S.; Lee, Y. Y.; Kim, T. H. A review on alkaline pretreatment technology for bioconversion of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, v. 199, p. 42–48, 2016.
- [20] Li, X., Xu, R., Yang, J., Nie, S., Liu, D., Liu, Y., & SI, C. (2019). *Production of 5-hydroxymethylfurfural and levulinic acid from lignocellulosic biomass and catalytic upgradation*. *Industrial Crops and Products*, 130, 184–197. doi:10.1016/j.indcrop.2018.12.082
- [21] Mayanga, P.C.T.; Perez, D. L.; Rezende, C. A.; Prado, G.T; Timko, M.T.; Carneiro, T. F. *Valorization of coffee industry residues by subcritical water hydrolysis: Recovery of sugars and phenolic compounds*. *O Jornal de Fluidos Supercríticos*, v 120, p. 75 a 85, 2017.

- [22] Muharja, M; Junianti, F.; Ranggina, D.; Nurtono, T.; Widjaja, A.. *An integrated green process: Subcritical water, enzymatic hydrolysis, and fermentation, for biohydrogen production from coconut husk*. *Bioresource Technology*, v. 249, p. 268-275, 2018.
- [23] National Renewable Energy Laboratory (Nrel), Golden. Standard Procedure n. 02, 03, 17, 19; *Determination of structural carbohydrates and lignin biomass*. Golden, 2006. 1-14 p.
- [24] Nogueira, C.C.; Pedilha, C.E.A.; JESUS, A.A.; Souza, D.F.S.; Assis, C.F.; Junior, F.C.S; Santos, E.S. *Pressurized pretreatment and simultaneous saccharification and fermentation with in situ detoxification to increase bioethanol production from green coconut fibers*. *Industrial Crops & Products*, v. 130, p. 259-266, 2019.
- [25] Prado, J.M., Carneiro, T.F; Rostagno, M.A; Romero, L. A. F., Maugeri Filho, F.; Meireles, M. A. A. *Obtaining sugars from coconut husk, defatted grape seed, and pressed palm fiber by hydrolysis with subcritical water*. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 89, p. 89-98, 2014.
- [26] Qing, Q.; Guo, Q.; Zhou, L.; Gao, X.; Lu, X.; Zhang, Y. *Comparison of alkaline and acid pretreatments for enzymatic hydrolysis of soybean hull and soybean straw to produce fermentable sugars*. *Industrial Crops & Products*, v. 109, p. 391-397, 2017.
- [27] Rabemanolntsoa, H.; Saka, S. *Various pretreatments of lignocellulosics*. *Bioresource Technology*, v. 199, p.83-91, 2016.
- [28] Rodrigues, G.S.; Martins, C.R.; Barros, I. *Sustainability assessment of ecological intensification practices in coconut production*. *Agricultural Systems*, v. 165, p. 71-84, 2018.
- [29] Rambo, M. K. D. *Caracterização de resíduos lignocelulósicos por espectroscopia nir aliada à quimiometria para a obtenção de insumos químicos*. 182f. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013
- [30] Verardi, A.; Blasi, A.; Marino, T.; Molino, A.; Calabro, V. *Effect of steam-pretreatment combined with hydrogen peroxide on lignocellulosic agricultural wastes for bioethanol production: Analysis of derived sugars and other by-products*. *Journal of energy chemistry*, 27(2). 2018.
- [31] Weerachanchai, P.; Lee, J.M. *Recyclability of an ionic liquid for biomass pretreatment*. *Bioresource Technology*, v. 169 p.336-343, 2014.

Capítulo 23

Compostagem, o manejo sustentável de resíduos orgânicos gerados em um Shopping Center

Marina Batista de Araújo

Alessandra Feijó Marcondes

Rogério Antônio dos Santos

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver um processo de compostagem dos resíduos orgânicos gerados no Flamboyant Shopping Center, localizado em Goiânia – GO, previamente separados na origem e, a partir do composto orgânico gerado, criar o Espaço Verde na cobertura deste empreendimento com o propósito de se cultivar espécies de hortaliças, frutíferas e condimentares. O trabalho descreve o desenvolvimento das etapas durante a execução do projeto, os principais desafios e sua viabilidade econômica. Assim, através da aplicação prática desse estudo de caso foi possível comprovar a possibilidade de se realizar projetos sustentáveis que gerem e agreguem valores sociais, ambientais e econômicos a este empreendimento que é referência no bioma Cerrado.

Palavras-Chave: Composto orgânico, Resíduos, Sustentabilidade, Telhado, Cerrado

1. INTRODUÇÃO

Seria possível subverter a ordem do paradoxo tão fortemente arraigado na cultura exploratória e extrativista na qual a humanidade foi moldada a ponto de confrontar o limite entre o progresso e a manutenção da natureza, dos recursos naturais ou em última instância, da própria vida? É momento de mais do que reflexão, é momento de ação. O planeta necessita de atitudes e posturas proativas em favor da sustentabilidade.

Depois das revoluções da medicina, transportes e a industrial no século XVIII, que foram marcadas pela exploração do carvão mineral, aço, ferro e pelo advento da máquina a vapor, a sociedade subsidiou o crescimento da demanda por serviços e produtos e durante a ascensão da indústria, a poluição foi indicador de riqueza e sinal de progresso durante muitos anos (ANDRADE & ARAÚJO, 2012). Sendo assim, a capacidade do ser humano de explorar os recursos naturais assumiu um caráter predatório, superando suas necessidades básicas de comer, vestir-se, morar e proteger-se (MARTINS, 2010).

Os benefícios decorrentes da industrialização foram e são, inegavelmente, importantes para a evolução e sobrevivência do homem até os dias atuais e propiciaram-nos a comodidade e impulsionaram os avanços tecnológicos. Entretanto, para toda essa evolução se fez necessário o uso exacerbado dos recursos naturais que ocasionaram em diversos impactos no equilíbrio do meio ambiente e geraram inúmeros efeitos negativos, como: alteração da camada de ozônio, alterações climáticas, agravamento do efeito estufa, chuva ácida, destruição das florestas, excesso de resíduos, contaminação de águas e solos e mudanças nos ciclos hidrológicos, do carbono e nitrogênio, entre outros (ANDRADE & ARAÚJO, 2012).

Os primeiros relatos de problemas ambientais datam do século XVIII, sendo processos localizados, considerados não importantes. Somente na década de 60 que a questão ambiental começou a ter destaque maior. Entretanto, com aspecto pontual e sem força diante dos demais assuntos. Em 1987 a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente (UNCED) produziu relatório conhecido como “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de *Bruntland*”. Foram apresentados no Relatório de *Bruntland* estudos baseados no equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente que apontam para a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. O conceito de desenvolvimento sustentável é alicerçado na proteção ambiental, estabilidade econômica e responsabilidade social, sendo conceituado no Relatório de Bruntland (1988) como “desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.

Durante as quatro décadas de discussão, houve inúmeras conferências que foram de extrema importância para que se estabelecesse um consenso das dimensões que a sustentabilidade se baseia, chegando essencialmente a três dimensões, embora muitos autores, como Ignacy, considerem a relevância de várias outras dimensões (NASCIMENTO, 2011). Assim o conceito do Triple Bottom Line é estabelecido, surgido do estudo realizado por Elkington (1994), é conhecido por 3P (People, Planet e Profit); no português, seria PPL (Pessoas, Planeta e Lucro) (OLIVEIRA, MEDEIROS, TERRA, & QUELHAS, 2012).

De acordo com Nascimento (2011) a primeira dimensão, devendo ser considerada a principal, é a ambiental que trata de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência. A segunda dimensão, a econômica, trata-se da contínua inovação tecnológica e o aumento da eficiência da produção, apresentando um consumo com economia crescente de recursos naturais, propondo a criação de empreendimentos viáveis, atraentes para os investidores. A terceira e última dimensão é a social. Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros.

Martins (2010), ressalta que o termo “sustentável”, atrelado ao “desenvolvimento” refere-se à capacidade da biosfera para fornecer matéria e energia e, de outro lado, a capacidade de absorver os resíduos produzidos.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2016), metade da humanidade mundial vive nas cidades, e a estimativa para 2030 é que 60% da população viverá em áreas urbanas. Atualmente, 20% da população mundial, localizada nos países desenvolvidos, consome 80% dos recursos naturais do planeta, sendo que, por simples análise matemática, verifica-se que, se o resto do mundo quiser seguir este padrão de consumo, serão necessários quatro planetas para atender a 100% dessa necessidade consumista (OLIVEIRA, MEDEIROS, TERRA, & QUELHAS, 2012).

A produção de resíduos sólidos tornou-se um grande problema no mundo, com reflexos que extrapolam a área ambiental, haja visto a ausência de sustentabilidade do ciclo que vai da produção ao descarte dos

produtos. Para minimizar estes efeitos negativos ao ambiente, é fundamental realizar um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos produzidos pela população.

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil alerta que 42,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, ou seja, cerca de 59,1% dos resíduos coletados são dispostos em aterros sanitários, enquanto, 40,9% dos resíduos coletados são despejados em lixões ou em aterros controlados pelo país (ABRELPE, 2017). O Panorama relata ainda que na região Centro-Oeste 60% dos resíduos coletados, cerca de 8.641 toneladas/dia, são encaminhados para lixões e aterros controlados.

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia - GO (PMGIRS, 2016), cerca de 62,9% dos resíduos sólidos domiciliares produzidos são constituídos de material compostável que, por não serem coletados separadamente, acabam sendo dispostos em aterros ou lixões. Essa forma de disposição gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso o material compostável fosse separado na fonte e encaminhado para um tratamento específico (MASSUKADO, 2008).

O Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos que apresenta a situação das unidades de compostagem nos anos 2000 e 2008, apontou a região Centro-Oeste com a maior taxa de tratamento dos resíduos urbanos, com 3,9% (IPEA, 2012). Entretanto, o cenário ainda é precário diante da geração total de resíduos, os motivos são a dificuldade de se obterem os resíduos orgânicos já separados na fonte geradora; a insuficiência de manutenção do processo; o preconceito com o produto e a carência de investimentos e de tecnologia adequada para a coleta deste tipo de material (MASSUKADO, 2008).

Diante do cenário atual, o estudo desta pesquisa busca apresentar o gerenciamento adequado dos resíduos orgânicos, por meio da transformação do mesmo em composto orgânico, isento de fertilizantes químicos, e evidenciando a incorporação da responsabilidade ambiental e social e valor ao empreendimento por meio de projetos ambientais viáveis economicamente.

2.OBJETIVOS

Em decorrência da questão agravante referente a alta geração de resíduos orgânicos, o objetivo deste trabalho foi apresentar um projeto com a capacidade de agregar valores socioeconômicos e ambientais para um shopping center de Goiânia – GO, a partir do processo de compostagem, e a aplicação deste composto na produção de um Espaço Verde para o referido shopping. Objetivou-se ainda que os resultados obtidos pudessem servir de marco referencial para outros projetos com o mesmo viés socioambiental.

3.METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente projeto foi realizado em parceria da Faculdade de Ciências e Tecnologia (Curso de Engenharia de Produção) e Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás com o Flamboyant Shopping Center.

Com o objetivo de mostrar como o correto gerenciamento de resíduos, realizado de forma inovadora, tecnológica e econômica pode agregar vida a engenharia civil convencional e valores socioeconômicos e ambientais a empreendimentos, o presente trabalho foi desenvolvido baseado em pesquisas bibliográficas, nos mais recentes estudos ambientais e econômicos, consulta à legislação e estudos de casos.

Para tanto, o trabalho foi dividido em duas fases sendo que a primeira delas consistiu em revisão bibliográfica para se identificar os aspectos relevantes quanto ao gerenciamento de resíduos no Brasil, quanto ao cenário atual e às exigências legais do empreendimento, assim como tecnologias disponíveis no mercado para o tratamento dos resíduos orgânicos e o desenvolvimento de espaços verdes em shopping centers. As pesquisas permitiram identificar a possibilidade de desenvolvimento de projetos e processos ambientalmente sustentáveis em empreendimentos com grande geração de resíduos, que gerem valor à marca de empresas.

A segunda fase compreendeu a elaboração e implantação do projeto propriamente que consistiu em quatro macro etapas. A primeira iniciou-se com a realização do estudo de viabilidade por meio da análise gravimétrica, conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 10.007 (2004), para a estimativa da geração/dia de resíduos orgânicos no shopping e o levantamento financeiro para a execução do projeto. A segunda etapa consistiu em ações de educação ambiental com a capacitação e sensibilização dos

colaboradores responsáveis pela segregação dos resíduos na praça de alimentação e restaurantes parceiros, por meio da aplicação de questionários, realização de palestras e treinamentos práticos quanto à separação dos resíduos.

A terceira compreendeu o tratamento dos resíduos orgânicos, desde o processo de triagem para a retirada de resíduos não compostáveis até sua pesagem para realização dos cálculos da proporção de uso de biopolímeros acrescidos como biocatalisadores da compostagem, de acordo com PEREIRA & FIALHO (2013) o processo tecnológico pôde ser definido em três fases: qualificação químico/física e biológica do resíduo; desenvolvimento do biocatalisador específico e aplicação do biocatalisador. A quarta e última etapa consistiu na maturação do composto, na verificação da sua qualidade e a sua aplicabilidade no desenvolvimento de plantas em hortas. Podendo-se resumir o processo em 3 "T's": tratabilidade, tratamento e transformação.

Nas duas fases, realizou-se levantamento de dados primários e secundários, utilizou-se conceitos de gestão de resíduos, meio ambiente e mercado que permitiram identificar e selecionar os aspectos que possibilitaram o empreendimento a obter o sucesso e a eficácia do projeto atingindo os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental.

4.RESULTADOS

O Flamboyant Shopping Center possui uma Política Interna de Resíduos Sólidos que tem como objetivos: promover a melhoria contínua e o desenvolvimento sustentável, promover o desenvolvimento da cidadania por meio da educação ambiental e cumprir as leis e requisitos ambientais aplicáveis a seus processos, projetos e serviços. Tendo como base os objetivos da área de Gestão de Resíduos, alinhado com o planejamento estratégico da empresa em criar e desenvolver projetos que agreguem uma postura ambiental e social corretas às várias atividades desempenhadas, surge o Projeto Eco Flamboyant.

O projeto iniciou-se com a identificação da composição gravimétrica dos resíduos gerados no shopping, visando assim determinar suas características quanto à classificação, métodos de tratamento, tendo como foco identificar a estimativa de resíduos orgânicos gerados além de verificar a efetividade da coleta seletiva já implantada. Para tanto o plano de amostragem foi realizando a coleta dos resíduos em dias distintos da semana e de acordo com as cores dos sacos plásticos utilizados pela coleta seletiva do shopping center (sacos de cor preta para orgânico e sacos de cor azul para recicláveis), para que verificasse a distinção da composição dos resíduos em dias de menor e maior fluxo de clientes. A coleta dos resíduos ocorreu nos dias de sexta feira e terça feira, entre os dias 23 a 27 de março de 2018.

A amostragem foi realizada conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 10.007:20004 em que define a retirada das amostras de sacos de lixo pela parte superior, evitando fazer furos adicionais por onde o material possa vazar, e realizar a coleta das amostras de toda a seção vertical, em pontos opostos e em diagonal, passando pelo centro do recipiente.

A análise demonstrou a geração média de 6,00 toneladas/ dia de resíduos, e os resíduos orgânicos representaram cerca de 33% do montante, ou seja, cerca de quase 2,00 tonelada/ dia. Com esses resultados a compostagem se torna viável sendo que apresenta volume diário suficiente para ser processado, assim como pelo tipo de resíduo identificado na segregação, como: arroz, casca de frutas (laranja, abacaxi, banana e demais), macarrão, batata frita, pão e demais, que demonstra a variedade de resíduos proporcionando assim a presença de inúmeros nutrientes que permitem a qualidade do composto. Além de representar anualmente cerca de 60,00 toneladas/mês que terão o correto tratamento e não contribuirão para a superlotação dos aterros sanitários.

A análise gravimétrica permitiu identificar que a segregação dos resíduos pode ser considerada razoavelmente boa, necessitando de ajustes e melhoria no processo para a total segregação dos resíduos orgânicos dos demais. Necessitando assim da aplicação da educação ambiental com os colaboradores do shopping.

A educação ambiental é uma mudança de cultura do homem, o que torna a etapa mais trabalhosa e com maior demanda de energia para que sua efetivação seja concreta junto aos colaboradores do shopping. A área de conservação e limpeza realiza a coleta das bandejas da praça de alimentação e dispõe dos resíduos nas lixeiras, assim o envolvimento da equipe foi de suma importância para a efetivação do projeto.

Para tanto, desenvolveram-se ações específicas com a equipe para o aprimoramento da consciência e habilidade quanto a segregação dos resíduos. As ações educativas com a equipe foram contínuas, com

encontros quinzenais, nos quais eram discutidos a segregação dos resíduos, a apresentação das ações do projeto que haviam sido realizadas e levantadas as dúvidas e sugestões quanto ao ocorrido.

Durante todo o processo foi verificado que a segregação não ocorria de forma contínua, devido a inúmeros motivos, tais como: intenso fluxo de clientes nos finais de semana e devido a eventos no shopping, principalmente pela a época de festas de final de ano, em que a circulação de cliente aumenta significativamente, tendo reflexo direto na geração de resíduos; a alta geração de resíduos recicláveis que levam à superlotação rápida das lixeiras, e que o período de reposição dos sacos era insuficiente necessitando assim da disposição de resíduos recicláveis na lixeira de resíduos orgânicos; e, por fim a disposição de lixeira para resíduos de vidro e líquido que também geravam grande acúmulo nos sacos.

Para o tratamento dos pontos levantados acima, foi realizado o alinhamento com os líderes e encarregados para o planejamento de medidas para minimizar as problemáticas levantadas, as ações propostas para tratamento imediato foram: remanejamento de um único colaborador para realizar a separação dos resíduos em dias de maior fluxo, a reestruturação e disposição de lixeiras, afim de concentrar as lixeiras aumentando os pontos de apoio e consequentemente reduzindo a disposição inadequada de resíduos nas lixeiras devido à superlotação das mesmas.

Paralelamente ao início da segregação dos resíduos ainda na praça de alimentação, em set/2018, iniciou-se o processamento propriamente dito, dos resíduos. Todo o processo da biodegradação acelerada se desenvolve em aerobiose. Os biocatalisadores requerem um balanço nutricional entre fontes de carbono e nitrogênio, teor de umidade (%), dentre outros, a fim de dar condições ideais ao desenvolvimento da atividade microbiana e consequentemente à degradação acelerada do resíduo, caso contrário favorecem o desenvolvimento de microrganismos anaeróbios desfavorecendo a atividade microbiana (PEREIRA & FIALHO, 2013).

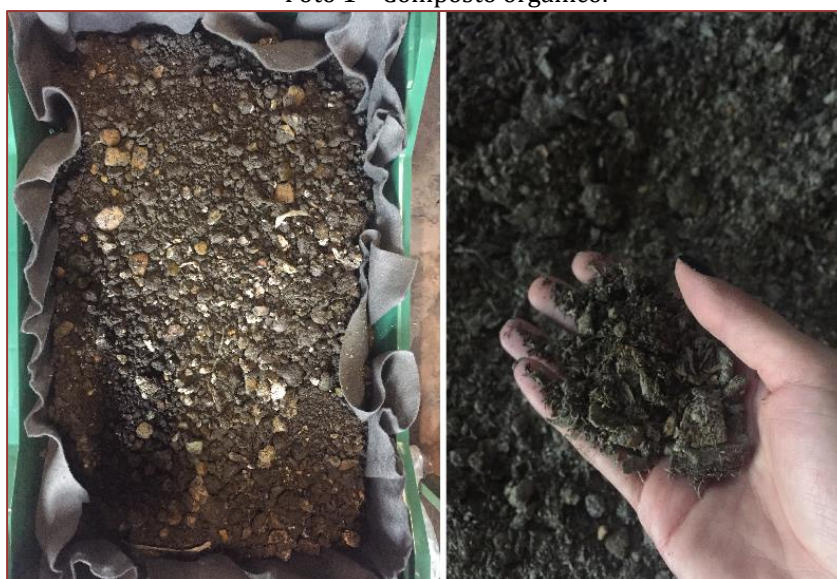
O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que processo se complete (KIEHL, 1985). Este mesmo autor relata que durante o processo de compostagem é possível se observar três fases: Mesofílica, Termofílica e Maturação.

Os resíduos separados na praça de alimentação eram então encaminhados à central de compostagem, onde ocorria outra triagem dos resíduos para a retirada de materiais que não poderiam ser processados. Posteriormente, os sacos eram pesados para ser feito o cálculo da proporção dos biopolímeros, que seriam acrescentados a quantidade de resíduo. Em seguida, este era inserido no alimentador que o levava ao equipamento que faria a mistura, onde seriam adicionados os biopolímeros, que têm a função de dar tratabilidade, desodorizar, desumidificar, acelerar o processo de decomposição e esterilizar.

De acordo com KIEHL (2004), ao iniciar o processo de tratamento no equipamento se inicia a fase Mesofílica, em que ocorre o aumento das populações de bactérias e de fungos. A temperatura inicial do sistema varia entre 20 e 40°C e em seguida sobe até 60°C. Nessa temperatura mais elevada ocorre a fase Termofílica e também o processo de sanitização de microrganismos patogênicos. A temperatura mantém-se nessa faixa por um período de tempo que varia de acordo com o material a ser compostado e em seguida decresce para cerca de 40°C. A duração da fase termofílica depende de fatores ambientais, natureza dos resíduos, tamanho e natureza da população microbiana, balaço de nutrientes e do tipo de processo escolhido.

Na fase inicial do processamento dos resíduos foi verificado a pouca presença de alguns resíduos, como: casca de frutas e verduras, assim como a presença de material não processado industrialmente, como: restos de comida. Desse modo, o composto apresentou características mais resistentes, com cor acinzentada e textura aglutinada. Assim, iniciou-se o processo de homogeneização dos resíduos gerados, afim de dar melhores características ao composto produzido e solicitou-se a participação de restaurantes que já realizavam a segregação dos resíduos de forma eficiente, sendo entregue a estes, tambores de 50 litros para a disposição dos resíduos orgânicos gerados nas cozinhas. Os tambores passaram a ser coletados de duas a três vezes ao dia pela equipe da conservação e encaminhados a central de compostagem, aonde eram pesados e realizada a triagem do material, para então ser processado.

Foto 1 – Composto orgânico.



Da esquerda para direita: Composto após 2 dias e 7 dias do período de maturação, com a redução da temperatura e umidade.

Foi realizado o controle dos resíduos processados assim como dos insumos e complexos enzimáticos utilizados nesta primeira fase para realizar as batidas, conforme Tabela 1. podendo-se notar que para a realização de uma batida de 50 Kg de resíduos foram utilizados em média:

- 10 ml do complexo enzimático denominado Pulverbill® para a desodorização e esterilização prévia;
- 6,70 Kg de biopolímero HH-132
- 6,70 Kg de biopolímero Complex 144;
- 270 ml de ignição.

		CONTROLE DE GERAÇÃO DE PRODUÇÃO DO COMPOSTO					
MES	DIA	MATÉRIA ORGÂNICA	PESO (kg)	MATERIAL SECANTE	HH - 132 (kg)	COMPLEX. 144 (kg)	ING (ml)
Outubro	30	Casca de laranja e arroz.	50,00	Não	6,60	6,60	270,00
	30	Casca de laranja, arroz, tomate, mamão.	50,00	Não	6,60	6,60	270,00
	30	Casca de laranja, arroz e mamão.	50,00	Não	6,60	6,60	270,00
	31	Casca de laranja	66,00	Não	8,80	8,80	360,00
Novembro	1	Casca de laranja	33,00	Não	4,45	4,45	200,00
	7	Casca de laranja	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	8	Casca de limão, casca de laranja e folhagens	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	8	Casca de laranja, melancia e abacaxi	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	8	Casca de laranja, melancia e abacaxi	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	9	Casca de laranja, restos de comida	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	12	Casca de laranja, pão de hamburguer, batata frita	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	13	Casca de laranja, pipoca, restos de comida	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
	13	Cascas, restos de comida	50,00	Não	6,70	6,70	270,00
13	Cascas, arroz, macarrão, batata frita	50,00	Não	6,70	6,70	270,00	

Tabela 1 - Controle de geração de produção do composto.

A produção do composto possui um rendimento de 50% da quantidade de resíduo tratado. Atualmente, são processados diariamente cerca 300,00 Kg de resíduos orgânicos, tendo assim uma produção média de 150,00 Kg de composto/dia.

Após a retirada do composto do equipamento este é disposto em caixas protegidas com manta de bidin e encaminhado para o estágio final da degradação do material compostável que ocorre na Estação de Secagem. Nessa etapa o composto é derramado em esteiras para secagem durante o período de 7 dias, em que o nível de oxigênio requerido é menor, tornando o processo biológico mais lento, a temperatura tende a baixar até se aproximar à do ambiente e ocorre a mineralização da matéria orgânica. Nessa etapa, o composto, agora denominado de maturado, já apresenta propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas desejáveis para aplicação no solo (KIEHL, 1985).

Devido ao fato de a compostagem ser um processo de decomposição aeróbia, o monitoramento e controle dos fatores físicos, físico-químicos e biológicos fazem-se necessários para a obtenção de um composto que apresente qualidade suficiente para atuar como condicionador do solo ou até mesmo como fertilizante orgânico. A Tabela 2 sistematiza a proposta de classificação do composto feita por Zucconi e Bertolli citado em Kiehl (1985).

Tabela 2 - Proposta de classificação do composto em função do uso agrícola.

Produto	Características	Uso Agrícola
Matéria Orgânica crua	Matéria prima que pode ser transformada em composto. Material cru que ainda não entrou em decomposição. Ainda não é composto.	Não recomendável para uso direto na agricultura.
Composto imaturo	Matéria orgânica em decomposição parcial. Ainda possui alta relação C/N.	Pode ser aplicado em culturas perenes, em covas de plantas arbóreas. Quando colocado no solo é recomendado aguardar um tempo para depois semear.
Composto semicurado ou bioestabilizado	Composto com relação C/N igual ou menor que 18:1, pH acima de 6 e que permaneceu por um bom período na fase termófila.	Pode ser aplicado no fundo do sulco de plantio juntamente com sementes ou em contato com as raízes das mudas transplantadas.
Composto maturado, humificado	Composto altamente estabilizado, tendo produzido húmus e sais minerais	Pode ser utilizado para o preparo de substratos para vasos, canteiros de sementeiras de flores e hortaliças.

Fonte: MASSUKADO, 2008

Massukado (2008), ressalta sobre a intensa utilização nos solos de fertilizantes químicos para a recomposição da fertilidade natural do mesmo, entretanto, a sua aplicação traz efeitos adversos ao próprio solo, a recursos hídricos e até mesmo ao ser humano. Nesse contexto, é interessante identificar materiais substitutos que sejam acessíveis localmente, menos onerosos financeiramente e que sejam menos agressivos ao meio ambiente.

A hierarquia da gestão de resíduos, em que o ideal é desviar ao máximo a quantidade de resíduos que chegam aos aterros, abre caminhos para a valorização da matéria orgânica como um recurso para a produção de novos produtos, por exemplo, o composto orgânico (MASSUKADO, 2008). Nessas circunstâncias, o composto de resíduos sólidos urbanos torna-se um produto interessante (SHARMA et al., 1997).

Embora o composto de lixo não possa competir com os fertilizantes químicos, no que diz respeito à quantidade de nutrientes, ele poderá ser considerado uma fonte de nutrientes em longo prazo. O composto aplicado corretamente melhora a estrutura do solo devido ao seu alto teor de matéria orgânica, à retenção de água e ao aumento da resistência da planta a doenças, além de poder ser utilizado como um remediador de solos ácidos (ABREU JR et al., 2000; ROTHENBERGER et al., 2006).

Baseado nas pesquisas bibliográficas realizadas o composto foi submetido a um breve teste de doses a fim de se estabelecer uma dose inicial de partida para o cultivo das espécies avaliadas (Hortelã - *Mentha*

spicata; Salsinha - *Petroselinum sp. (Mill.) Nym.*; Cebolinha - *Allium sp.*; Pimenta - *Capsicum sp.*; Manjeriçã - *Ocimum basilicum L.*; Orégano - *Origanum vulgare L.*; Alecrim - *Rosmarinus officinalis L.*; Amora - *Morus nigra*; Pitanga - *Eugenia uniflora*; Acerola - *Malpighia emarginata*; Limão - *Citrus sp.*, etc).

Foto 2 – Espaço Verde no *rooftop* do Flamboyant Shopping Center.



Paralelamente a isto amostras do composto produzido foram submetidas a análises de nutrientes em Laboratório de Análise de Solos e Compostos a fim de se verificar a presença de macro e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal, sendo todos confirmados. Mediante a qualidade do composto, a dose inicial mais adequada para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies cultivadas ficou em torno de 30% de composto e 70% de solo natural, proporcionando boa estrutura físico-química ao substrato, bem como adequada condição nutricional inicial, devendo ainda ser melhorada em suas concentrações.

As plantas cultivadas foram se adaptando ao microclima local, com incidência solar em durante quase todo o dia, e apresentando um crescimento e desenvolvimento positivo. O tratamento dado às plantas para se evitar a proliferação de pragas foi todo feito com “produtos naturais”, como por exemplo, vinagre e sabão neutro de maneira que as mesmas não sofressem alterações nas suas características orgânicas.

Foram realizadas colheitas das hortaliças, condimentos e plantas frutíferas do Espaço Verde, e constatou-se que estes apresentaram sabor, textura e durabilidade superiores às convencionais. Os restaurantes parceiros foram beneficiados com cestas e foram obtidos relatos quanto a conservação da qualidade em um período maior que as hortaliças e condimentos tradicionais. As áreas do shopping também foram beneficiadas e lhes são entregues colheitas, com periodicidade, para o compartilhamento em uma refeição conjunta para o uso de todos.

Após a construção do Espaço Verde contendo hortaliças, frutíferas e condimentos, fez-se a identificação das frutíferas através de QR Codes a fim de se estabelecer uma melhor interatividade do espaço com os visitantes e informações sobre o uso das plantas.

Foto 03 – Visitante utilizando o QR Code.



5. CONCLUSÃO

O mundo digital mudou muitos conceitos, incluindo modos de vida, gerando uma hiperconexão que como consequência teve o aumento da individualidade e o excesso de consumismos. Esse novo lifestyle da sociedade moderna vem trazendo reflexões de como estamos nos relacionando com os demais habitantes e o nosso impacto no mundo. A população vem cobrando e buscando por transformações no cenário atual.

O acolhimento do shopping em um projeto como esse que propõe não só o tratamento dos resíduos, mas também reflete no consumo mais consciente e na necessidade da mudança de comportamento do mercado, iniciando e desenvolvendo uma consciência sobre os problemas ambientais e como suas atividades podem comprometer a sustentabilidade da humanidade.

O Eco Flamboyant propõe e mostra de forma clara que há solução para os problemas, basta acrescentar criatividade e inovação, mas traz ainda uma outra questão de muita importância a solução necessita da colaboração e participação de todos envolvidos, sociedade e empresas, só é possível encontrar o equilíbrio se os dois lados estiverem comungando dos mesmos ideais

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto desde sua fase de concepção teve como objetivo a criação de um local para que os visitantes pudessem se reconectar ao meio ambiente e desenvolver o senso de responsabilidade ambiental, por meio da geração de valor dos resíduos orgânicos que agora dão vida a novos alimentos, proporcionando inovadoras experiências aos clientes internos e externos.

Não obstante, o projeto prevê ser autossustentável de acordo com o seu planejamento para os próximos cinco anos, aliando os conceitos dos 3T's, Design Think e Eco Design, por meio da comercialização de mudas, composto e oferta de Área de vivência, assim como a mídia espontânea gerada e a valorização da marca diante do mercado externo.

O projeto foi desenvolvido como fase piloto em 2018 e para tanto o Espaço Verde nessa etapa consistiu em uma área total de 200,00 m² na laje da expansão norte do shopping. Com a expansão do projeto a horta deverá ocupar o restante desse mesmo telhado até final de 2019, assim como toda a cobertura do empreendimento que possui potencial para a implantação de um Espaço Verde, totalizando uma área em torno de 3.360,00 m². No layout desenvolvido para preencher a área disponível, foi idealizado o plantio de hortaliças, condimentos, árvores frutíferas e flores (preferencialmente nativas ou adaptadas ao Cerrado) que apresentam maior resistência ao calor, devido ao clima semitropical do município e às condições extremas de temperatura e luminosidade que o terraço oferece.

O estudo de caso desse trabalho evidencia que o ganho do empreendimento atinge não só o setor financeiro, mas também o setor social com o comprometimento dos seus colaboradores que, com a capacitação realizada se engajaram e se sensibilizaram tanto com as questões da sustentabilidade e compostagem, quanto com a valorização da marca por meio de sua responsabilidade socioambiental com a comunidade local e com o meio ambiente.

Com as ações educativas foi possível identificar nos colaboradores o maior senso de responsabilidade para a valorização dos resíduos, assim como o entusiasmo com o retorno das hortaliças para seu prato. Além das ações internas, o projeto vem alcançando a comunidade acadêmica e no ano de 2019 foi uma das visitas técnicas do Workshop WWEF - NEXUS e 7ª Encontro Brasil - Alemanha para Produção Sustentável no Cerrado: Biogás, em parceria com a Universidade Federal de Goiás e o Instituto Federal de Goiás e o curso de Pós Graduação da Faculdade Araguaia de Goiânia para apresentação da operação do projeto de forma total.

Durante essas visitas também foi possível identificar relatos dos visitantes quanto a importância do projeto e o reconhecimento da responsabilidade e da busca da empresa por projetos e ações que minimizem os impactos ambientais e seja o propulsor para o desenvolvimento de uma maior consciência na comunidade.

Fazendo-se um comparativo entre dados levantados quanto à composição gravimétrica, considerando-se as etapas de coleta, transporte e disposição final dos resíduos, sendo levados em consideração a geração de 60,00 toneladas/mês, o custo com a disposição final e o tratamento de compostagem, obtém-se uma redução de 38,88% no orçamento da operação, o que financeiramente é bastante atrativo como forma de economia de recursos que puderam ser utilizados como investimento inicial no próprio projeto.

Em se tratando de um tema ainda pouco pesquisado no país e conseqüentemente de referência bibliográfica nacional restrita a evolução do projeto apresentou inúmeras adversidades cujos tratamento e mitigação ocorreram por meio da integração e comunhão de ideais dos envolvidos e o senso de comprometimento com a superação de desafios, assim como a qualidade individual dos parceiros adquiridos ao longo do projeto foi essencial para que as etapas fossem executadas com excelência e inovação, permitindo assim a conclusão bem sucedida do mesmo.

Diante disso, o shopping, enquanto um empreendimento, entende que é instrumento de desenvolvimento social e ambiental, e possui um compromisso com a melhoria da qualidade de vida nas comunidades onde está inserido, realizando investimentos financeiros para a expansão do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Abreu Junior., C. H.; Muraoka, T. Lavorante A. F. & Alvarez, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. Revista Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa, v. 24, p. 635-647, 2000.
- [2] Andrade, T. P., & Araújo, M. B. Sistema de gestão ambiental - conquista de mercado e lucratividade. Fevereiro, 2012.
- [3] Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.007: Resíduos Sólidos. Amostragem. São Paulo, 2004
- [4] Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017. São Paulo: 2017.
- [5] Cmmad - Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Relatório de Brundtland - Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.
- [6] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos. Brasília: 2012.
- [7] Elkington, J. Triple Bottom Line Revolution: Reporting For The Third Millennium. Australian CPA, v. 69, p. 75, 1994.
- [8] Kiehl, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres. 492 p., 1985.
- [9] Kiehl, E.J. Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. 4ª ed. Piracicaba, SP. 2004.
- [10] Lemos, H. M. Clube de Roma e outros modelos mundiais. 2012.
- [11] Massukado, L.M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

- [12] Martins, D. F. Sustentabilidade no canteiro de obras. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.
- [13] Nascimento, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. 2011.
- [14] Oliveira, L. R., Medeiros, R. M., Terra, P. B., & Quelhas, O. L. Sustentabilidade: da Evolução dos Conceitos à Implementação como Estratégia nas Empresas. 2012.
- [15] Onu. (Jan. de 2016). ONU BR - Nações Unidas do Brasil. Fonte: ONU BR - Nações Unidas do Brasil: <https://nacoesunidas.org/>.
- [16] Pereira, L.A.A.; Fialho, M.L. Gestão de Sustentabilidade: Compostagem otimizada em resíduos sólidos orgânicos com a utilização de metodologia enzimática na implantação de uma usina de compostagem de lixo no município de Santa Juliana/MG. International Journal of Knowledge Engineering and Management. ISSN 2316-6517, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 52-85, mar./maio, 2013.
- [17] Prefeitura de Goiânia. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia (PMGIRS). Goiânia. 2016.
- [18] Rothenberger, S.; Zurbrügg, C.; Enayetullah, I.; Sinha, A.H.M.M. Decentralized Composting for cities of low- and Middle - Income Countries – A users' Manual. Publisher: Waste Concern; Bangladesh and Switzerland. 2006. 109 p.
- [19] Sharma, V. K.; Canditelli, M.; Fortuna, F.; Cornacchia. Processing of Urban and Agro-industrial residues by aerobic composting: Review: Energy conservation and management. 1997. v.38, n.5, p.453-478.

Capítulo 24

Determinação da relação Peso x Volume de resíduos sólidos orgânicos submetidos à compostagem

Fernanda Ferreira Fleming

Ikaro Tessaro

Krishna Guimarães de Castro e Silva

Roberto Guião de Souza Lima Júnior

Resumo: O presente estudo visa melhorar o dimensionamento de modelos de composteira e estratégias de compostagem com foco no tratamento em pequena escala de restos de alimentos e aparas vegetais in loco, com o mínimo de impacto, pouca demanda de área e de mão de obra, e com o foco em geradores urbanos. As composteiras receberam separadamente aportes diários de resíduos sólidos orgânicos (RSO) que foram distribuídos em camadas intercaladas entre folhas secas e restos de alimentos até o enchimento das mesmas. Neste trabalho foram contabilizados dois ciclos de enchimento das composteiras, a composteira A com 20 dias e a composteira B com 17 dias, respectivamente foram monitorados entre abril e maio de 2018, com o foco na mensuração de volume e peso de RSO aportados nas composteiras e também o acompanhamento de medidas corretivas e cuidados com a cobertura diária para minimizar exposição a vetores ou causar odores e emissões indesejáveis.

Palavras-chave: Composteira; Dimensionamento, RSO.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Abrelpe (2017), cerca de 60% dos municípios brasileiros dispõe inadequadamente seus resíduos em lixões ou aterros controlados, onde foram aportados 81 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia em 2016. Os 40% restantes dispõem seus resíduos em aterros sanitários, contrariando as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (2010) para que sejam adotadas estratégias de tratamento como a compostagem, o tratamento térmico, a reciclagem e outras, e apenas rejeitos sejam dispostos em aterros.

Segundo Abrelpe (2017), os resíduos orgânicos correspondem a mais de 50% do total de resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil. Somados aos resíduos orgânicos provenientes de atividades agrossilvopastoris e industriais há uma geração anual de 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos.

A partir disso, criou-se a necessidade de estabelecer estratégias alternativas e possíveis no intuito de minimizar a questão do aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, nos últimos anos tornaram-se fundamentais para que se mantenha a qualidade de vida das pessoas, visando à diminuição dos resíduos que vão para os aterros sem terem a destinação e aproveitamento ideal.

A compostagem de resíduos sólidos orgânicos (RSO) é uma alternativa vantajosa com relação ao aterramento por sua característica aeróbia, minimizando emissões e lixiviados (Pires *et al*; 2011). Além disto, a compostagem gera composto orgânico para uso agrícola, sendo um processo sustentável e eficiente para o tratamento e disposição de RSO, minimizando impactos ambientais, geração de rejeitos e maximizando a reciclagem Embrapa (2009).

Contudo, a fragilidade das políticas públicas de gestão de resíduos no Brasil dificulta sua implantação em larga escala, assim como a escassez no mercado de equipamentos viáveis sanitária ou economicamente para o tratamento de RSO *in loco* dificulta sua adoção em pequena escala. Segundo o (MMA, 2017) no Manual de Orientação de Compostagem, a maior parte das iniciativas municipais em compostagem no Brasil restringem-se a pátios centralizados, que recebem resíduos de coleta mista (resíduos orgânicos misturados com rejeitos) ou de apenas alguns grandes geradores de resíduos orgânicos. Os resíduos orgânicos domésticos, em geral, acabam sendo dispostos em aterros sanitários ou lixões, sendo direcionando, atualmente, apenas 2% dos RSO para a compostagem, desperdiçando nutrientes e matéria orgânica que, no ciclo natural, tem o papel de fertilizar e manter a vida nos solos.

Assim, faz-se necessário novas práticas que estimulem a adoção da compostagem em pequena e média escala por parte do cidadão comum ou geradores em maior escala, sejam eles públicos ou privados, pois o poder público e o setor privado não disponibilizam, ainda, oportunidades de compostagem acessíveis para população em geral.

2. OBJETIVO

Este estudo visa investigar o dimensionamento de um modelo de composteira e metodologia de operação desenvolvidos em Guião (2017), com foco no tratamento *in loco* de restos de alimentos e aparas vegetais com mínimo impacto, pouca demanda de área e de mão de obra, com objetivo de estimular a adoção da compostagem em geradores urbanos em pequena e média escala. Tal investigação é relevante pois há grande diminuição do volume dos RSO ao longo do processo de compostagem, colaborando para um melhor aproveitamento do volume disponível para tratamento dos RSO e a consequente utilização de equipamentos menores e de menor custo.

Outro objetivo é contribuir para definição do volume e peso dos RSO gerados em restaurantes, visto a grande variedade de dados existentes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Segundo Teixeira (2013) “após 21 anos de negociações e ampla participação social”.

A discussão em torno desta política marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo a União, estados e municípios, o setor produtivo e a sociedade civil, na busca de soluções para os problemas causados pela gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos, que compromete a qualidade de vida da população (Teixeira, 2013).

A lei tem como objetivo a não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. Redução do uso dos recursos naturais (água e energia, por exemplo) no processo de produção de novos produtos, intensificar ações de educação ambiental, aumentar a reciclagem no país, promover a inclusão social, a geração de emprego e renda de catadores de materiais recicláveis (Senac, 2009:).

A PNRS previu, no art. 36, inciso V, a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”. Desta forma, entende-se que a promoção da compostagem da fração orgânica dos resíduos, assim como a implantação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, faz parte do rol de obrigações dos municípios instituída na lei.

3.2 ATERROS SANITÁRIOS

Segundo a norma ABNT NBR 8419/1984, aterro sanitário é: “uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário”.

Nota-se, porém, que embora os aterros sanitários representem uma forma de disposição tecnicamente aceita ainda no Brasil adequada para tais resíduos, ainda não é rara a utilização, por muitos municípios brasileiros, de aterros controlados e até mesmo lixões como forma de destinação final. (Alves, 2008).

3.3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo a normativa da ABNT NBR 10004/1987 apud Barros (2003), os resíduos sólidos são definidos como: “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

As características dos resíduos sólidos urbanos variam de cidade para cidade, bairro a bairro, sendo função de diversos fatores, como poder aquisitivo da população, atividades, hábitos da população, época do ano, clima, nível educacional, etc. As características dos RSU vão se modificando com o decorrer dos anos, tornando necessários programas de caracterização periódicos, de preferência ao longo do ano, em função do número de habitantes da cidade, visando à atualização destes dados e à adaptação do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos a estas transformações (Mahler, 2012).

3.4. RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

Os resíduos orgânicos são constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos...), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras (MMA, 2017).

São materiais que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza. Mas quando derivados de atividades humanas, especialmente em ambientes urbanos, podem se constituir em um sério problema ambiental, pelo grande volume gerado e pelos locais inadequados em que são armazenados ou dispostos. A disposição inadequada de resíduos orgânicos gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos (MMA, 2017).

3.5. RESÍDUOS DO RESTAURANTE

Os resíduos orgânicos são compostos por restos de alimentos e outros materiais que degradam rapidamente na natureza, tais como: cascas de frutas, cascas de legumes, ovos e suas cascas, folhas de verduras, restos de frutos e vegetais, pó de café e alimentos preparados não comercializados (Araújo *et al.*, 2015).

Em se tratando de resíduos orgânicos gerados, as sobras dos alimentos, segundo Abreu *et al.* (2003), são os excedentes de alimentos que foram produzidos e não distribuídos. Ainda pode-se dizer que sobras são alimentos prontos para o consumo e que ficaram no balcão térmico ou refrigerado. Pode-se incluir, também, nesta definição de sobras, os alimentos não preparados e pré-preparados (Silva Junior, 1995).

Já em relação aos restos, Abreu *et al.* (2003) define como os alimentos distribuídos ou comercializados e não consumidos. Ainda pode-se afirmar que resto é o alimento que fica no prato do cliente e não chega a ser consumido (Silva Junior, 1995).

Segundo Carvalho (2011) a etapa de pré-preparo gera um resíduo de alto teor orgânico que pode ser compostado, diminuindo o resíduo total destinado a aterro sanitário ou outro local inapropriado. No mesmo estudo, constatou que a etapa que gera maior quantidade de resíduos (31%) é o retorno de bandejas, permitindo inferir que a conscientização do usuário e um bom planejamento das refeições são de fundamental importância para a redução de resíduos em restaurantes.

Segundo Canonico *et al.* (2014), na Avaliação de Sobras e Resto - Ingesta de um Restaurante Popular do Município de Maringá - PR, o peso médio dos alimentos produzidos/dia foi de 509,76kg com peso das refeições distribuídas com uma média de 402,28 kg/dia.

Dados sobre geração de resíduos em restaurantes podem ser vistos em Menezes *et al.* (2016), Pucciafuoco (2013), Sanches *et al.* (2016), Soares & Neto (2009) e Pistorello *et al.* (2015), embora muito variáveis de acordo com as características do tipo de cardápio, horário do dia, padrão mais elitista ou popular dos restaurantes, os quais influenciam em muito na geração de resíduos.

3.6. COMPOSTAGEM

Segundo Kiehl (1985) há muito os agricultores utilizando-se dos restos orgânicos, tanto vegetais como animais, como um material para ser incorporado ao solo com o intuito de favorecer o desenvolvimento das plantas e aumentar a produção agrícola. O conhecimento desse fato tem levado o agricultor a utilizar, das mais variadas maneiras, os restos orgânicos como fertilizadores de suas terras.

Kiehl (1979) “define compostagem como sendo um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado”. Já Cunha e Filho (2002, p.146) afirmam que a compostagem é a “fabricação de compostos orgânicos a partir do lixo”, caracterizando-se por ser um método de decomposição do material orgânico putrescível (restos de alimentos, aparas e podas de jardins, folhas etc.) existente no lixo, sob condições adequadas, de forma a obter um composto orgânico (húmus) para uso na agricultura. Apesar de ser considerado um método de tratamento, a compostagem também pode ser entendida como um processo de reciclagem do material orgânico presente no lixo.

Por sua vez, Barros (2011) descreve a compostagem como um processo de biotransformação biológica aeróbia da matéria orgânica, que depende de alguns fatores ambientais como aeração, umidade controlada, equilíbrio de nutrientes, principalmente da relação carbono/nitrogênio, e das condições físicas do meio, principalmente a granulometria.

Por ser predominantemente aeróbia a compostagem também é vantajosa ambientalmente, pois diminui o potencial de emissões gasosas e a produção de lixiviado dos RSU dispostos em aterros (Pires *et al.*, 2011).

3.7. FASES DA COMPOSTAGEM

Segundo Guião (2015), a transformação do resíduo orgânico em húmus se dá basicamente em dois estágios: Digestão: Fase inicial da degradação. Inicia-se com a colonização e multiplicação dos micro-organismos mesofílicos na massa de resíduos, resultando em elevação da temperatura para cerca de 45°C em 24 horas.

Variando obviamente de acordo com a característica dos resíduos e da metodologia empregada. A fase termofílica inicia-se quando as temperaturas atingem a faixa entre 50°C a 70°C, com predominância de micro-organismos termofílicos. Além das altas temperaturas, esta fase apresenta formação de água metabólica, vapor d'água, estabelecimento de um fluxo de ar em meio à massa de resíduos e intensa decomposição, podendo resultar em falta de oxigênio devido ao colapso da estrutura dos resíduos.

Esta etapa finaliza-se quando o material retorna ao estágio mesofílico, com a queda da temperatura até a faixa de 35°C a 45°C. Nesta fase os micro-organismos diversificam-se, contando com maior presença de actinomicetos e fungos, contrastando com a dominância bacteriana da fase anterior. O tempo necessário gasto nessa fase depende de diversos fatores, entre eles questões ambientais e climáticas, técnicas-operacionais e processo utilizado. A digestão completa chega a durar de 60 a 90 dias, quando a compostagem é natural, ou seja, sem intervenção externa. Esta faixa de tempo tende a baixar quando são utilizadas técnicas como o revolvimento, oxigenação forçada ou passiva e/ou inoculação de cepas de micro-organismos preselecionadas. Nesse estágio o material encontra-se bioestabilizado, ou seja, o composto não é mais tóxico, mas ainda não é ideal para aplicação ao solo (Kiehl, 1998).

Maturação ou humificação: É um período usualmente compreendido entre 30 a 60 dias. A temperatura vai baixando de < de 35° C, até atingir a temperatura ambiente e perder totalmente seu potencial de auto aquecimento. A massa em degradação torna-se paulatinamente mais humificada, ou seja, com mais nutrientes que passaram da forma orgânica para mineral, podendo ser assimilados pelas raízes, e com maior teor de material coloidal, responsável pela capacidade “melhoradora” do solo. O material torna-se bem decomposto e dificilmente pode-se identificar a matéria-prima original (Kiehl, 1985), (Inacio & Miller, 2009), (Uscouncil, 1999), (Embrapa, 2009).

4. MATERIAIS E METODOLOGIA

4.1. COMPOSTAGEM

Foram instaladas duas composteiras de 700L cada, com diâmetro de 0,94m e 1m de altura, denominadas composteiras A e B, as quais foram constituídas em arame galvanizado, revestidas por manta de drenagem da marca macdrain 2L macferri e cobertas por tampa de polietileno, acompanhadas por um compartimento armazenador de folhas secas com mesmo volume, figura 1, ocupando o total de 3,5m² de área

O sistema conta também com uma baía de tratamento de eventuais lixiviados, preenchida em brita como substrato para colonização de micro-organismos e placas indicando a data de início e de compostagem de cada ciclo, como visto na figura 1.

Para dimensionamento inicial das composteiras foi levado em consideração a geração de restos de alimentos (pré e pós preparo) informada pelo restaurante Prato Perfeito e seu dobro em volume de folhas secas, para que se atinja a composição química ideal de 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio descrita em Kiehl 1985 como ideal para compostagem.

A composteira foi instalada no Clube dos Funcionários da CSN, no Bairro Vila Santa Cecília em Volta Redonda – RJ.

Figura 8 - Sistema de composteiras.



Foram feitos três ciclos de enchimento das composteiras como descrito abaixo.

A composteira **A** recebeu aportes diários de RSO distribuídos em camadas intercaladas entre folhas secas e restos de alimentos, na proporção de 2 x 1 em volume, respectivamente, até seu enchimento total. Em seguida iniciou-se o enchimento da composteira **B**, seguindo a mesma metodologia descrita para **A**, até seu enchimento total. Para o terceiro ciclo de enchimento a composteira **A** foi esvaziada e enchida, segundo metodologia, já descrita, totalizando três ciclos de enchimento com monitoramento de volume e peso dos resíduos aportados.

Um funcionário do Clube foi responsável pelo traslado do resíduo e aporte na composteira após treinamento feito pelos autores deste estudo.

4.2 MONITORAMENTO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A separação diária dos RSO foi realizada pelas funcionárias do Restaurante Prato Perfeito, onde eram feitas a separação, o acondicionamento dos resíduos em baldes graduados e com tampas de 20 litros, em seguida, pesados em balança digital Elgin Dp 15 Plus e registrados em planilhas juntamente com o número de refeições diárias.

5. RESULTADOS

Um total de 71 aportes de RSO foram feitos entre maio e junho de 2018, totalizando 7127,6L de RSO, tabela 1.

O volume total de resíduos aportado na composteira no primeiro ciclo foi 3,20 vezes o volume interno disponível na composteira, de 700L, ao passo que no segundo ciclo essa relação foi de 4,85 vezes, e no terceiro ciclo a relação foi de 2,13 vezes o volume interno das composteiras, como visto na tabela 1. Tal variação deve-se principalmente as características das folhas secas disponíveis para mistura com os restos de alimentos na ocasião de cada aporte, assim como possíveis variações no procedimento do operador do aporte, no sentido de eventualmente compactar ou não os resíduos em cada aporte, mesmo que este tenha sido orientado a não fazê-lo.

O murchamento dos RSO durante o período de enchimento, responsável pelo aporte médio de um volume 3,3 vezes maior que a capacidade das composteiras, deve-se, dentre outros aspectos, ao grande percentual de umidade no início da compostagem, 70% (KIHTEL, 1998), a qual vai diminuindo no decorrer do processo e do consumo (respiração) da matéria orgânica pelos micro-organismos presentes nas compostagem.

litros considerando as folhas (LCF).

Rodada	Dias	Litros comportado	Kg comportado	Nº de refeições	LCF
1º Ciclo	21 dias	745,4	563,5	1775	2236
2º Ciclo	33 dias	1132,17	919,8	2728	3397
3º Ciclo	17 dias	498,3	373,4	1376	1495
Total	71 dias	2375,86	1856,54	5879	7127,58

Assim, considerando-se o volume interno de 700L de cada uma das duas composteiras e o tempo de aporte médio de 24 dias em cada ciclo de enchimento, cada composteira pode receber em média 619kg / 792 litros de restos de alimentos e 48 kg / 1589 litros de folhas secas, até seu enchimento total.

Tais valores indicam que no período médio de 24 dias cada composteira pode receber 2881 litros de RSO, considerando-se restos de alimentos e folhas secas, o que representa 75% a mais de que seu volume interno total original, de 700L.

Os três ciclos de enchimento não apresentaram diferenças significativas segundo a ANOVA, figuras 2, 3, 4 e 5, embora aparentemente diferentes como visto na tabela 1. Tal resultado corrobora para validar o volume médio de recebimento volumétrico das composteiras em relação ao seu volume original, considerando o murchamento dos RSO resultante da perda de água e consumo da matéria orgânica pela respiração dos microorganismos presentes na compostagem.

Figura 9- Dados logaritimizados com media de litros por rodada

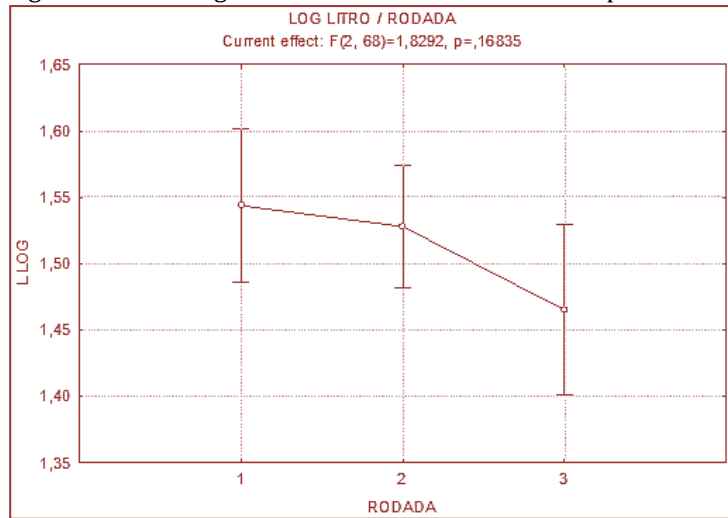


Figura 10 - Dados logaritimizados com media de quilos por rodada

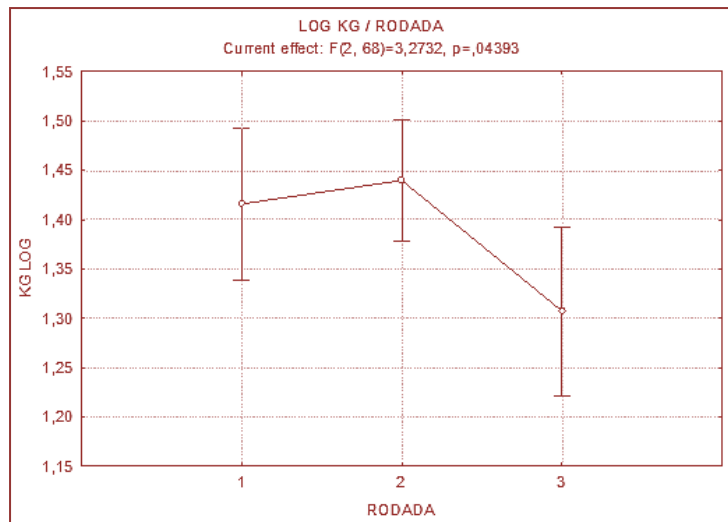


Figura 11 - Dados logaritimizados com media de refeições por rodada

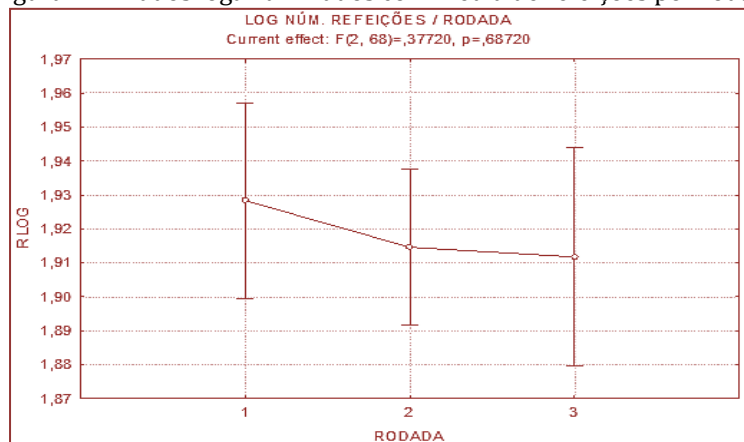
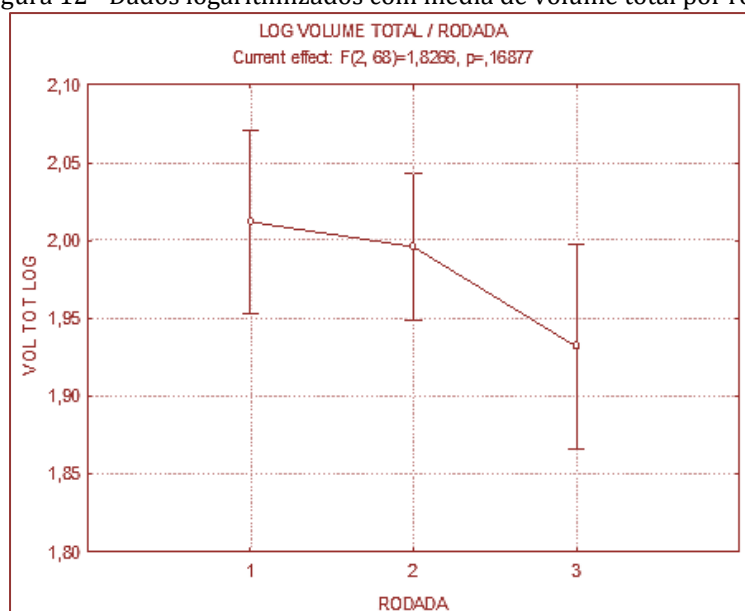


Figura 12 - Dados logaritimizados com media de volume total por rodada



A relação peso / volume dos RSO foi de 780g / litro de RSO, dado que também contribui para ações de dimensionamento.

A geração de resíduos foi em média de 315g por refeição, bem superior às 70g observados em (GUIÃO, 2015), estudando resíduos do restaurante popular do governo do Estado do Rio de Janeiro em Volta Redonda-RJ. Da mesma forma, Picciafuoco (2015), encontrou 120g de RSO por refeição, valor mais próximo do encontrado por Guião (2015). Por outro lado, Soares & Neto (2009) encontraram valores bem mais próximos aos do presente estudo, com 0,340g por refeição. Tal variação demonstra a dificuldade de mensuramento adequado baseado apenas na literatura, o que sugere avaliações pontuais em cada gerador para um dimensionamento mais acurado de sistemas de compostagem ou disposição final, pois ambos são dimensionados em relação ao peso / volume dos RSO.

6. CONCLUSÃO

O modelo de composteira e a metodologia operacional utilizada permitiram a compostagem de um volume de resíduos 75% maior que o volume interno total original das composteiras em teste, sendo úteis para utilização em ambientes urbano limitados em espaço.

A geração de resíduos por refeição foi bastante variável em relação a outros autores, o que sugere avaliações pontuais em cada gerador para um dimensionamento mais acurado de sistemas de compostagem ou disposição final, pois ambos são dimensionados em relação ao peso / volume dos RSO.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Abrelpe. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Relatório de pesquisa. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br>>. Acesso em: 07 de maio 2018.
- [2] Abreu, E.S; Spinelli, M.G.N; Zanardi, A.M.P. Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer. São Paulo: Editora Metha, 2003.
- [3] Alves, I. R. F. S. Análise experimental do potencial de geração de biogás em resíduos sólidos urbanos. 2008. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- [4] Araújo, A. A. P. S; Almeida, F. L; Basso, L. A. Compostagem dos Resíduos dos Restaurantes Universitários e dos Resíduos de Poda na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira. São Paulo, 2015.
- [5] Canonic, F. S; Pagamunici, L. M; Ruiz, S. P. Avaliação De Sobras E Resto – Ingesta De Um Restaurante Popular Do Município De Maringá – PR. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1541>. Acesso em: 10/08/2018.

- [6] Carvalho, R. C. R. Método para Determinação de Indicadores de Geração Resíduos Sólidos em Restaurantes Industriais de Grande Porte. Araraquara: Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade. 2011.
- [7] Gestão de Resíduos Orgânicos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>>. Acesso em: 27/06/2018.
- [8] Guião Jr., R.S.L. Estratégias de compostagem como pré-tratamento de resíduos sólidos orgânicos. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro 2015.
- [9] Guião Jr. R.S.L; Mahler. C. F; Dias. A. C. Luz Junior, W.F da. Avaliação de novas práticas de compostagem em pequena escala com aproveitamento energético. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017000200361&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 23/04/2018
- [10] Inácio, C. T. & Miller, P. R. Compostagem, ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos. 1ª ed. Embrapa Solos. 15p. Rio de Janeiro 2009
- [11] Kiehl, E.J. Fertilizantes Orgânicos. 1ª Ed. Agronômica Ceres. Piracicaba, 1985.
- [12] Kiehl, E.J. Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. 171 páginas. 1ª Ed. São Paulo 1998.
- [13] Mahler, C. F. Lixo urbano: o que você precisa saber sobre o assunto. Ed. Revan. 33p. Rio de Janeiro, 2012.
- [14] Menezes, C. S; Chateaubriand, A. D; Melo, S. F; Souza, D. M; Quispe, P. A. A; Atayde, e. B. G. Resíduos Sólidos: Um Estudo Em Restaurantes De Uma Universidade Amazônica. In: XIII Congresso Nacional De Meio Ambiente De Poços De Caldas. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/185.%20res%20s%C3%ADduos%20s%C3%93lidos%20um%20estudo%20em%20%20restaurantes%20de%20uma%20universidade%20amaz%C3%94nica.pdf>>. acesso: 14/08/2018.
- [15] Picciafuoco, B. F. Avaliação Dos Resíduos Sólidos Gerados No Restaurante Universitário Da Unesp De Rio Claro: Uma Análise Do Potencial De Compostagem. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120561>>. Acesso em: 14/08/2018
- [16] Pires A., Martinho G. & NI-BIN C. "Solid state management in European countries. A review of systems analysis techniques". Journal of Environmental Manegement, v.92, pp. 1033 – 1050. 2011.
- [17] Pistorello, J; de Conto, S. M; Zaro, M. Geração de resíduos sólidos em um restaurante de um Hotel da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho realizado na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000300337&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14/08/2018.
- [18] Revista Senac e Educação Ambiental, Ano 18, n.1, pág., 26, janeiro/junho de 2009.
- [19] Sanches, M. J. S; Atayde, E. B. G; Barbosa, C. C. E; Menezes, C. S; Lopes, A. P. Análise Dos Resíduos Sólidos Gerados No Restaurante Universitário Do Instituto De Natureza E Cultura Da UFAM. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/I-021.pdf>>. Acesso: 14/08/2018.
- [20] Silva Júnior, A.A.; Macedo, S.G.; Stuker, H. Utilização de esterco na produção de mudas de tomateiro. (Boletim Técnico, 73). Epagri, 28p. Florianópolis, 1995.
- [21] Schalch, V.; Leite, W. C. de A.; Fernandes Júnior, J. L., & Castro, M. C. A. de. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. UFScar, São Carlos, 2002.
- [22] Soares, J.P; Neto, J, L, S. Caracterizacão E Gerenciamento De Resíduos Orgânicos Em Restaurantes: Estudo De Caso Em Três Restaurantes De Palmas-TO. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-2/4-periodo/Caracterizacão_e_gerenciamento_de_residuos_organicos_em_restaurantes_estudo_de_caso_em_tres_restaurantes_de_palmas-to.pdf> Acesso em: 14/08/2018
- [23] Teixeira, Izabella. Vamos Cuidar do Brasil: 4º Conferência Nacional do Meio Ambiente – Resíduos Sólidos. Texto Orientador. 2º Edição. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/4CNMA/texto-orientador.pdf>>. Acesso em 15/06/2018.
- [24] Uscouncil, Home Composting: Recycling In Your Own Backyard. Disponível em: <<http://infohouse.p2ric.org/ref/33/32063.pdf>>. Acesso em 15/06/2018.

Capítulo 25

Potencialidade do uso de resíduo siderúrgico na Indústria Cimentícia

Sérgio Carvalho de Paiva

Arminda Saconi Messias

Anna Kattaryne Cavalcante dos Santos

Mônica da Silva Barbosa

Marcella Estanislau Marinho

Resumo: Essa pesquisa teve como objetivo propor uma metodologia para garantir a viabilidade técnica da utilização da escória gerada no refino do aço, visando eliminar o ânion cloreto (Cl-) como impureza. Foram analisadas quatro amostras representativas coletadas de pontos distintos do processo siderúrgico, as quais graças a sua composição química, atenderiam perfeitamente as necessidades de uma indústria de fabricação de cimento; contudo, os percentuais do íon Cl- encontrados, em torno de 2% em massa, tornam seu uso inviável. Foi então aplicada uma lavagem com água destilada ao resíduo sólido não solúvel, com o intuito de extrair o íon contaminante, o qual possui alta solubilidade. Ficou evidenciado que, após contato direto entre o resíduo sólido e adequado volume de água, na primeira lavagem o desempenho já se mostra eficiente, dentro da faixa média de 92% a 95%.

Palavras-chave: Siderurgia. Escória. Cimento.

1 INTRODUÇÃO

O estreitamento entre o desenvolvimento tecnológico e o sustentável surge como um dos principais desafios para o meio científico e a empresa moderna. Nesse panorama, a preocupação ecológica em nível mundial e a crescente busca de alternativas de desenvolvimento sustentável impulsionam as indústrias a investirem em mecanismos de ação para incrementar o aproveitamento de resíduos, evitando além da poluição, problemas de armazenagem pelo acúmulo de material e a exploração desenfreada de novos recursos naturais.

Na indústria siderúrgica não seria diferente. De acordo com o levantamento realizado pela Confederação Nacional da Indústria (2017) o total gerado de coprodutos e resíduos diretos na produção de aço no país foi de 19,8 milhões de toneladas em 2015 e 18,3 milhões de toneladas em 2016, representando uma geração específica próxima a 600 kg desses materiais por tonelada de aço bruto produzido.

O desafio consiste no melhor aproveitamento da escória gerada no refino do aço. Esses resíduos são utilizados em diversas aplicações, tais como correção do pH do solo, fabricação de fertilizantes, contenção de encostas e pavimentação, mas o uso predominante é como material alternativo para a produção de cimento e concreto (CENTRO DE COPRODUTOS AÇO BRASIL, 2019).

Ressaltando que a implementação na indústria de medidas de conservação de recursos naturais, reciclagem e busca por novas tecnologias, menos poluidoras, devem se encontrar dentro dos padrões legais cada vez mais restritivos de produção, identificação, transporte, tratamento e disposição final de resíduos industriais. Sendo assim, estando de acordo com a série de normas NBR ISO 14.001 (ABNT, 2015) e a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

O cimento é um material formado pela combinação de cinco elementos essenciais: silício, ferro, cálcio, magnésio e alumínio. Seu fundamento baseia-se na mistura desses componentes, os quais são calcinados e transformados em óxidos, sendo esse complexo em seguida triturado.

Embora, conforme exposto por Nascimento (2007), a composição química das escórias de aciaria varie muito, alguns de seus constituintes principais são o ferro metálico, os óxidos de cálcio e magnésio (ARRIVABENE, 2012), o que torna interessante a sua utilização como fonte de insumo na fábrica de cimento; além do considerável volume de resíduos disponível anualmente nos processos (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2017).

Apesar de ser um material alternativo viável conferindo características de resistência e durabilidade ao produto final, há alguns inconvenientes no uso do resíduo siderúrgico; por exemplo, a concentração de origem desconhecida do íon cloreto (Cl⁻) contaminando a escória.

A contaminação por cloreto no cimento afeta as estruturas após sua construção provocando problemas sérios, principalmente a corrosão do concreto armado exposto com aparecimento de trincas, manchas, fissuras, destacamento de pedaços e até perda da seção resistente e da aderência, promovendo o colapso da estrutura ou de suas partes (SANTOS, 2018). O teor máximo de Cl⁻ no mesmo é de 0,15% sobre a massa de cimento, conforme a NBR 12.655 (ABNT, 2015, p.11). Escórias que contenham nível excedente tornam-se inviáveis para utilização como material cimentício.

Por isso a investigação quanto à caracterização da escória utilizada na composição do clínquer ou da farinha que originará o cimento Portland composto para produção de concreto, a partir da substituição da fonte de ferro por resíduo siderúrgico, tem sido objeto de estudo, visando principalmente a diminuição de gastos energéticos (POLISSENI, 2005).

Sendo assim, essa pesquisa teve como proposta caracterizar escórias siderúrgicas em relação ao íon cloreto e investigar, a partir de ensaios experimentais, a possibilidade de extração do ânion após lavagem com a mínima quantidade de água deionizada possível, para que o resíduo seja aproveitado como insumo na fábrica de cimento. Contribuindo assim para a melhoria socioeconômica do processo produtivo do aço, priorizando a preservação ambiental e propondo inovações tecnológicas para garantir a viabilidade técnica da escória de refino gerada e a possibilidade de uma alternativa de reuso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

Foram analisadas quatro amostras representativas de escória miúda, coletadas de pontos distintos do processo de fabricação do aço conforme a NBR 10.007 (ABNT, 2004, p.15), a partir de pilhas de estocagem

localizadas no pátio de uma única usina siderúrgica situada na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil. As amostras foram armazenadas em embalagens plásticas, etiquetadas e encaminhadas ao Laboratório de Química Analítica do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Católica de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. Posteriormente, procedeu-se à obtenção de extrato lixiviado (cloreto) de resíduos sólidos, tomando como base a NBR 10.005 (ABNT, 2004, p.6).

2.2 EXPERIMENTO 1

Visando aplicação do método em escala industrial, foi necessária a investigação a partir da variação de parâmetros como quantidade e temperatura recomendada da água, para uma lavagem eficaz (Tabela 1). Isto porque o processo deve ser o mais vantajoso possível para a empresa, sendo economicamente conveniente, reduzindo custos com menor tempo de máquina e evitando impactos ambientais negativos, a partir da utilização exacerbada de efluente líquido e de sua posterior destinação.

Tabela 1 - Parâmetros avaliados na remoção de Cl-

	Volume de água destilada	Tempo de agitação	Temperatura
	mL	min	°C
Referência	50	20	Amb
Variação 1	25	20	Amb
Variação 2	50	20	50
Variação 3	50	20	70

Nota: (Amb) Água destilada utilizada em temperatura ambiente do laboratório.

Fonte: Autoria própria (2019).

No primeiro método, foi investigada a eficiência do processo de extração a partir da variação da quantidade e temperatura da água. Sendo assim, a partir de cada amostra foi pesado 3,0 g de resíduo; em seguida incorporou-se água deionizada à massa. No caso, os volumes utilizados foram de 25 mL e 50 mL, tanto na temperatura ambiente do laboratório, cerca de 25 °C, como nas temperaturas de 50 °C e 70 °C, a fim de formar uma alíquota, sob a qual aplicou-se agitação constante de 180 rotações por minuto (rpm) por 20 minutos, utilizando mesa agitadora (Figura 1). A separação entre o resíduo e o extrato foi efetuada por meio de centrifugação com 3000 rpm. A parte sólida e insolúvel foi submetida novamente ao processo de lavagem, com o objetivo de determinar quanto do íon cloreto havia sido solubilizado na primeira percolação e, por fim, os solventes da primeira e da segunda lavagem foram conduzidos para análise por meio de titulação pelo método de Mohr, conforme Associação Americana de Saúde Pública (APHA, AWWA, WEF, 2012).

Figura 1 - Etapa de agitação das alíquotas (mesa agitadora)



Fonte: Autoria própria (2019).

Ressalta-se que os ensaios foram elaborados em triplicata, ou seja, para cada amostra de escória e variação foram aplicadas seis análises, já que são duas lavagens para cada. E a investigação com água em temperaturas mais elevadas foi empregada, pois se levou em consideração que a dissolução da maioria dos solutos que contém cloreto é endotérmica, sendo solúveis em água quente em maior proporção do que em água fria (OLIVEIRA et al., 2009).

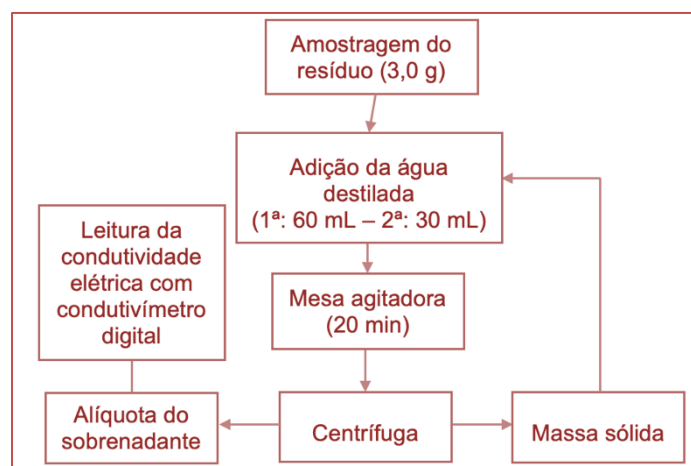
2.3 EXPERIMENTO 2

A fim de validar os resultados obtidos, nessa segunda etapa do estudo foi investigada a eficiência do processo de extração do cloreto a partir da condutividade elétrica da água percolada pelo resíduo sólido, visto que a mesma depende do número de íons em solução. Ou seja, comprovar se o íon estava sendo arrastado.

Então o esquema de lavagem foi realizado de forma semelhante à da primeira etapa. A partir de cada amostra foi retirada e pesada uma certa gramatura de resíduo (3,0 g), em seguida incorporou-se água destilada à massa, no caso o volume utilizado foi de 60 mL, na temperatura ambiente do laboratório, sob a qual aplicou-se agitação constante por 20 minutos. A separação entre o resíduo e o extrato foi efetuada por meio de centrifugação. A parte sólida e insolúvel foi submetida novamente ao processo de lavagem, agora com 30 mL.

Um resumo da metodologia descrita para a realização dos ensaios encontra-se na Figura 2.

Figura 2 - Arranjo simplificado da segunda etapa do estudo



Fonte: Autoria própria (2019).

2.4 EFICIÊNCIA DA LAVAGEM

Após a determinação do teor de cloreto (mg/L) encontrado nas águas da 1ª e 2ª lavagens, por meio da titrimetria de precipitação (método de Mohr), foi então calculada a eficiência do método de extração.

$$E(\%) = \frac{\text{Teor Cloreto}_{1^{\text{a}} \text{ Extração}} - \text{Teor Cloreto}_{2^{\text{a}} \text{ Extração}}}{\text{Teor Cloreto}_{1^{\text{a}} \text{ Extração}}} \times 100$$

Assim como para o método da condutividade elétrica (μS):

$$E(\%) = \frac{CE_{1^{\text{a}} \text{ Extração}} - CE_{2^{\text{a}} \text{ Extração}}}{CE_{1^{\text{a}} \text{ Extração}}} \times 100$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 expõe em resumo os valores que exprimem os resultados encontrados para eficiência média do processo de extração do íon cloreto do resíduo siderúrgico, facilitando a interpretação quanto a eficácia do ensaio experimental 1.

Tabela 2 - Porcentagem de cloreto extraído após aplicação da primeira etapa (variação de temperatura e volume de água)

	Volume de água destilada	Tempo de agitação	Temperatura	Eficiência média
	mL	min	°C	%
Referência	50	20	Amb	91,9
Varição 1	25	20	Amb	89,2
Varição 2	50	20	50	93,0
Varição 3	50	20	70	92,7

Nota: (Amb) Água destilada utilizada em temperatura ambiente do laboratório.

Fonte: Autoria própria (2019).

Após aplicação do método experimental, revela-se que o percentual de cloreto encontrado nas escórias foi em torno de 2% em massa, demonstrando sua incompatibilidade para utilização nas indústrias cimenteiras.

Na primeira etapa da pesquisa, a fim de investigar a influência das variáveis volume e temperatura da água, quanto ao parâmetro temperatura, se nota que a influência da elevação da faixa de calor da água não é altamente significativa em relação a eficácia da lixiviação do íon contaminante. Mantendo constante o volume de solvente, a massa de resíduo utilizada e o tempo de agitação, se percebe que o aumento da temperatura só resulta no acréscimo de 1% na eficiência do processo. Ou seja, o ganho é muito abaixo do esperado, levando em consideração o gasto de tempo e energia para elevação da temperatura do fluido.

Sendo assim, o fator que atua de forma relevante no emprego do método é o volume de água a ser utilizado. A melhor relação entre resíduo/água encontrada foi de em média 3,0 g de massa sólida para 50 mL de fluido em temperatura ambiente. O ensaio elaborado apresentou o melhor rendimento em termo de extração, obtendo um valor médio de 92,4% na eficiência de percolação do íon cloreto. Enquanto que o ensaio elaborado com a relação resíduo/água de 3,0 g para 25 mL apresentou uma eficiência abaixo de 89,2%.

Constata-se então que com a variação decrescente da razão resíduo/água ocorre conseqüentemente o aumento da absorção do ânion Cl^- , sendo a relação mínima encontrada de 6%. Em resumo, quanto menor o volume de água aplicado, menor é a absorção, indicando um comportamento proporcional, resultando em um processo inviável.

No experimento com base na condutividade elétrica do fluido percolado, se obteve um rendimento semelhante aos valores encontrados por titulação, demonstrando uma eficiência de aproximadamente

95% na extração do contaminante, quando confrontados os resultados encontrados na 1ª e 2ª lavagem (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados do controle por condutividade elétrica

Amostra	1ª LAVAGEM	2ª LAVAGEM
	Condutividade	Condutividade
	μS	μS
1	9.410	262
2	8.715	718
3	8.800	370
4	10.150	379
Água Destilada Inicial	2,23	

Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, confirma-se que o contato direto entre determinada massa de resíduo sólido e o adequado volume de água, em apenas uma lavagem é possível uma excelente remoção de Cl⁻.

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Por meio do estudo realizado, pode-se obter como conclusões que os percentuais de cloreto encontrados nas escórias foram todos superiores a 1,5% em massa, não atendendo as necessidades de uma indústria de fabricação de cimento.

Porém, a extração de cloreto com volume recomendado da água foi extremamente satisfatória, apresentando uma eficiência dentro da faixa média de 92% a 95%. Dado que o fator que atua de forma relevante na aplicação do método é o volume de água a ser usado, sendo a melhor relação resíduo/água encontrada de 3,0 g de sólido para 50 mL de fluido líquido.

Portanto, após a prática de um método simples, a escória siderúrgica pode ser aplicada como material alternativo e insumo na produção cimentícia, sendo utilizada dentro da composição legal. E tanto pela determinação da quantidade de cloreto por titulação como pela condutividade elétrica, há como ser aplicado o controle do processo de lavagem. Contudo, industrialmente se tem como sugestão fazê-lo por meio da instalação de um eletrodo de condutividade ao final do processo de lavagem como instrumento de controle.

E visando a redução do impacto ambiental por resíduos sólidos e mínimo desperdício da água, que no processo de produtivo do aço em maior parte é de resfriamento; a metodologia proposta em uma escala industrial tem como estímulo utilizar como fluido, o próprio efluente gerado na rota produtiva do aço. A ideia é realizar a lavagem de modo que o mesmo esteja isento de cloreto.

REFERÊNCIAS

- [1] APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington: Associação Americana de Saúde Pública, APHA, 2012.
- [2] ARRIVABENE, L.F. Adição de resíduo da indústria de granito em escória de aciaria BOF visando sua utilização na produção de cimento. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Metalurgia e Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Metalurgia e Materiais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12.655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3203062/mod_folder/content/0/NBRISO14001.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 09 mar. 2019.
- [7] BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 02 de agosto de 2010.
- [8] CENTRO DE COPRODUTOS AÇO BRASIL. Aplicações dos coprodutos sustentáveis da indústria do aço. Rio de Janeiro: IAB, 2019. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/coprodutos.html>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- [9] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. A indústria do aço no Brasil: Instituto Aço Brasil. Brasília: CNI, 2017.
- [10] INSTITUTO AÇO BRASIL. O Aço: Parque Siderúrgico. Rio de Janeiro: IAB, 2017. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/parque.html>>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- [11] NASCIMENTO, K. A. L. Utilização da escória proveniente da reciclagem do aço em concreto de cimento Portland. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- [12] OLIVEIRA, I. M. F.; SILVA, M. J. S. F.; TÓFANI, S. F. B. Fundamentos de Química Analítica: fatores que afetam a solubilidade dos precipitados. Minas Gerais: UFMG, 2009. Disponível em: <http://www.ufjf.br/quimicaead/files/2013/05/FQAnalitica_Aula11.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.
- [13] POLISSENI, A.E. Estudo da viabilidade técnica da utilização de escória de aciaria elétrica micronizada como material cimentício. 2005. 251 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- [14] SANTOS, L.A.M.L. Fatores determinantes do consumo de aço: uma análise de dados em painel. 2018. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Governador Valadares, 2018.

Capítulo 26

Análise do efluente final gerado em uma usina termoelétrica no Distrito Industrial do Município de São Luís - MA

Sara de Jesus Costa Soares

Neuriane Silva Lima

Liziane Marques Serra

Lorraine Freitas Gonzaga

Daniel Rocha Pereira

Osman José de Aguiar Gerude Neto

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi realizar a análise do efluente final de uma usina termoelétrica localizada no Distrito Industrial do Itaqui Em São Luís – MA, verificando a eficiência do sistema de tratamento de efluentes da unidade. Os dados foram coletados através do SIA (sistema de informações ambientais), sendo referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016. Os parâmetros analisados (pH, sólidos sedimentáveis, fluoreto, sulfeto, bário, cromo trivalente, cromo hexavalente, selênio e óleos minerais) encontram-se todos de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/11, que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução CONAMA nº 357. Sendo assim foi constatado que o sistema de efluente final da UTE Itaqui apresentou eficiência adequada para enquadramento dos parâmetros monitorados conforme limites máximos estabelecidos pela resolução vigente.

Palavras-chave: Lançamento de efluentes. Parâmetros. Resolução vigente.

1. INTRODUÇÃO

As atividades industriais geram efluentes com características bastantes diversificadas. A geração de efluentes líquidos traz impactos significantes ao meio ambiente, se descartado sem tratamento. Impacto ambiental definido como, qualquer modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, gerada por qualquer forma de matéria ou energia decorrente das atividades humanas que, direta ou indiretamente, prejudicam; a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais.

Os efluentes são os resíduos provenientes de processos industriais, redes de esgotos e redes de drenagem de águas pluviais, que são descartados no meio ambiente na forma líquida ou gasosa. Cada efluente dependendo do seu processo de geração possui características próprias, variando as substâncias existentes no referido efluente. A geração de efluentes é um aspecto ambiental que tem grande potencial de degradação ambiental, pois podem causar alterações na qualidade dos corpos receptores e conseqüentemente sua poluição, proporcionando prejuízos à saúde humana, contaminação do solo e água desta forma a ação que se deve adotar neste caso é o tratamento antes do lançamento ao corpo receptor. O efluente industrial é gerado em indústrias de grande e pequeno porte e varia conforme a matéria prima usada, pois cada um tem características que podem alterar o meio natural.

Os efluentes industriais são responsáveis por grandes problemas ambientais, quando descartados de maneira incorreta e/ou sem tratamento antes de seu lançamento ao corpo receptor. As usinas termoeletricas produzem energia elétrica a partir da queima de carvão, óleo combustível e gás natural, a usina termoeletrica localizada no distrito industrial da ilha do Maranhão tem como principal matéria prima o carvão mineral, que chega através de transporte marítimo ao Porto do Itaqui, localizado no distrito industrial da ilha do Maranhão e é transportado à usina em correia fechada, por um perímetro de 6 km. Além do carvão, outra matéria prima importante usada neste processo é a água do mar, que é captada, passa por processo de tratamento, onde é dessalinizada, antes de seguir para caldeira, sendo aquecida pela queima do carvão mineral, gerando assim, um vapor superaquecido que faz girar uma turbina (tubo gerador condensante de 350MW, 3600 rpm e 60 60Hz), transformando energia térmica em energia mecânica, a turbina por sua vez faz girar o eixo de um gerador produzindo eletricidade, o vapor é condensado e volta para o processo de produção de energia elétrica.

Dentre todos esses processos para geração de energia elétrica são usadas inúmeras substâncias, tais como: Óleo diesel, soda caustica, coagulantes, cloro, dentre outros. Esses produtos são usados para adequação das condições desses recursos, gerando assim diversos tipos de efluentes líquidos, dentre os efluentes gerados tem-se: industrial, sanitário, torre de resfriamento e final. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo realizar a análise do efluente final de uma usina termoeletrica localizada no distrito Industrial do Itaqui em São Luís – MA, verificando a eficiência do sistema de tratamento de efluentes da unidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em uma usina termoeletrica localizada no distrito Industrial do Itaqui em São Luís – MA, instalada sob as coordenadas S 02°33.674' W 044°20.249', seu efetivo de trabalho é de 234 funcionários e área construída correspondente a 1380,06 M². A Itaqui geração de energia tem como finalidade fornecer energia elétrica ao Sistema Integrado Nacional (SIN) através da linha de transmissão 230 Kv UTE – Subestação São Luís 2 (Eletronorte).

A coleta de dados foi através de documentos gerados pela empresa, livros e artigos da área. Os dados dos monitoramentos de efluente final foram gerados a partir de coletas e monitoramento de parâmetros *in situ*, na forma de laudos analíticos, que são planilhados e cadastrados no sistema SIA (Sistema de Informações Ambientais) referente ao período de operação do empreendimento nos anos de 2014 a 2016. O sistema é alimentado mensalmente, onde são monitorados os seguintes parâmetros: pH, cloro residual livre, condutividade, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, alcalinidade, fluoreto, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cloretos, sulfeto, sulfato, bário, cromo trivalente, cromo hexavalente, selênio, óleos minerais.

As coletas são realizadas no ponto determinado para cada tipo de efluente. No caso do efluente sanitário, são realizadas coletas à montante e à jusante do tratamento (dois pontos de monitoramento) no mesmo dia. As frequências amostrais para o monitoramento de cada tipo de efluente estão dispostas na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Frequência dos monitoramentos

Tipo de Efluente	Frequência de Amostragem
Efluente Industrial	Semanal
Efluente Torre de Resfriamento	Diário/Quinzenal/Mensal/Trimestral
Efluente Sanitário	Semanal/Quinzenal
Efluente Final	Mensal

Fonte: Eneva, 2016

As coletas de amostras de efluente são executadas com o auxílio de baldes de aço inoxidável, previamente higienizados. Após as coletas, as amostras de efluente são acondicionadas, em frascos contendo preservantes, quando necessário, fornecidos pelo laboratório responsável pela análise dos parâmetros de qualidade dos efluentes.

Os procedimentos para coleta, preservação, transporte e análises das amostras seguem as normas Brasileiras ABNT NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores) e ABNT NBR 9897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores). Todas as amostras devem ser acondicionadas em caixas térmicas com gelo, devendo ser analisadas no prazo máximo estabelecido para cada 3 parâmetro. Para os monitoramentos *in situ* foi utilizada sonda multiparâmetro Professional Plus –YSI e calorímetro DR-900–HACH.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO


Os monitoramentos realizados no efluente final da UTE Itaquí apresentaram resultados listados no quadro 9, este quadro apresenta as médias dos resultados obtidos mensalmente nos anos de 2014, 2015 e 2016.

Conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 430/2011, apenas os parâmetros pH, sólidos sedimentáveis, fluoreto, sulfeto, bário, cromo trivalente, cromo hexavalente, selênio e óleos minerais possuem limites máximos (limite de quantificação praticável) para descarte. Contudo os demais parâmetros (cloro residual livre, condutividade, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, alcalinidade, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cloretos, sulfato) sem limites máximos estabelecidos pela legislação vigente, monitorados apresentaram valores contínuos nos anos de 2014, 2015 e 2016.

É importante ressaltar que os resultados descritos como abaixo do limite de quantificação do método não são expressos em virtude de estarem abaixo da sensibilidade do equipamento em detectar resultados com precisão. Esta pesquisa mostrou a importância de realizar monitoramento dos efluentes gerados oriundo do processo industrial, de forma a verificar se o referido efluente atende aos padrões exigidos para realização do descarte no corpo receptor. Ressalta-se que a UTE Itaquí realiza os monitoramentos de forma periódica, conforme determinado pelo órgão licenciador e em cumprimento a legislação vigente, os resultados dos monitoramentos nos anos de 2014, 2015 e 2016 reforçam que os tratamentos dos efluentes na UTE Itaquí são eficazes e garantem que os efluentes atendem aos limites máximos estabelecidos pela legislação.

Tabela 2 – Resultados das análises e comparação com a Resolução CONAMA nº 430/2011.

Parametros Resolução Conama N° 430	Undidade	Efluente Final Limite de Quantificação Praticável - Resolução Conama N° 430/2011	Média Anual		
			2014	2015	2016
pH	--	5 e 9	8,22	7,81	7,15
Cloro Residual Livre	mg/L	--	0,02	0,09	0,07
Condutividade	µS/cm	--	50621,00	72295,00	53973,00
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,0			
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	--	29654,50	39700,00	26957,00
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	--	233,50	81,00	49,00
Alcalinidade	mg/L	--	63,61		138,50
Fluoreto	mg/L	10,0	0,82	1,79	1,90
Fósforo total	mg/L	--	0,15	0,04	0,28
Nitrito	mg/L	--	0,08	0,05	0,12
Nitrato	mg/L	--	1,05	1,50	1,30
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	--	0,44	1,35	4,02
Cloretos	mg/L	--	19847,20	100,59	11058,32
Sulfeto	mg/L	1,0	0,50	0,20	
Sulfato	mg/L	--	2867,00	2027,90	2628,20
Bário	mg/L	5,0	0,03	0,03	0,03
Cromo Trivalente	mg/L	1,0		0,03	0,02
Cromo Hexavalente	mg/L	0,1		0,01	0,02
Selênio	mg/L	0,3		0,16	
Óleos Minerais	mg/L	20,0			

 Fora do limite da legislação

 Abaixo do LQ

Fonte: Autores

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos anos de 2014, 2015 e 2016, indicaram que o efluente final da UTE Itaqui apresentou os resultados dos parâmetros que possuem limites de ocorrência, em conformidade com os requisitos da Resolução CONAMA 430/11, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos.

Sendo assim, o sistema de efluente final da UTE Itaqui apresentou eficiência adequada para enquadramento dos parâmetros monitorados conforme limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/11.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 9897. Planejamento de amostragem de efluentes e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 9898. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.
- [3] CONAMA. Resolução n 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe Sobre Critérios Básicos e Diretrizes Gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 1986.
- [4] CONAMA. Resolução n 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2011.

Capítulo 27

Avaliação da fragmentação da vegetação na Microbacia da Casca no Estado de Mato Grosso

Mona Izi Araujo Cunha

Norka da Silva Albernaz Marcilio

Patrícia Mota Rausch

Resumo: O acelerado processo de ocupação no estado de Mato Grosso para fins econômicos vem promovendo um intenso processo de desmatamento e substituição do uso natural da terra por outras paisagens. O rio Manso é um importante afluente da Bacia do Rio Cuiabá, responsável por 40% na área de drenagem. Seu principal afluente pela margem esquerda é o rio da Casca, em Campo Verde e Chapada dos Guimarães que dão o nome a nova microbacia. A utilização de técnicas de geoprocessamento aliados à abordagem teórica da ecologia da paisagem possibilita analisar as transformações na paisagem que essa microbacia pode estar sofrendo em decorrência do desenvolvimento agronegócio. O presente estudo teve como objetivo utilizar a análise de métricas de ecologia da paisagem com geotecnologias para quantificar e avaliar a fragmentação da vegetação na bacia hidrográfica da casca, nos anos de 1986 e 2013. Foi utilizado o software Quantum GIS 1.7.4 para vetorizar a vegetação e a 2.0 extensão V-LATE para executar os cálculos das métricas. Observou-se uma diminuição da cobertura vegetal (51% a 33%) e um aumento no número de fragmentos em 2013, predominantemente fragmentos com área tem entre 5 -50. Para o ano de 2013, diminuiu as possibilidades de manutenção e regeneração da biodiversidade.

Palavras-chave: ecologia da paisagem, métricas da paisagem, cobertura vegetal.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos impulsiona a agricultura à maior eficiência na produção agrícola através da potencialização do uso do solo (PINTO-LEDEZMA; MAMANI, 2014). Mato Grosso destaca-se no rol dos Estados que apresentam a maior área plantada do Brasil e, maior produtor (IBGE, 2015) e exportador de *commodities* agrícola que compõem o circuito produtivo do agronegócio.

Esse progresso na agricultura e outras atividades como pecuária e produção de carvão vegetal vêm submetendo um intenso processo de desmatamento no bioma Cerrado (GANEM et al., 2013; MIZIAR; FERREIRA, 2008), desencadeando uma paisagem com muitos fragmentos, na maioria isolados, que contribuirá para deterioração do ecossistema (PINTO-LEDEZMA; RUIZ, 2010; GIBSON et al., 2011). Entre 2008 e 2010, a área de Cerrado desmatada correspondeu a um crescimento percentual de 49% em relação ao período anterior, ou seja, cerca de 155.000 km² de desmatamento (IBGE, 2012), em torno de 24% do Cerrado do território nacional (GANEM et al., 2013).

Perda e fragmentação de habitat são as principais ameaças à conservação da biodiversidade (FAHRIG, 2003). Além disso, o tamanho do fragmento, isolamento e a conectividade da paisagem são sugeridos como principais características estruturais nos processos ecológicos, influenciando a persistência da espécie (ANTONGIOVANNI; METZGER, 2005; PELLEGRINO et al., 2006), indicando a existência ou necessidade de implantação de elementos de conexão, como os corredores ecológicos (VOLOTÃO, 1998; MARTENSEN ET AL., 2008; GONCALVES et al., 2012). A conectividade da paisagem facilita os fluxos biológicos entre fragmentos dos habitats, está relacionada com a colonização e/ou recolonização (FRANKEN; HIK, 2004) e os efeitos de salvamento (BROWN; KODRICK-BROWN, 1977), sendo os processos-chave que determinam a manutenção da população em paisagens fragmentadas (FAHRIG, 2003; EWERS E DIDHAM, 2006; FISCHER; LINDENMAYER, 2007).

Hipóteses e tecnologias para a gestão dos recursos naturais vêm sendo estudadas, elaboradas e testadas até a atualidade, numa tentativa de redução de impactos sobre a atmosfera, hidrosfera e litosfera, responsáveis pela sustentação da vida humana e outras. Essas ações estão fortemente pautadas na conservação da biodiversidade e promoção do uso da sustentabilidade.

Segundo Cabacinha e Castro (2009) fragmentos menores que 40 ha podem ter baixa diversidade quando estão completamente isolados, podendo suportar apenas populações e riquezas menores em comparação com florestas contínuas (GROENEVELD et al., 2009; BROOKER; BROOKER, 2001; BOSCOLO; METZGER 2009), entretanto, as espécies apresentam diferentes resposta a perda e fragmentação do habitat. Assim a conservação do Cerrado para um pequeno número de espécies pode não garantir a persistência de todas as espécies na comunidade (PAVLACKY JR et al., 2015; REED; FRANKHAM, 2003; LUOY et al., 2007.) Na conservação dos mamíferos de médio e grande porte dificilmente um fragmento de aproximadamente 40 ha e isolado manterá uma rica fauna (BERNARDO; MELO, 2013), o ideal seria o limite de tamanho de área de 1000 ha para abrigar populações mínima viáveis de muitas espécies (BELOVSKY, 1987). O efeito da fragmentação também altera a qualidade da água e o funcionamento das bacias hidrográficas, muitas vezes ocorre à diminuição dos afluentes ou ate mesmo o seu desaparecimento, devido o mau planejamento do uso do solo.

O rio Manso é um dos principais afluentes do rio Cuiabá, sendo responsável por 40% em área de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá, um dos formadores do Pantanal, suas nascentes localiza-se no município de Rosário Oeste (SONDOTÉCNICA, 1987). Seu principal afluente pela margem esquerda é o rio da Casca no município de Campo Verde e Chapada dos Guimarães que dão o nome a nova microbacia na região. A microbacia da Casca tem grande valor, pois coopera juntamente com os outros afluentes a manutenção do rio Cuiabá e o funcionamento do balanço hídrico do pantanal. Sendo de grandes importâncias maiores proporções de cobertura vegetais conectadas e áreas ripárias protegidas para uma melhor qualidade de água (RHODES et al., 2001).

Diante disso, a ecologia da paisagem tem apresentado um grande desenvolvimento e aplicação no diagnóstico e solução dos problemas ambientais, pois analisa como os padrões de fragmentação, ocasionado pela ação do homem influenciam nos processos ecológicos, utilizando de métricas e geoprocessamento para obtenção dessas informações. Assim, para promover ações de gestão e conservação mais eficazes, o estudo teve como objetivo utilizar as métricas de análise da Ecologia da Paisagem juntamente com as geotecnologias para quantificar e avaliar a fragmentação da vegetação na microbacia da Casca, nos anos de 1986 e 2013.

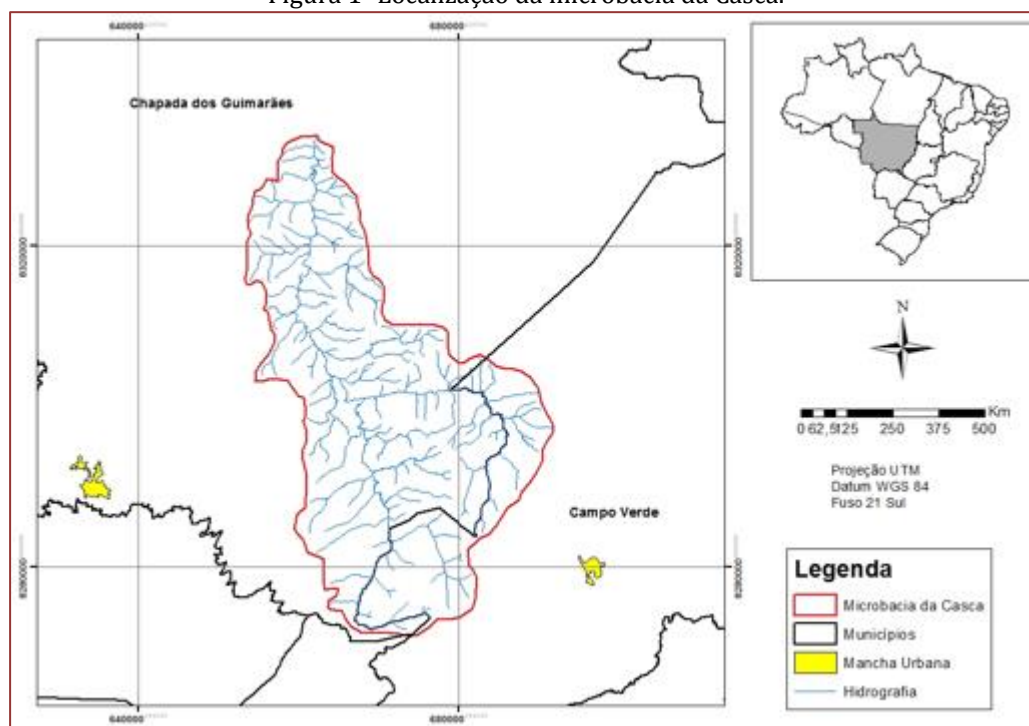
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A microbacia da Casca localiza-se nos Municípios de Campo Verde e Chapada dos Guimarães onde está inserida a sua maior parte (Figura 1) e compreende uma área de aproximadamente 1227,506 km², nasce nas encostas da Chapada dos Guimarães, em Mato Grosso, tornando-se um dos principais rios da região.

O clima na região é classificado como sendo do tipo Aw de Köppen, tropical de savana e se caracteriza pela presença marcante de uma estação chuvosa e uma seca. As temperaturas médias anuais variam de 25^o C a 21,5^o (ICMBIO, 2009). A vegetação predominante é o Cerrado com predomínio da mata de encosta, mas são encontradas diversas fitofisionomias como o campo sujo, campo limpo e vereda (ICMBIO, 2009).

Figura 1- Localização da microbacia da Casca.



2.2 ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Para a avaliação dos fragmentos da vegetação na microbacia da Casca foi obtidos imagens dos satélites *Landsat 5 TM* e *Resource Sat-1*, pertencentes à órbita 226, cenas 70 e 71 referente ao ano/mês de 1986 (agosto) e 2013 (julho), órbita 321, cena 089, respectivamente. Com auxílio do software *Quantun GIS 1.7.4* foi realizado o mosaico das imagens para cada ano e na composição utilizaram-se as bandas (3, 4 e 5) no modelo RGB.

Para minimizar a ocorrência de confusão nas manchas de vegetação, cultura e pastagem pelo método da classificação, selecionou-se a vetorização manual das áreas vegetadas em toda a microbacia. Através do *shapes* foi possível elaborar o mapa de cobertura vegetal e mensurar a área e o perímetro de cada fragmento, sendo que essas etapas e o mapa de localização foram realizados no mesmo software.

A análise espacial dos fragmentos florestais foi realizada com a extensão gratuita *V-LATE 2.0* disponível no software *ArcGis 10.1*, que operou utilizando os dados no formato *shape*. As métricas utilizadas nas análises encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Índices de Ecologia da Paisagem gerados pelo software V-LATE (versão 2.0) para análise da fragmentação.

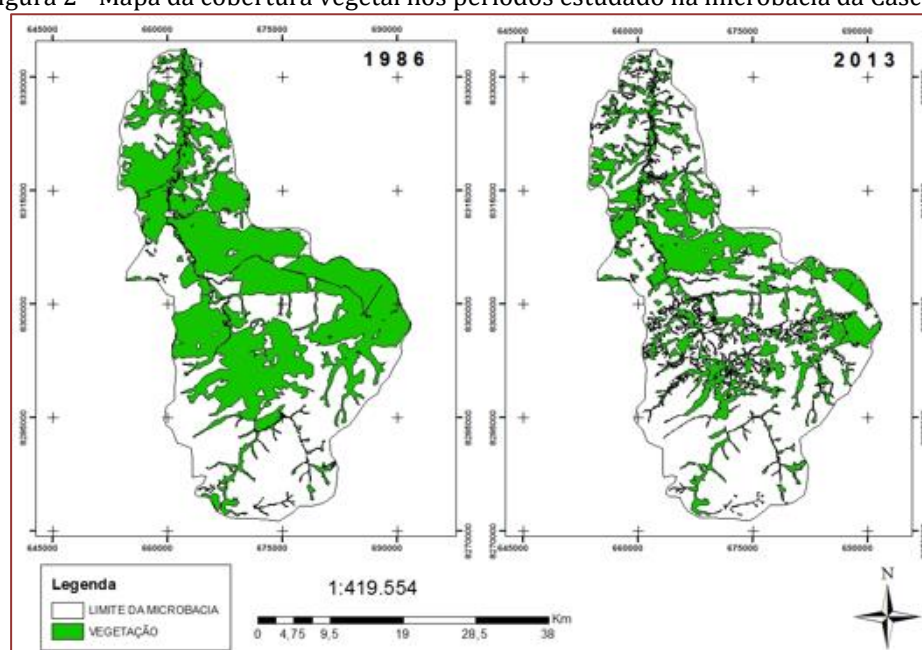
Métrica	Sigla	Unidade	Observação
Número de fragmentos	NP	Adimensional	Quantifica o número total de fragmentos na classe
Índice de forma	SHAPE	Adimensional	Quando este índice fica próximo de 1 a tendência é ter padrões arredondados, e esse valor tende a aumentar com o aumento da forma irregular do fragmento
Área média dos fragmentos	MPS	Hectares (ha)	Área total de uma determinada classe, dividido pelo número de fragmentos, o que permite estimar o tamanho médio para seus fragmentos.
Distância do vizinho mais próximo	NEAR	Metros (m)	Quantifica a distância entre fragmentos da mesma classe, valor menor favorece a aglomeração dos fragmentos.
Densidade de Borda	ED	m/ha	Comprimento total de bordas dividido pela área total da paisagem. Quando maior o valor maior efeito de borda

Fonte: adaptado de LUCAS. D. F (2011).

3. RESULTADOS

Diferenças sutis foram observadas na paisagem associadas com as lavouras e pastagens. A Figura 2 apresenta a imagem da cobertura vegetal dos anos de 1986 e 2013. Nesses 27 anos puderam-se observar uma diminuição da vegetação de 620,365 km² para 411,026 km², portanto, a cobertura vegetal passou de aproximadamente 51% para 33% até 2013.

Figura 2 - Mapa da cobertura vegetal nos períodos estudado na microbacia da Casca – MT.



A paisagem da microbacia da Casca no período de estudo apresentou um aumento no NP de 1986 para 2013 indicando que ocorreu um elevado processo de fragmentação nesses 27 anos. Na Tabela 2 observa-se a presença de 50 fragmentos da vegetação na paisagem de 1986, prevalecendo os fragmentos (42% do total) que apresentam dimensões acima de 50 ha e apenas 20% tiveram áreas menores que 5 ha.

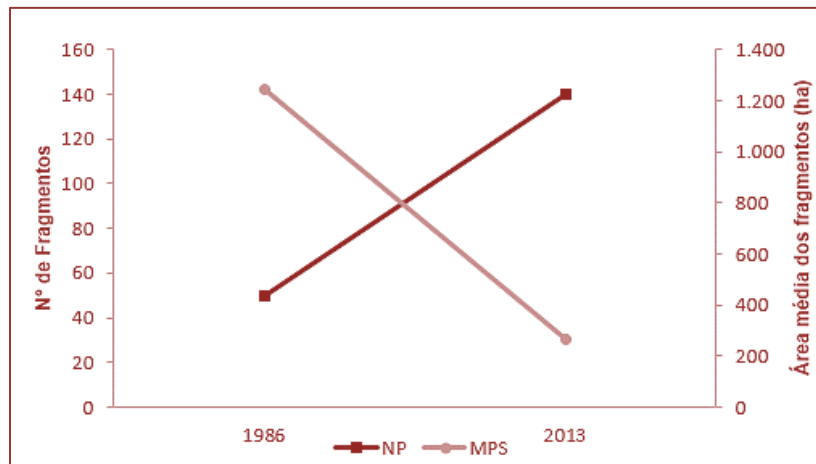
No ano de 2013 a fragmentação reduziu notavelmente a área dos fragmentos nos três tamanhos estabelecidos, adquirindo um total de 145. O NP no intervalo de 5-50 ha aumentou para 40% tornando-se predominante, assim os fragmentos com mais de 50 ha diminuíram para 31,72%.

Tabela 2 - Valores relativos da área dos fragmentos da vegetação presente na microbacia da Casca nos municípios de Chapada dos Guimarães e Campo Verde – MT.

Classes de área (ha)	Anos			
	1986	%	2013	%
< 5	10	20	41	29,29
5 - 50	19	38	57	40,71
> 50	21	42	42	30,00
Nº Total de Fragmentos	50	100	140	100

A Figura 3 demonstra uma relação negativa entre NP e MPS. Isso significa que à medida que os fragmentos de mata foram sendo subdivididos, conseqüentemente a sua área média diminuiu. A área média dos fragmentos passou de 1240,7302 ha em 1986 para 283,4663 ha em 2013, desta forma, o processo de fragmentação da vegetação na microbacia transformou a paisagem originalmente constituída por áreas contínuas de mata, para um mosaico de fragmentos com diferentes tamanhos e formas.

Figura 3 - Transformações na vegetação da representatividade do NP e MPS por hectares presente na microbacia da Casca – MT.



Na análise do índice de forma dos fragmentos no ano de 1986 (Figura 4), foi possível observar que dos 50 fragmentos existentes na microbacia, 26 deles tem SHAPE igual a 1. No ano de 2013 (Figura 5) muitos fragmentos foram subdivididos obtendo uma quantidade de 145, desse total 75 fragmentos tiveram SHAPES com valor 1. Esses fragmentos apresentaram formas relativamente arredondadas, porém no ano de 2013 a sua grande maioria apresentou áreas pequenas.

Figura 4 - Valores do índice de forma no ano de 1986 para cada fragmento presente na microbacia da Casca, MT.

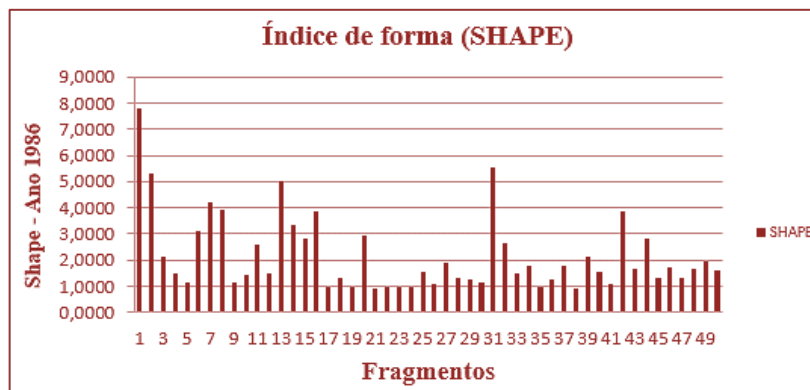
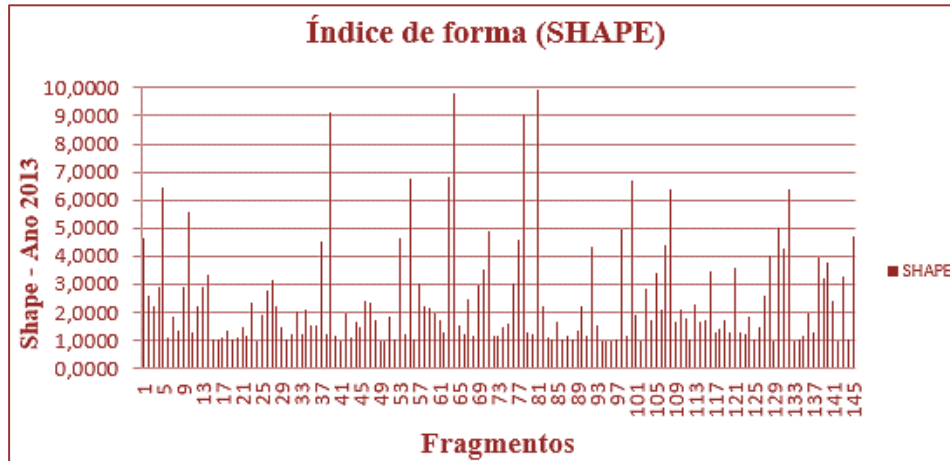


Figura 5. Valores do índice de forma no ano de 2013 para cada fragmento presente na microbacia da Casca, MT.



Mesmo sendo a forma ideal, no caso, circular, fragmentos pequenos tendem a ser mais suscetível às perturbações, pois dependendo do tamanho do fragmento o efeito de borda pode afetar todo o fragmento.

No ano de 1986, os 10 fragmentos com área < 5 ha apresentaram formas relativamente arredondadas com valores de SHAPE entre 0,91 - 1,43. Já em 2013 dos 41 fragmentos com área < 5 apenas dois exibiram formas menos regulares, SHAPE variando de 0,94 - 2,74.

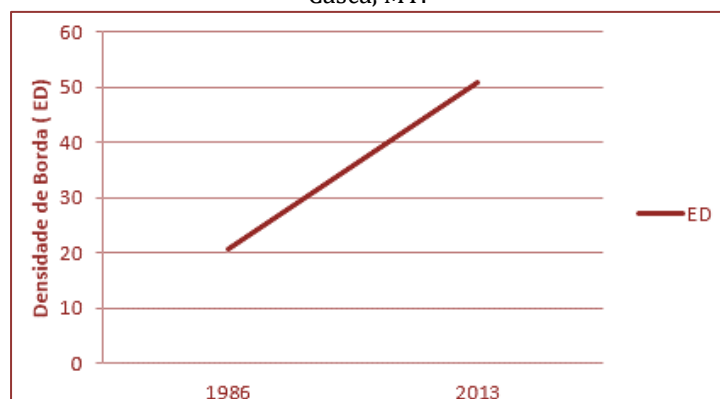
Fragmentos com as áreas entre 5 - 50 ha, obtiveram SHAPE entre 0,92 - 4,20 e 0,94-6,72 nos anos de 1986 e 2013 respectivamente, resultando na paisagem de 2013 uma quantidade maior de formas irregulares, no qual os fragmentos com esse tamanho foram os predominante (NP=58).

Os resultados também mostraram que as áreas > 50 ha apresentaram formas mais irregulares que a classe de área anterior com o índice de SHAPE em 1986 chegando á 7,78 e em 2013 á 9,93, bem distante do valor 1 que apresenta a forma relativamente circular. Isso demonstra que os fragmentos de maior tamanho foram mais irregulares que os de menor área, sofrendo também o efeito de borda.

No geral o ano de 1986 demonstrou que 66 % da paisagem apresentou ter mais fragmentos com formas aproximadamente arredondadas, comparada com o ano de 2013 que apresentou um pouco mais da metade do total com 59,31%, a retirada da vegetação para o cultivo agrícola e pecuário na região da microbacia resultou o aumento no número de fragmentos e uma redução em porcentagem nos fragmentos com formas regulares.

O aumento da densidade de borda (ED) passou de 20,8 para 59,7 m/ha (Figura 6) de borda por hectares nos anos estudados comprovando a evolução da fragmentação, pois quanto maior o número de fragmentos, maior a densidade de borda sendo inversamente proporcional.

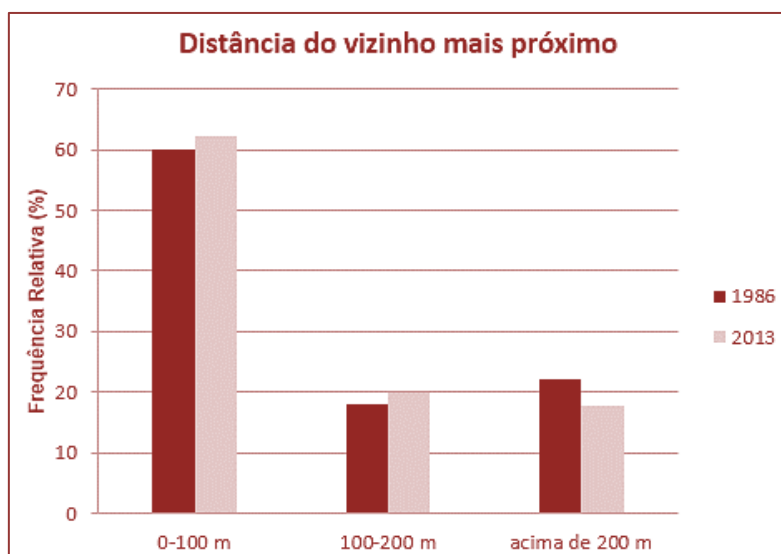
Figura 6. Valores do índice de densidade de borda nos anos de 1986 e 2013 presentes na microbacia da Casca, MT.



Na análise do grau de isolamento/proximidade verificou-se que nos dois anos predominaram os fragmentos menos isolados, 60% em 1986 e 62,14% em 2013, com distância entre 0 -100, sendo a maioria menor que 50 m nesse intervalo de classe, para ambos os anos. No ano de 2013 apenas 17,96% dos fragmentos estavam muito isolados, com distância acima de 200 m, com menor quantidade do resultado em 1986 (22%), porém teve distância que chegaram a 841m de grau de isolamento, acima de 100 m a mais que os fragmentos de 1986.

Nas três classes estabelecidas observou-se que as frequências das distâncias estavam quase semelhantes, mas no geral a distância média dos vizinhos mais próximos (NEAR) apresentou tendência de redução nos anos avaliados passando de 138,9 m para 118,6 m (Figura7).

Figura 7. Valores do índice de distância do vizinho mais próximo presente na microbacia da Casca, MT.



Isso foi consequência do aumento do número de fragmentos (NP) que foram ocasionados pelo uso e ocupação do solo em Mato Grosso, o que fez com que os fragmentos se tornassem mais aglomerados.

4. DISCUSSÕES

Os resultados mostram que a redução da área de vegetação foi devido ao crescimento da atividade agrícola e pecuária na região, observado também pelo censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2006. E se encontra em um estado de substituição das paisagens naturais por outros usos do solo, próximo ao observado por esses autores, como Valério et al. (2009); Borges; Silva (2008) e Cândido (2012). E, devido ao processo de fragmentação, a área dos fragmentos tem uma grande influência para preservar as variações de riqueza de espécies. A microbacia do Casca teve o seu percentual total de cobertura da vegetal reduzido cobrindo apenas 33% da microbacia.

Para Valente e Vettorazzi (2002), a área de um fragmento é uma informação de grande valor para a análise da paisagem, pois além de ser utilizada como base para o cálculo de outros índices, qualquer alteração que possa ocorrer na área de um fragmento pode levar a redução do tamanho populacional de espécies, alterando os processos ecológicos, comprometendo a biodiversidade.

Os resultados obtidos por Cabacinha e Castro (2009) indicaram que o tamanho e a forma da área podem explicar a diversidade da vegetação nos fragmentos da região do Cerrado e concluíram que os fragmentos menores que 40 ha podem ter baixa diversidade quando estão completamente isolados.

Na avaliação da dinâmica de fragmentação e regeneração no rio Coxipó um dos formadores do pantanal, Cunha e Massoli Junior (2012) concluíram que num período de 25 anos o número de fragmentos foram maiores em áreas inferiores a 1 ha e não houve nenhum fragmento com área acima de 50 ha, ainda foi observado regenerações da vegetação de 1986 a 2011, fato ocorrido possivelmente pela respeito ao cumprimento da legislação ambiental.

No geral o ano de 1986 demonstrou que 66 % da paisagem apresentou ter mais fragmentos com formas aproximadamente arredondadas, comparada com o ano de 2013 que exibiu um pouco mais da metade do total com 59,31%. Dessa forma, a retirada da vegetação para o cultivo agrícola e pecuário na região da microbacia resultou no aumento do número de fragmentos e uma redução em porcentagem nos fragmentos com formas regulares. Resultados semelhantes foram encontrados por Rohling e Silva (2012) que analisando a vegetação nativa na zona rural associada ao perímetro urbano de Rondonópolis/MT observaram valores de índice de forma entre 1,15 e 2,14, esta área atualmente é composta essencialmente por pasto plantado.

Assim como no trabalho de Cemim et al. (2010), este estudo encontrou uma diminuição no índices de área média dos fragmentos (MPS) de 1986 para 2013, devido a supressão da vegetação a microbacia derivou uma paisagem com muitos fragmentos pequenos resultando a diminuição da área média das frações de vegetação. Para Mcgarigal et al. (2002 apud Calegari et al., 2010), a área média dos fragmentos (MPS) é considerada bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela classe.

Quanto à densidade de borda (ED) que representa o comprimento total de bordas na paisagem constatou-se que na região estudada o efeito de borda aumentou para o ano de 2013, prejudicando a manutenção das espécies que não toleram elevadas temperaturas e proporcionando o estabelecimento de espécies exóticas que são atraídas para as bordas, promovendo um desequilíbrio no ecossistema. O efeito de borda é influenciado pelo aumento no número de fragmentos e pela sua forma irregular. Pirovani et al. (2014), analisando os fragmentos em três tamanhos da Bacia do Itapemirim verificaram que os fragmentos de menores tamanhos apresentaram valores maiores de densidade de borda (ED), comparado com os de tamanho grande.

O padrão observado nos anos mostra que a paisagem na microbacia esta aparentemente conectada com fragmentos menos isolados, porém com o aumento do uso do solo na atividade agrícola e pecuária tenderam a aumentar a fragmentação e, conseqüentemente, a distância entre as manchas fragmentadas, diminuindo ainda mais a conectividade. Segundo Metzger et al. (2009), grupos com baixa capacidade de dispersão são particularmente sensíveis à redução da conexão entre os fragmentos, por isso uma distância por menor que ela seja na paisagem pode ser um limitante para a movimentação de algumas espécies. Situação confirmada em seu estudo, que algumas espécies de aves evitam cruzar fragmentos com distância acima de 40 metros.

Lima (2008) observou o efeito da fragmentação da paisagem na riqueza e composição de espécies de lagarto e concluiu que fragmentos acima de 200 metros prejudicaria a colonização por imigração da espécie. No entanto, Calegari (2010) observando os fragmentos florestais no município de Carandaí constatou uma redução nos valores de NEAR de 279,4 para 244,5 nos anos de 1984 para 2007, respectivamente, da mesma maneira observada nesse trabalho.

O estudo das distâncias dos fragmentos é de grande importância para a conservação da biodiversidade, pois indicam a necessidade de elementos de conexão, como os corredores ecológicos e *stepping stones* (pontos de ligação). Segundo Metzger (2001) os pontos de ligação seriam pequenas áreas de habitat dispersas na paisagem e que são úteis para o deslocamento das espécies, proporcionando o aumento da diversidade genética das populações e a conectividade da paisagem. Portanto, as avaliações dos pequenos fragmentos presentes na microbacia em 2013 contribuíram para a manutenção e preservação do ecossistema local.

5. CONCLUSÃO

Os dados analisados na forma de métricas demonstram que a microbacia da Casca apresenta uma vegetação bastante fragmentada para o ano de 2013, diminuindo as possibilidades de manutenção e regeneração da biodiversidade.

A cobertura vegetal diminuiu no período de estudo, com o índice de forma mostrando que a microbacia sofreu um processo de fragmentação, no entanto, a maioria dos fragmentos apresentam formas aproximadamente arredondadas, com tendência a aglomerações.

A conectividade dos fragmentos na microbacia está apropriada, podendo facilitar o movimentos entre as populações, mas não pode esperar a manutenção da biodiversidade, se outros aspectos do habitat não forem conduzidos simultaneamente.

A agropecuária apresenta o desempenho mais significativo nas fragmentações da área em estudo, contudo para resolver as algumas questões que permanecem ainda obscuras e como uma perspectiva de novos

estudos, a inclusão de preditores mais fortes, como por exemplo, topográficos, edáficos e parâmetros climáticos, devem ser considerados, explicando a importância da adequação do uso e ocupação do solo.

As técnicas de Sensoriamento Remoto aliadas aos Sistemas de Informações Geográficas constituem uma ferramenta de grande importância para a análise da paisagem em microbacia, permitindo o diagnóstico e planejamento de conservação da vegetação nessas áreas.

REFERÊNCIAS

- [1] Antongiovanni, M.; Metzger, J.P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*, v. 122, p. 441–451, 2005.
- [2] Belovsky, G.E. Extinction models and mammalian persistence. In: Soulé, M. *Viable populations for conservation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 35-58.
- [3] Bernardo, P.V.S.; Melo, F.R. Assemblage of medium and large size mammals in an urban Semideciduous Seasonal Forest fragment in Cerrado biome. *Biota Neotrop*, v. 13, n. 2, p. 76-80, 2013.
- [4] Borges, S. V.; Silva, N. M. Análise da influencia do reservatório de manso, na marginal oeste, Chapada dos Guimarães-MT. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*, v.5, n. 3, p. 17-35, 2008.
- [5] Boscolo, D.; Metzger, J. P. Is bird incidence in Atlantic forest fragments influenced by landscape patterns at multiple scales?. *Landscape Ecol*, v. 24, p. 907–918, 2009.
- [6] Brooker, M.; Brooker L. Breeding biology, reproductive success and survival of blue-breasted fairy-wrens in fragmented habitat in the western Australian wheatbelt. *Wildl Research*, v. 28, n. 2, p. 205–214, 2000.
- [7] Brown, J.H.; Kodrick-Brown, A. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology*, v. 58, p. 445–449, 1977.
- [8] Cabacinha, C. D.; Castro, S.S. Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management*, v. 257, p. 2157–2165, 2009.
- [9] Calegari, L. et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore, Viçosa-MG*, v.34, n.5, p.871-880, 2010.
- [10] Cemin, G.; Périco, E.; Rempel, C. Uso de sistemas de informação geográfica para análise da estrutura da paisagem do município de Arvorezinha, RS. In: *Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12.*, 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2113-2120.
- [11] Cândido, A. K. A. A. Tratamento de imagens orbitais e suborbitais para caracterização ambiental da cabeceira do rio São Lourenço-MT. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso. 2012.
- [12] Cunha, M. I. A.; Massoli Junior, E. V. Uso do Sig para análise das transformações na paisagem do rio Coxipó no município de Cuiabá, Mato Grosso. In: *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 4.*, 2012, Bonito. Anais... Embrapa Informática Agropecuária: INPE, 2012. p. 92 -101.
- [13] Ewers, R.M.; Didham, R.K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews*, v. 81, p. 117–142, 2006.
- [14] Gonçalves, A. B. et al. Mapeamento das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do Rio Camapuã/Brumado. *Revista Árvore, Viçosa-MG*, v.36, n.4, p.759-766, 2012.
- [15] Icmbio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães. 2009. Encartes. Disponível em: http://www4.icmbio.gov.br/parna_guimaraes. Acesso em: 03 junho de 2014.
- [16] Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, p. 487– 515, 2003.
- [17] Franken, R.J.; Hik, D.S., 2004. Influence of habitat quality, patch size and connectivity on colonization and extinction dynamics of collared pikas *Ochotona collaris*. *Journal of Animal Ecology* v. 73, p. 889–896, 2004.
- [18] Fischer, J.; Lindenmayer, D.B. Tackling the habitat fragmentation panchreston. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 22, p. 127–132, 2007.
- [19] Gibson, L. et al. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, v. 478, p. 378-381, 2011.
- [20] Groeneveld, J. et al. The impact of fragmentation and density regulation on forest succession in the Atlantic rain forest. *Ecological Modelling*, v. 220, p. 2450–2459, 2009.

- [21] Luoy, D. et al. Strongly diverging population genetic patterns of three skipper species: the role of habitat fragmentation and dispersal ability. *Conservation Genetics*, v. 8, p. 671– 681, 2007.
- [22] Martensen, A. C.; Pimentel, R. G.; Metzger, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 141, p. 2184 –2192, 2008.
- [23] Metzger, J.P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.
- [24] Miziara, F.; Ferreira, N.C. Expansão da Fronteira Agrícola e Evolução da Ocupação e Uso do Espaço no Estado de Goiás: Subsídios à Política Ambiental. In: Ferreira, Laerte Guimarães. (Org.). *A encruzilhada socioambiental - biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado...* Goiânia. Canone/Cegraf-UFG, 2008, v. 1, p. 67-75.
- [25] Pavlacky JR. D.C.; Possingham, H. P.; Goldizen, A.W. Integrating life history traits and forest structure to evaluate the vulnerability of rainforest birds along gradients of deforestation and fragmentation in eastern Australia. *Biological Conservation*, v. 188, p. 89–99, 2015.
- [26] Pellegrino, P. R. M.; Guedes, P. P.; Pirillo, F. C., Fernandes, S. A. A paisagem da borda: uma estratégia para condução das águas, da biodiversidade e das pessoas. In: Costa, L. M. S. A. (org.). *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Prourb, 2006. p. 57 -76.
- [27] Pinto-Ledezma, J. N.; Mamani, M. L. Temporal patterns of deforestation and fragmentation in lowland Bolivia: implications for climate change *Climatic Change*, v.127, n.1, p. 43–54, 2014
- [28] Pinto-Ledezma, J.N.; RUIZ, T. Deforestación y fragmentación 1976–2006 en el municipio de San Julián (Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, v. 45, n.2, p. 101–115, 2010.
- [29] Reed, D.H., Frankham, R. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology*, v. 17, p. 230–237, 2003.
- [30] Rhodes, A. L.; Newton, T. M.; Pufall, A. Influences of land use on water quality of a diverse New England watershed. *Environmental Science and Technology*, v.35. p. 3640-3645, 2001.
- [31] Rohling, F. J; Silva, N. M. Padrão de fragmentação da vegetação nativa na zona rural associada ao perímetro urbano de Rondonópolis, Mato Grosso. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 13, n. 41, p. 42 – 51, 2012.
- [32] Ganem, R.S.; Drummond, J. A.; Franco, J. L. D. A. Conservation policies and control of habitat fragmentation in the Brazilian Cerrado Biome. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XVI, n. 3, p. 99-118, 201.
- [33] Sondotecnica S.A. M. Emprego de modelo matemático de qualidade de água para avaliação do impacto ambiental da UHE Manso – MT, Rio de Janeiro, RJ. Relatório final, 1987.
- [34] Valente, R. O. A.; Vettorazzi, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 62, p.114-29, 2002.
- [35] Valério, A. D. M. ET AL. Avaliação multitemporal do uso de solo da bacia do reservatório de Manso. In: *Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto*, 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6345-6351.
- [36] Volotão, C. F. S. Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats. Trabalho de análise espacial do curso de mestrado do INPE - São José dos Campos, São Paulo – SP, 1998.

Capítulo 28

Evolução de áreas de manguezais na Ilha do Maranhão com dados de sensoriamento remoto de 2010 a 2015

Alessânia Silva de Lucena Carneiro

André Luís Silva dos Santos

Denilson da Silva Bezerra

Venerando Eustáquio Amaro

Bruno César Pereira Costa

Hélder Pereira Borges

Rômulo Jordão Neves Aroucha

Resumo: O principal objetivo deste estudo é analisar a evolução temporal de áreas de mangue na ilha do Maranhão, nordeste do Brasil, considerando uma abordagem multitemporal pra os anos de 2010 a 2015 com uma avaliação qualitativa e quantitativa das mudanças ocorridas na vegetação de manguezal. Foram usadas imagens do satélite Landast 5 TM e Landast 8 OLI, respectivamente, obtidas no site do USGS americano e processadas no software QGIS. A área de mangue foi analisada com uma interpretação visual do NDVI e composição colorida para posterior vetorização. A área foi calculada obtendo o total para cada ano através da comparação de ambas. O resultado da análise multitemporal mostra a redução no intervalo de cinco anos de quase 2000 ha de manguezal, mostrando a eficiência do método, para a detecção de mudanças no ambiente. Este trabalho subsidia os estudos dos efeitos de erosão costeira para estes ecossistemas e suas implicações para o aumento do nível do mar.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, manguezais, mapeamento.

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais estão presentes nas faixas tropical e subtropical do planeta, ocupando regiões tipicamente inundadas por marés. Na costa do Brasil eles existem desde a foz do rio Oiapoque no Estado do Amapá até o Estado de Santa Catarina (ALVES, 2001). Os Estados do Maranhão, Pará e Amapá, são responsáveis por cerca de 50% da área de manguezais do Brasil e encontram-se inseridos na Amazônia Legal do país (Mochel, 2002).

Na Ilha do Maranhão predominam quatro espécies de mangue: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão) segundo Espig et al. (2007). No entanto Mochel (2002) e Vaz (1986) acrescenta ainda *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii* e *Avicennia germinans* como espécies que compõem as florestas de manguezal maranhense, dessa forma temos sete espécies.

Os manguezais são caracterizados por serem resistentes às condições de salinidade através da osmorregulação e pouca disponibilidade de oxigênio através das raízes aéreas (Schaeffer-Novelli, 1990). É um ambiente rico e diversificado de extrema importância para a manutenção da vida de muitas espécies, pois garante alimento, abrigo e proteção natural para reprodução das mesmas (Alves, 2001). Embora tenha grande valor, a zona costeira sofre com a variabilidade induzida por mudanças globais, além de sofrer com o avanço da grande densidade populacional e vem abrigando grande parte das áreas urbanas e regiões industriais de acordo com os relatos de Lacerda et al., (2006).

O monitoramento dos manguezais é muito importante para identificar novas áreas de crescimento de mangue bem como acompanhar o processo de degradação e consequentes prejuízos ambientais. Técnicas de Processamento Digital de Imagem (PDI) aplicadas sobre imagens multiespectrais de Sensoriamento Remoto (SR) são utilizadas para identificar áreas de mangue e comparar com períodos anteriores aproveitando melhor esse embasamento teórico, para incrementar formas mais eficientes de preservação desse ecossistema. Este trabalho apresenta o estudo da evolução de áreas de manguezais na ilha do Maranhão, nordeste do Brasil, com dados de sensoriamento remoto realizando a análise multitemporal, considerando o período entre 2010 e 2015, avaliando de forma quali-quantitativa as alterações ocorridas neste tipo de cobertura vegetal, como subsídio aos estudos sobre os efeitos da erosão costeira sobre esse ecossistema e as implicações sobre a elevação do nível do mar.

2. METODOLOGIA

A área de estudo é a Ilha do Maranhão localizada na porção norte do estado do Maranhão entre a baía de São Marcos e de São José, entre os meridianos 42°47'15"W e 42°39'56"W de longitude oeste e entre os paralelos 2°42'21"S e 2°35'09"S de latitude sul, região Pré-Amazônica. A ilha possui quatro municípios: Raposa, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e a capital do Estado do Maranhão, a cidade de São Luís.

Esta área apresenta, ao longo dos últimos anos, um grande crescimento urbano sem nenhum planejamento e/ou preocupação com a sua conservação (Masullo, 2012). Devido a essa fragilidade e ao intenso processo de industrialização da região e o crescimento populacional urbano desordenado, os manguezais da região tem sofrido um forte impacto.

Foram utilizadas imagens de satélite dos sistemas de sensores Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI, órbita-ponto 220/062, dos anos de 2010 e 2015 respectivamente, obtidas no sítio do *United States Geological Survey* (USGS) disponível em earthexplorer.usgs.gov. As etapas de processamento das imagens foram realizadas por meio do softwares QGIS 2.18.1. Para identificar as áreas que sofreram maior supressão da vegetação de mangue foram realizados os seguintes procedimentos: 1) seleção das imagens; 2) cálculo da reflectância; 3) cálculo do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); 4) elaboração de composições coloridas no sistema de cores Red-Green-Blue (RGB); e, 5) comparação multitemporal das imagens, verificando as mudanças ocorridas entre 2010 e 2015.

O mapeamento de áreas de manguezal foi realizado nas etapas de PDI e em seguida foi realizada a vetorização das áreas de manguezal identificadas nas imagens resultantes, utilizando o software ArcGIS 10.1 para criar os polígonos das áreas de manguezal.

As técnicas de PDI foram realizadas para identificação de vegetação, por meio da Análise por Principais Componentes (PC) e do NDVI calculado pela razão entre a diferença de reflectância na região do infravermelho próximo e do vermelho pela soma dessas bandas dada pela seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IVP} - \text{V}}{\text{IVP} + \text{V}} \quad (\text{Equação 1})$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram elaborados dois mapas referentes aos anos 2010 e 2015 (Figuras 1 e 2) para realizar a comparação do uso e cobertura do solo da Ilha do Maranhão. Assim identificaram-se melhor os alvos, diferenciando as demais das áreas de manguezais.

O processamento digital das imagens com o cálculo da reflectância, do NDVI e a composição colorida das imagens, foi a base para identificação mais apurada das áreas de mangue. O NDVI foi calculado a partir da reflectância realizado na etapa 2 da metodologia e mostrado nas Figuras 1a e 1b, onde a vegetação apresentaram níveis de cinza claro. Para identificar melhor e realçar o manguezal em comparação as demais áreas de vegetação, foi realizada a composição colorida R(PC5) G(B5) B(B4) para o ano de 2010 (Figura 2a) e para o ano de 2015 a composição colorida R(PC5) G(NDVI) B(B7) (Figura 2b). Este procedimento realça a vegetação de mangue e melhora a identificação visual das classes de uso e ocupação do solo na área de estudo; logo, através dessas composições coloridas foi possível realçar e diferenciar cores de vegetação, água, solo exposto e evidenciando os manguezais.

Figura 1. NDVI da imagem (a) Landsat 5 TM para o ano de 2010 e (b) Landsat 8 OLI para o ano de 2015, em escala de cinza onde: as regiões mais claras indicam vegetação, e as mais escuras ausência de vegetação, ou seja, região da zona urbana, solo exposto, rios e mares.

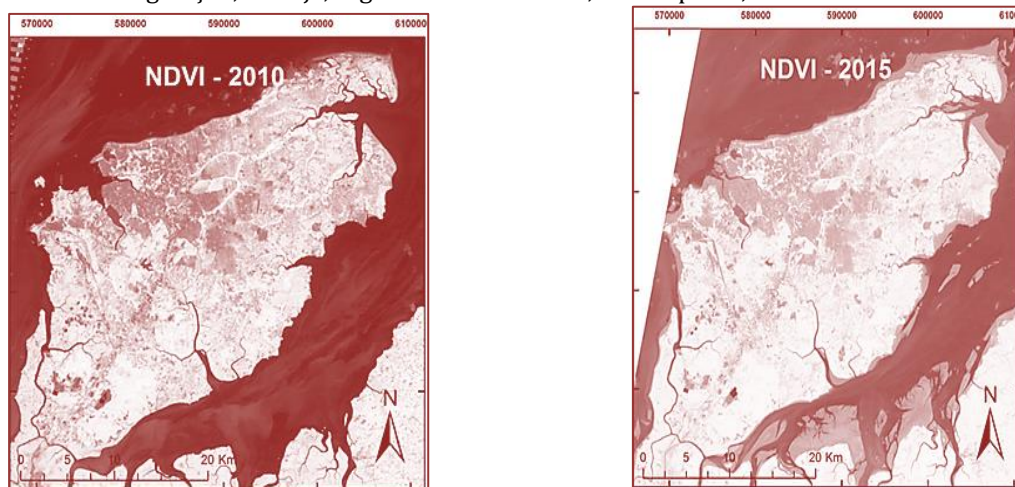
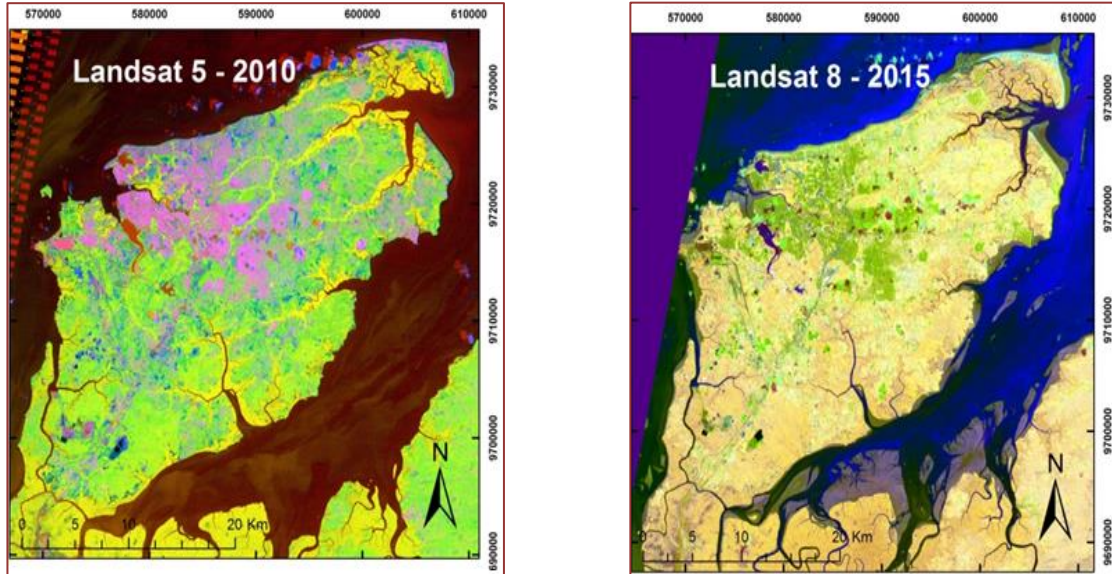


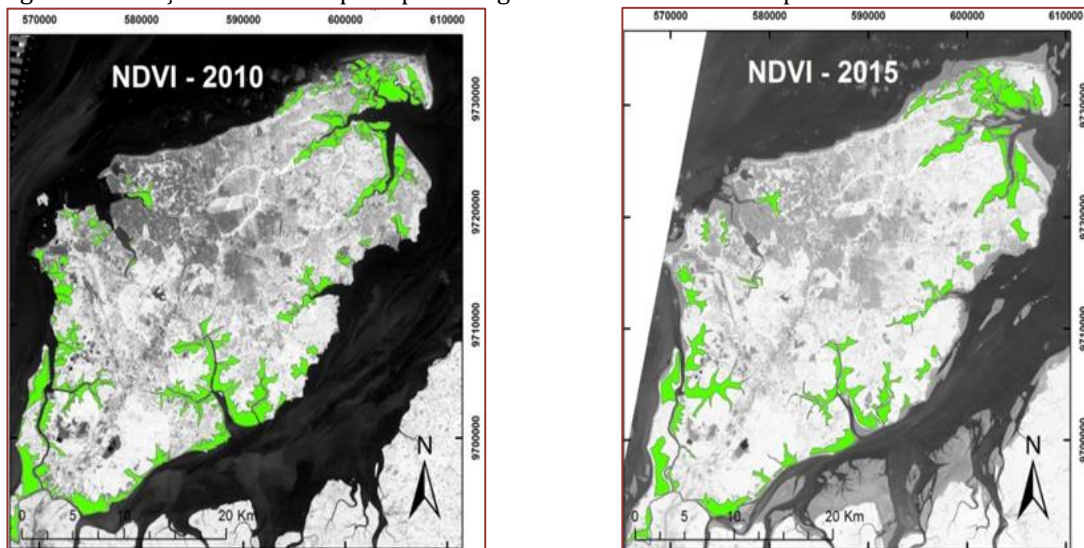
Figura 2. Imagem (a) Landsat 5TM para o ano de 2010 com a composição colorida RGB_PC5_NDVI_B7 (Principal componente 5, NDVI e banda 7) com destaque em amarelo para os manguezais, rosa para a zona urbana, azul para rios e mar, cian para solo exposto e verde para a vegetação e (b) Landsat 8 OLI para o ano de 2015 com a composição colorida RGB_NDVI_B5_PC5 (NDVI, Banda 5 e Principal componente 5) com destaque em amarelo escuro para os manguezais, verde para a zona urbana, azul para rios e mar, verde claro para solo exposto e amarelo claro para a vegetação.



Para realizar a classificação do mangue foi feita de forma manual no ArcGIS, que permitiu a delimitação da região de mangue através do processo de vetorização, ou seja, a criação de polígonos, uma vez que a vegetação toda apresentava tons de verde. Contudo, as áreas de manguezais apresentavam áreas em tons de verde escuro próximos a reentrâncias de água doce e salgada, sendo que tal confirmação dessa vegetação como mangue foi feita em campo, em coletas acompanhadas por controle de ponto por GPS e identificação in loco das espécies de vegetação de mangue.

Os resultados obtidos a partir do cálculo do NDVI são valores que variam de -1 a +1 onde: -1 equivale a áreas sem vegetação e quanto mais próximo do valor +1 maior é quantidade de vegetação do local. Valores negativos ou próximos a zero indicam áreas de água, ou solo nu, onde existe muito pouca atividade clorofiliana e com isso baixa quantidade de vegetação, como por exemplo a presença de áreas urbanas, como é o caso da ilha.

Figura 3. Variação da área ocupada por manguezal na área de estudo para os anos de 2010 e 2015.



A análise multitemporal da evolução dos manguezais permitiu definir a área total dos polígonos gerados pela vetorização das áreas de mangue, como mostrado na Tabela 1. Houve um decréscimo de 1.953,68 hectares em apenas cinco anos. Este resultado indica a diminuição de manguezal na Ilha do Maranhão. Apesar de sua imensa importância ambiental, o manguezal vem sofrendo severa supressão em regiões de grande crescimento demográfico que avança para áreas litorâneas onde se localizam os manguezais.

Tabela 1. Área de manguezal em 2010 e 2015

Ano	Área (ha)
Ano 2010	11.967,06
Ano 2015	10.013,38
Diferença Total	1.953,68

Em outros trabalhos que trataram das mudanças da vegetação na Ilha do Maranhão destacaram que ao longo dos anos há uma diminuição gradativa da vegetação na ilha associado ao crescimento urbano que viveu a ilha ao longo de 40 anos (Matos e Santos, 2011) e, especificamente, do mangue (Mochel, 2002; Rodrigues et al., 2013), corroborando com os resultados deste trabalho. Matos e Santos (2011) realizou, com uso de imagens do satélite Landsat 5 TM, a análise multitemporal da vegetação na Ilha do Maranhão ao longo de 20 anos, entre 1988 a 2010, apontando uma perda de 293,8 km² da porção vegetal da área de estudo por conta do crescimento urbano, seja residencial, comercial e/ou industrial.

A etapa de campo foi importante para identificar e comprovar que na Ilha do Maranhão, no local da amostragem (Município de Raposa), predominam quatro espécies de mangue citadas na literatura, que são: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão), como descrito por Espig et al., (2007), ressaltando assim a importância da etapa de campo para dar maior confiabilidade aos dados de pesquisa.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa foi importante para a obtenção de um banco de dados geoespacial de espécies de mangue da Ilha do Maranhão, para que pudesse ser feito o monitoramento ambiental das alterações ocorridas nas áreas de manguezal no decorrer dos últimos anos. Vale ressaltar que a vegetação mangue na ilha do Maranhão vem sofrendo mudanças ao longo do tempo, sobretudo pela ação antrópica, influência das marés e degradação do solo.

A análise multitemporal das imagens de satélite demonstrou eficiência na detecção do decréscimo do mangue na Ilha do Maranhão evidenciando que essa cobertura vegetal vem sofrendo graves intervenções antrópicas e naturais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela bolsa PIBIC ao primeiro autor e pelo incentivo financeiro proveniente do edital Universal 40/2014. Ao IFMA pelo incentivo financeiro do projeto de Internacionalização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Alves, Jorge Rogério Pereira (Org). Manguezais: educar para proteger. Fundação de Estudos do Mar – Femar, Secretaria de Estados do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMADS, 2001.
- [2] Dos Santos, Márcio Costa Fernandes Vaz. Considerações sobre a ocorrência de *Rhizophora harrisonii* Leecham e *Rhizophora racemosa* G. F. W. Meyer, no litoral do estado do Maranhão, Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia v. 7, n. 1. 1986.
- [3] Espig, Silvana Andreoli. Reis, Ilka Afonso. Araújo, Elienê Pontes. Identificação do ecossistema mangue na Ilha do Maranhão através de técnicas de classificação utilizando imagens de sensor CCD-CBERS-2. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-Brasil, abril 2007, INPE, p.5731-5737.

- [4] Lacerda, Luiz Drude et al. Manguezais do nordeste e mudanças climáticas. *Ciência Hoje*, v.39, n.229, 2006.p. 24-29.
- [5] Masullo, Yata Anderson Gonzaga; Rangel, Maurício Eduardo Salgado. Uso e ocupação do solo e alterações climáticas na Ilha do Maranhão. *Revista Geonorte*, 2012, edição especial 2, v.2, n.5, p.663-674.
- [6] Matos, N. F. Santos, A. L. S. Uso do sensoriamento remoto e processamento digital para mapear a evolução temporal do índice de vegetação da área urbana de São Luis-MA. In: IX ENEEAMB - Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Ambiental. Fortaleza, CE. Anais. 2011.
- [7] Mochel, F. R. Programa Integrado Estudos Ecológicos dos Manguezais do Estado do Maranhão. *Revista de Gerenciamento Costeiro Integrado – para países de língua portuguesa*. Santa Catarina, v. 1, n. 2, p. 30-33, 2002.
- [8] Ponzoni, Flávio Jorge. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a mata atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos-Brasil, 2002.
- [9] Rêgo, Shirley Coutinho Alves; Lima, Priscila Pereira Souza de; Lima, Maria Niedja Silva; Monteiro, Thereza Rachel Rodrigues. Análise comparativa dos índices de vegetação Ndvi e SAVI no município de São Domingos do Cariri – PB. *Revista Geonorte, Edição Especial*, v.2, n.4, p.1217 – 1229, 2012.
- [10] Rodrigues, Taíssa Caroline Silva; Frank, Thiago; Souza, Ulisses Denache Vieira; KUX, Hermann J. H. Análise da evolução da cobertura do solo em áreas de manguezais na Ilha do Maranhão, entre os anos de 1988 a 2010 com dados de sensoriamento remoto orbital. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, abril, 2013, INPE*.
- [11] Schaeffer-Novelli, Y.; Cintron, G. Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. São Paulo. 38 (1): 93-97. 1990.

Capítulo 29

Sensoriamento remoto aplicado à análise de lineamentos estruturais na porção noroeste do Município de Unaí – MG

Florença das Graças Moura

Guilherme Neiva Rodrigues Oliveira

Abstract: The region to the northwest of the city of Unaí - MG, outcrops of rocks Vazante, Bambuí and Canastra groups and presents a large amount of lineaments, making it an area provides the studies of such features, in order to better structural and geological understanding of southern Brasília Belt. For the extraction of lineaments were used images of the OLI sensor, the Landsat-8 satellite, in the RGB 543 composition and the Digital Elevation Model (DEM), achieved on the basis of the SRTM images (Shuttle Radar Topography Mission), both images were acquired free and processed in ENVI 5.1 software. The lineaments were drawn in the ArcGis 10.3 software, the rosettes generated by extensions Easy Calculate and Polar Plots of the ArcGis software and the histograms for the Microsoft Excel software. The lineaments were separated into drainage lineaments and relief lineaments, where it was possible to check that both have a directional trend NW-SE, however this direction is clearer in the relief lineaments, while that the drainage lineaments has a pattern more diffuse. The products obtained in this study are of great importance for the prior understanding of structural and geology of an area, and becomes a useful tool for future procedures, to assist the field activities and build the geological map of the area analyzed.

Palavras Chaves: lineaments, structural trends, Brasília Belt, lineamentos, trends estruturais, Faixa Brasília.

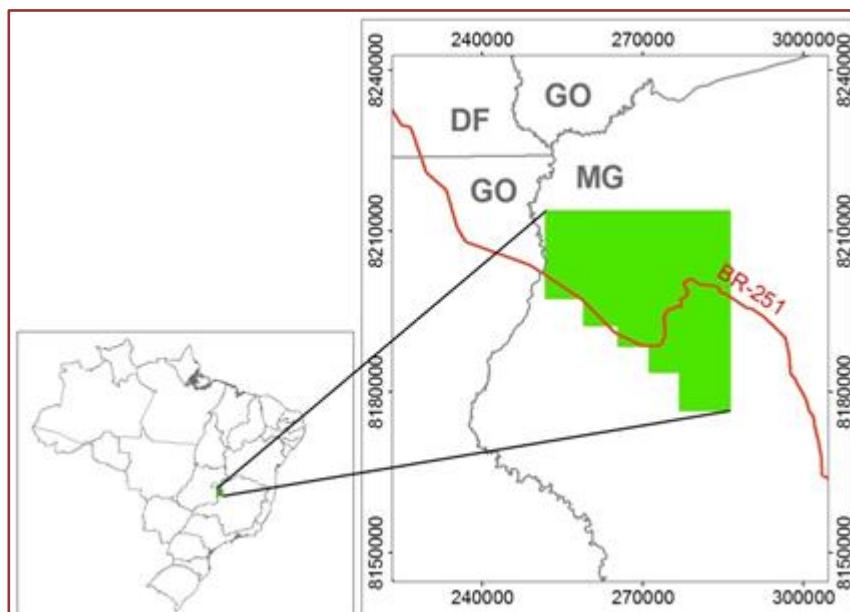
1. INTRODUÇÃO

A região a noroeste do município de Unaí, na divisa do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais (Figura 1), representa uma área chave para o entendimento da geologia regional da porção externa da Faixa Brasília, compreendendo uma ampla ocorrência dos Grupos Vazante e Bambuí com exposições restritas do Grupo Canastra.

Os lineamentos estruturais representam o reflexo em superfície da evolução tectônica da crosta, desta forma a existência desses lineamentos tanto em escalas locais, regionais e continentais, apresentam padrões praticamente retilíneos, sendo resposta da tectônica profunda, e tem sido revelada ou confirmada com sucesso em mapeamentos produzidos a partir de dados espectrais e espaciais de sensores remotos (Ouattara et al., 2004), tornando assim uma ferramenta funcional e importante para a interpretação do contexto estrutural de uma área.

Este resumo consiste na aquisição e interpretação de dados de lineamentos estruturais extraídos por meio de imagens do sensorOLI, do satélite Landsat 8 e imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) para análise pré-campo, o qual proporcionará um maior entendimento do comportamento estrutural do fechamento da Faixa de Dobramentos Brasília em sua porção meridional, além de auxiliar durante os futuros procedimentos de campo e na construção do mapa geológico/estrutural da região.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, na região noroeste de Minas Gerais próxima a divisa do estado de Goiás e do Distrito Federal.



1.1. CONTEXTO GEOLÓGICO

A região central do Brasil representa um orógeno de grandes dimensões que se desenvolveu durante o Neoproterozóico em função da convergência e colisão de três blocos continentais importantes, o Cráton Amazônico a noroeste, o Cráton São Francisco a leste e o Cráton do Paraná a sudoeste, estruturando assim a Província Tocantins (Figura 2). Esse orógeno é formado pelas Faixas Paraguai, Araguaia e Brasília. (Dardenne, 2000).

A área estudada localizada no noroeste do estado de Minas Gerais está inserida na Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília, a qual se estende por mais de 1.000 quilômetros na direção geral N-S ao longo da margem oeste do Cráton São Francisco, que por sua vez se encontra a leste da Província Tocantins.

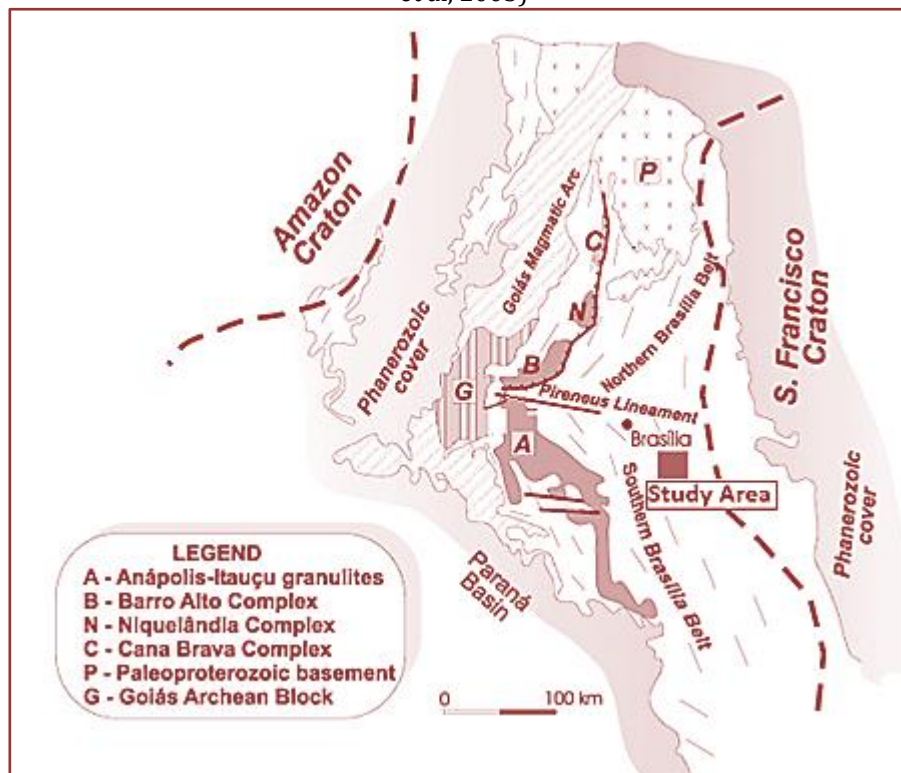
Em geral, as principais unidades sedimentares e metassedimentares da Faixa Brasília mostram deformação tectônica progressivamente mais intensa em direção a oeste, acompanhada de metamorfismo progressivo (Dardenne, 2000). As rochas aflorantes na região em estudo pertencem aos Grupos Vazante, Canastra e Bambuí.

O Grupo Vazante consiste de uma espessa sequência argilo-dolomítica, dividida, da base para o topo, em sete unidades, incluindo as formações: Santo Antônio do Bonito, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Serra da Lapa (Dardenne *et al*, 1997).

O Grupo Canastra, definido por Barbosa, 1955 e Barbosa, 1970, representa uma associação de metassedimentos psamo-pelíticos contendo carbonatos, filitos e quartzitos metamorfisados em fácies xisto verde. Freitas e Dardenne, 1994 divide o grupo Canastra em três formações: Formação Chapada dos Pilões, Formação Paracatu e Formação Serra do Landim.

Rimann, 1917 denominou como Grupo Bambuí associação de rochas pelito-carbonatadas que recobrem diversas unidades da Faixa Brasília e do Cráton São Francisco. Dardenne, 2000 organiza esse grupo em cinco formações: Formação Sete Lagoas, Formação Serra de Santa Helena, Formação Lagoa do Jacaré, Formação Serra da Saudade e Formação Três Marias.

Figura 2: Figura esquemática da Faixa Brasília com destaque para a área de estudo (Retirado de Pimentel *et al*, 2003)



2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente trabalho buscou utilizar ferramentas de geoprocessamento para o estudo de feições estruturais na região a noroeste de Unaí-MG, com o objetivo de obter os lineamentos desta área. As ferramentas utilizadas para conseguir tais resultados foram:

- Imagem OLI – A imagem utilizada foi adquirida pelo sensor OLI do satélite Landsat 8. Posteriormente foi realizada a fusão com a banda pancromática de resolução de 15 metros, e gerado uma composição colorida RGB 543 (Red:5 Green:4 e Blue:3), ressaltando o relevo, por fim foi realizado o recorte para a área em questão (Figura 3a). O dado processado apresenta resolução espacial de 15m, correspondente a cena 220/071, adquirida gratuitamente no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – <http://earthexplorer.usgs.gov>) e processada no software ENVI 5.1.
- Modelo Digital de Elevação (MDE) – Adquirido a partir dos dados do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizados gratuitamente no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – <http://earthexplorer.usgs.gov>), esse dado apresenta resolução espacial de 30 metros e correspondente a cena s17-w048. O processamento do dado SRTM foi realizado no software ENVI 5.1, a partir do qual foi gerado um MDE com filtro direcional de 45°, direção perpendicular as grandes estruturas da área em estudo (Figura 3b).
- Extração dos Lineamentos – Após o processamento dos dados SRTM e OLI, os produtos foram adicionados ao banco de dados SIG, no software ArcGIS 10.3, onde foi possível processar a extração de feições lineares de drenagem e relevo no formato shp.
- Análise dos Lineamentos – Foram calculados os comprimentos e azimutes de cada lineamento e posteriormente confeccionadas rosetas com as direções preferenciais, a partir das extensões *EasyCalculate* e *Polar Plots* para o software ArcGIS. Os histogramas de comprimento e direção dos lineamentos foram realizados no programa Microsoft Excel.

A síntese da metodologia se encontra na Figura 4.

Figura 13: (a) Composição colorida 543 do sensor OLI, Landsat-8 (b) Modelo Digital de Elevação (MDE), com filtro direcional de 45°, obtido através do SRTM.

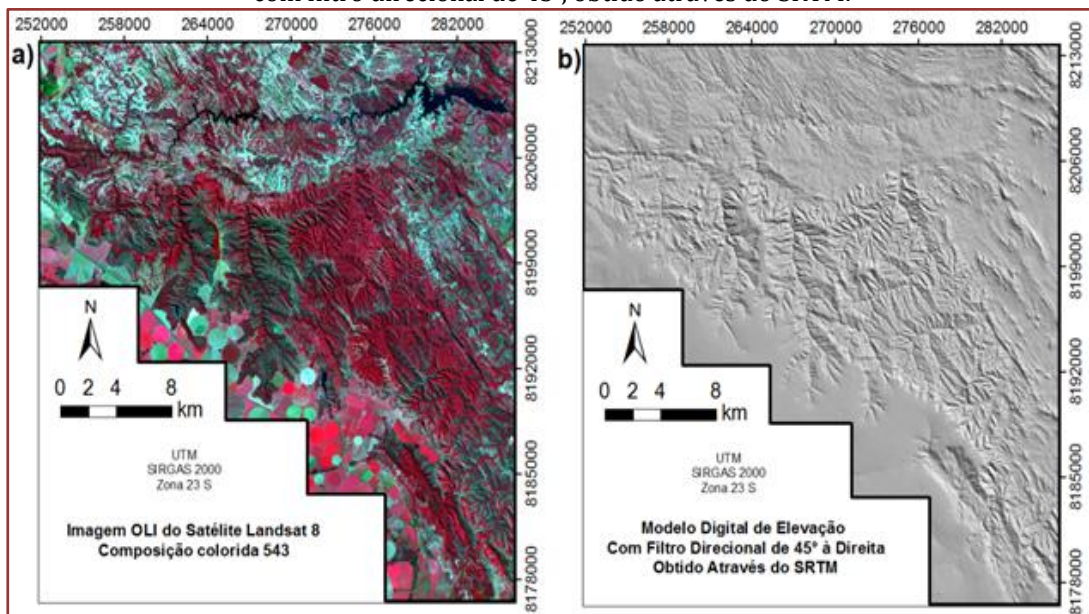
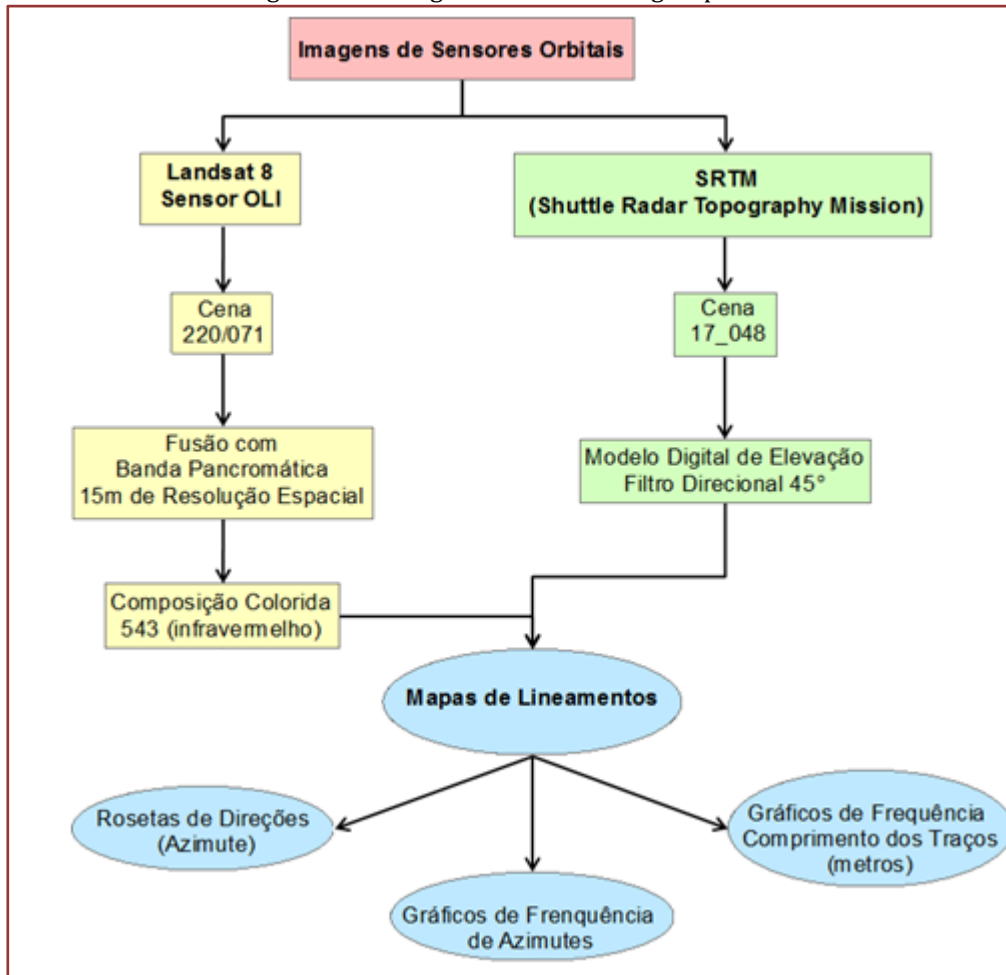


Figura 14: Fluxograma da metodologia aplicada.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na imagem OLI, os lineamentos foram extraídos na escala de 1:50.000 e marcam principalmente os traços de drenagem (Figura 5a) e as cristas de relevo (Figura 5b), as Figuras 5c e 5d, representam as rosetas de azimute dos traços de drenagem e dos traços de relevo respectivamente. As análises estatísticas foram feitas em função dos comprimentos e azimutes dos traçados, nas Figuras 5e e 5g os histogramas representam os lineamentos gerados a partir das drenagens, enquanto nas Figuras 5f e 5h indicam os histogramas gerados pelos traços de cristas de relevo.

A extração e análise dos traços pela imagem do MDE seguiu a mesma lógica utilizada na imagem OLI, onde inicialmente se extraiu os lineamentos de drenagem e relevo (Figura 6a e 6b), após a extração foram geradas as rosetas de azimute para cada categoria de lineamento (Figuras 6c e 6d). Os histogramas dos lineamentos de drenagem estão representados na Figura 6e e 6g e os histogramas dos lineamentos de relevo na Figura 6f e 6h.

As rosetas geradas tanto pelos lineamentos extraídos da imagem MDE, como para os lineamentos da imagem OLI apresentam uma direção preferencial NW-SE, onde nos traços de relevo essa direção fica clara e nos de drenagem fica mais difusa. Este padrão difuso das drenagens é devido ao comportamento distinto das drenagens em cada tipo litológico, podendo observar que na porção norte da área, onde afloram as rochas do Grupo Bambuí, as drenagens apresentam uma direção preferencial E-W e comprimentos maiores, enquanto na porção sul, onde aflora o Grupo Vazante, as drenagens não apresentam um padrão claro de direção e mostram comprimentos menores.

A direção clara dos lineamentos de relevo pode ser interpretada como sendo o resultado da colagem da Faixa Brasília sul, onde toda a parte meridional da faixa apresenta esse mesmo *trend* estrutural, com os lineamentos também fica claro observar que na porção norte da área apresenta uma feição de dobra.

Com o auxílio dos histogramas, fica evidente que os traçados de drenagem tanto extraídos da Imagem OLI, quando do MDE apresentam padrões semelhantes onde os azimutes não apresentam direção preferencial e a maioria apresenta comprimentos entre 1200 e 2000 metros. O mesmo ocorre para os lineamentos de relevo, onde para ambas as imagens os padrões são semelhantes, os azimutes tem uma preferência entre 100° e 160° e os comprimentos entre 400 a 1200 metros. Tal resultado era o esperado, pois mesmo que os lineamentos tenham sido extraídos de produtos diferentes, estes representam o imageamento de uma mesma área.

Figura 5: a) Lineamentos de drenagem extraídos com base na análise da imagem OLI b) Lineamentos de relevo extraídos com base na análise da imagem OLI. c) Roseta dos lineamentos de drenagem. d) Roseta dos lineamentos de relevo. e) Histograma de acordo com o comprimento dos lineamentos de drenagem. f) Histograma de acordo com o comprimento dos lineamentos de relevo. g) Histograma de acordo com os azimutes dos lineamentos de drenagem. h) Histograma de acordo com os azimutes dos lineamentos de drenagem.

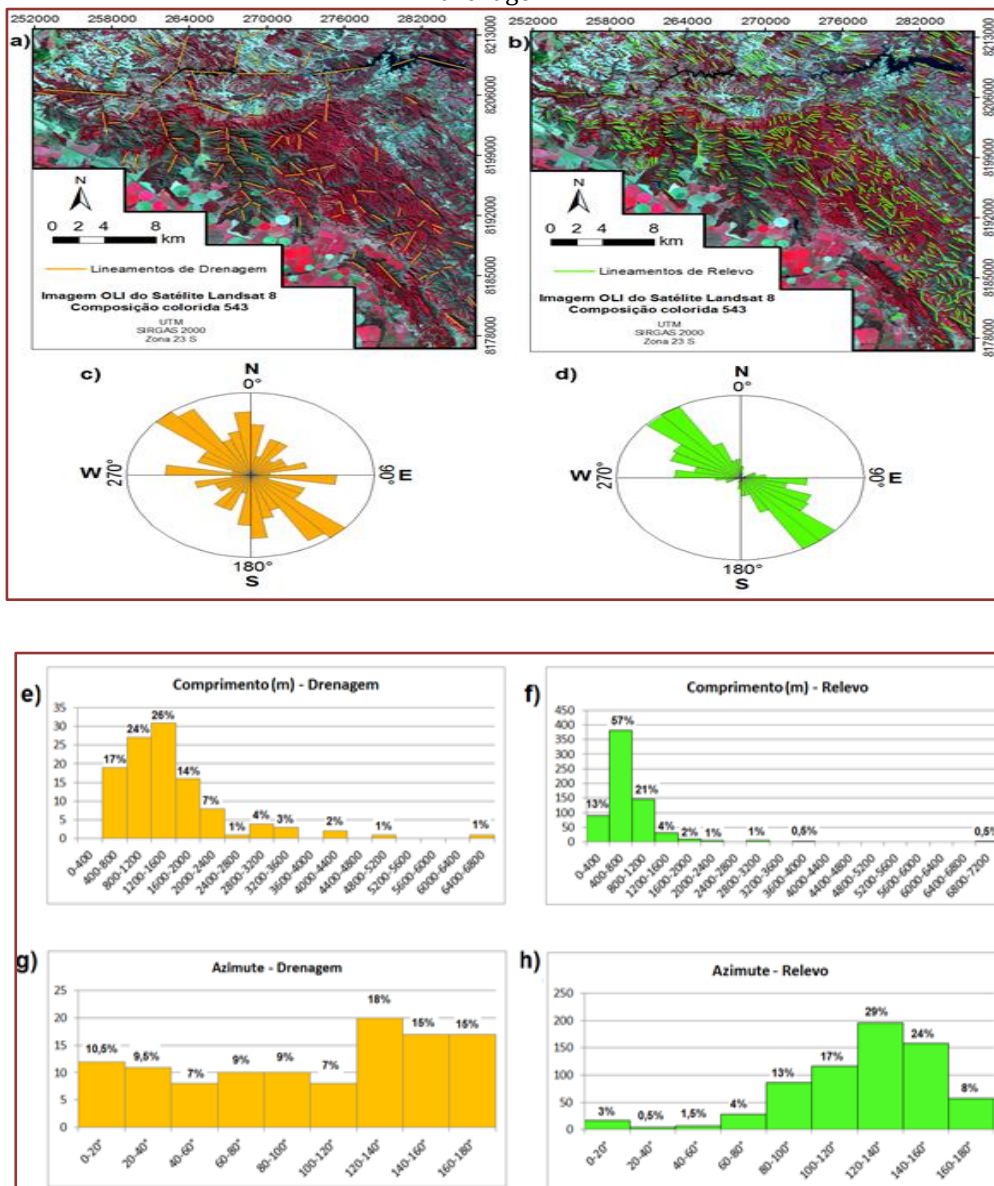
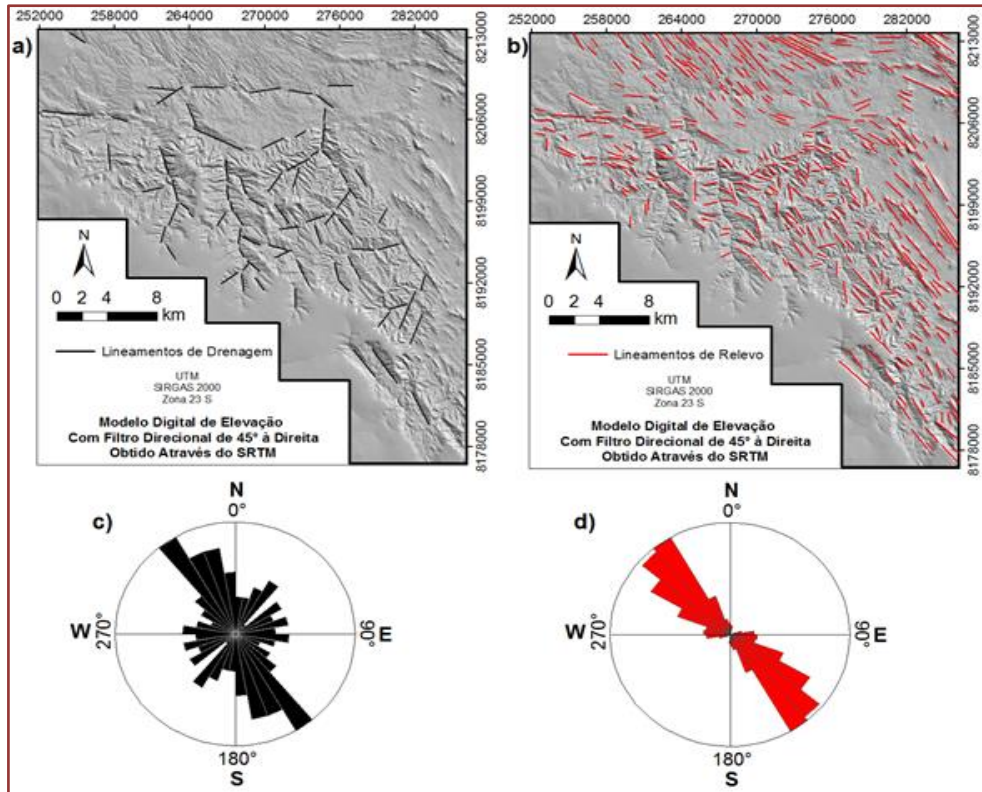
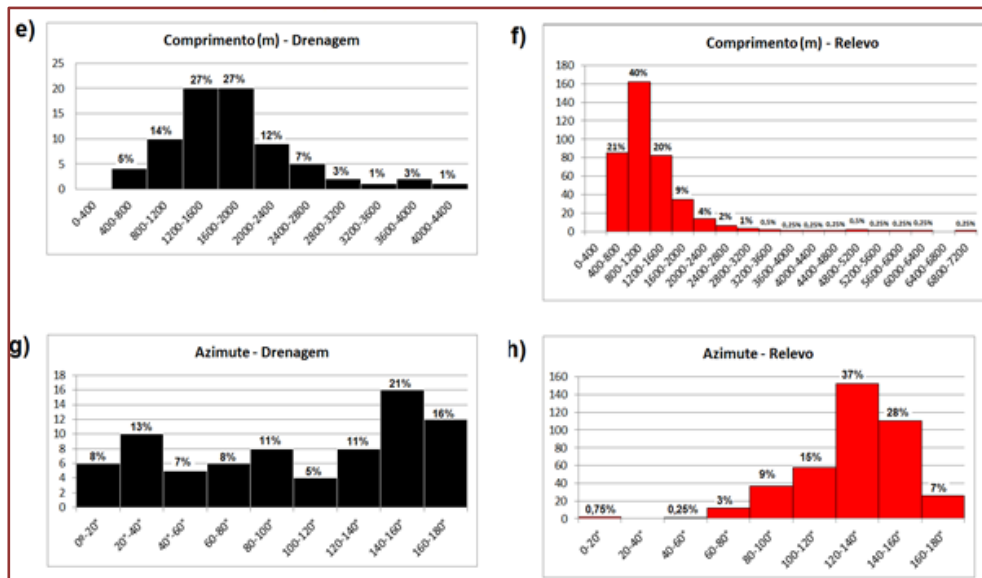


Figura 15: a) Lineamentos de drenagem extraídos com base no MDE. b) Lineamentos de relevo extraídos com base na análise do MDE. c) Roseta dos lineamentos de drenagem. d) Roseta dos lineamentos de relevo. e) Histograma de acordo com o comprimento dos lineamentos de drenagem. f) Histograma de acordo com o comprimento dos lineamentos de relevo. g) Histograma de acordo com os azimutes dos



lineamentos de drenagem. h) Histograma de acordo com os azimutes dos lineamentos de drenagem



4. CONCLUSÕES

A extração e análise de lineamentos a partir de imagens de sensores remotos, com a ajuda dos produtos geostatísticos, são de grande importância para o entendimento prévio da geologia estrutural de uma área, e se torna uma ferramenta útil para procedimentos futuros, como auxiliar as atividades de campo e construção do mapa geológico da área analisada.

Com os produtos desse trabalho foi possível concluir que os lineamentos de drenagem não apresentam uma direção preferencial, enquanto que os de relevo apresentam uma direção SE-NW bem evidente e a *trend* estrutural é observado em todo o setor meridional da Faixa Brasília, sendo assim congruente com a geologia regional.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília pelo apoio técnico e a CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Barbosa, O. 1955. Guia das Excursões do IX Congresso Brasileiro de Geologia. Notic. Soc. Bras. Geol., São Paulo, (3):3-5
- [2] Barbosa, O.; Braun, O.P.G.; Dyer, R.C.; Cunha, C.A.B.R. 1970. Geologia da Região do Triângulo Mineiro. DNPM/DFPM. 140p. (Boletim 136)
- [3] Dardenne M.A.; 2000. The Brasília Fold Belt. In: Cordani U.G.; Milani E.J.; Thomaz Filho A.; Dardenne M. A., Freitas-Silva F. H., Nogueira G. M. S., Souza J. F. C. 1997. Depósitos de fosfato de Rocinha e Lagamar, Minas Gerais. In: Schobbenhaus C., Queiroz E. T., Coelho, C. E. S., Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM/CPRM, v.IV C, p.113-122.
- [4] Freitas-Silva F. H. & Dardenne, M. A. 1994. Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. In: SIMP. Geol. Centro Oeste., 4. Brasília, 1991. Anais...Brasília, SBG-DF/CO, p.164-165.
- [5] Hanna, M.D.; Costa, M.M.D.; Almeida, T.; Dantas, E. L.; Matos D.R. 2015. Lineamentos estruturais da área de Vazante-Paracatu-MG. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil.
- [6] Ouattara T, Couture R, Bobrowsky PT & Moore A. 2004. Remote Sensing and Geosciences. Geological Survey of Canada, Open File 4542, 102 p.
- [7] Rimann, E.T. 1917. A kimberlita do Brasil. In: Anais da Escola de Minas, Ouro Preto (15): 27-32.
- [8] Pimentel M.M.; Dantas E.L.; Fuck R.A.; Armstrong R.A. 2003. Shrimp and conventional U-Pb age, Sm-Nd isotopic characteristics and tectonic significance of the K-rich Itapuranga suite in Goiás, Central Brazil. An. Acad.

Autores

ADRIANA BORTOLETTO

Possui Graduação em Licenciatura em Física (2005), Mestrado (2009) e Doutorado (2013) em Educação para Ciência - Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP)- Campus Bauru - SP. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Metodologia de Ensino de Ciências/Física e Formação Inicial e Continuada de Professores, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Argumentação, Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, Formação Inicial e Continuada de Professores de Física/Ciências.

ADRIANA CRISTINA DE FARIA

Graduanda em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso - campus Cuiabá - atua na área de Educação Ambiental e Bem-Estar Animal no CEMPAS/UFMT, foi bolsista de extensão e voluntária de projeto em Etologia e Bem-estar e Ecologia de Estradas. Apresentou diversos trabalhos em congressos na área de animais silvestres, além de co-fundadora em grupo de estudos em animais silvestres no curso de graduação (GEPAS). Ocupou-se no Centro Acadêmico e em monitoria voluntária em disciplinas de Estatística e Melhoramento Animal.

ADRIANO DOS SANTOS CUNHA

Mestre em Educação Matemática. Especialista em: Teoria e Prática do Ensino Superior, em Planejamento, Implementação e Gestão de cursos a Distância, cursando Especialização em Design Instrucional. Graduado em Ciências com habilitação plena em Matemática. Cursando graduação em Pedagogia. Membro do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem Anna Nery (UFRJ). Docente atuante na área de Matemática, Estatística, Projeto de Pesquisa, Trabalho de Conclusão de Curso e Metodologias. Atualmente Professor na Universidade Iguazu - UNIG, Professor na pós-graduação da Universidade Estácio de Sá - UNESA e Tutor on-line da Universidade Virtual do Estado de São Paulo - UNIVESP.

ADRIANO FRANCISCO SIQUEIRA

Possui graduação em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (1993), mestrado em Estatística pela Universidade de São Paulo (1998) e doutorado em Estatística pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é Professor Doutor MS3 da Universidade de São Paulo e professor Doutor da Escola de Engenharia de Lorena da USP. Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Probabilidade. Atuando principalmente nos seguintes temas: Probabilidade, Sistema de Partículas com infinitas partículas, Taxas de salto dependente dos vizinhos mais próximo, Sistemas Markovianos de Partículas.

ADRIELE SALATIER DAS NEVES

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso (2018). Autora do trabalho A Transciência na Educação Ambiental, tendo executado projetos como Monitora no Zoológico de MT (2017). Trabalhou também como Assistente de Campo e Fotografia no projeto Ecologia de Estradas (2017) e na empresa Bionorte também como Assistente de Campo em levantamentos de impacto ambiental. Seu último trabalho foi como Consultora de Meio Ambiente pela empresa EcoBio (2019).

ALBA SIMON

Professora visitante do Programa de Pós Graduação em Ecoturismo e Conservação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Finaliza em março de 2020. Fez pós-doutorado no Programa de Pós Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense - PPGSD - UFF onde coordenou o núcleo de Pesquisa: Dinâmicas sociais em áreas naturais protegidas. No âmbito do pós doutoramento foi coordenadora geral do Seminário Brasileiro sobre Áreas Naturais Protegidas e Inclusão Social e Encontro Latino Americano de Áreas Naturais Protegidas e Inclusão Social - SAPIS/ELAPIS. Foi Diretora de Conservação da Natureza do Instituto Estadual de Florestas - RJ e Superintendente de Biodiversidade e Florestas da Secretaria Estadual

do Ambiente - RJ. Coordenou o Projeto Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica dos municípios da região noroeste do Estado do Rio e Do projeto Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica dos municípios da região da Bacia Lagos-São João - RJ. Coordenou o Projeto de criação da Reserva Extrativista marinha de Itaipu e Piratininga - Niterói e o processo de recategorização da Reserva Biológica da Praia do Sul em Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, RJ. Coordenou o Programa de Apoio a Criação e Implementação de Unidades de Conservação Municipais - PROUC. É autora do Livro: O Destino das Espécies: como e porque estamos perdendo a Biodiversidade, Editora Garamond, 2011.

ALESSANDRA FEIJÓ MARCONDES

Possui graduação em Ciências Biológicas pela UFU-MG (Licenciatura e Bacharelado), Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela UNESP [Jaboticabal], doutorado em Agronomia (Horticultura) pela UNESP [Botucatu] e pós-doutorado pela UFU-MG. Atualmente é professor Associado nível IV da Universidade Federal de Goiás (UFG/FCT- Faculdade de Ciências e Tecnologia). Tem experiência na área de Botânica, atuando em etnobotânica, plantas medicinais, agricultura familiar, agroecologia, cerrado e cultura de tecidos vegetais.

ALESSÂNIA SILVA DE LUCENA CARNEIRO

Mestranda em Cartografia Social e Política da Amazonia (Ppgcspa -UEMA) início em Março de 2019. Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2009). Licenciada em Biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA Campus Monte Castelo (2018). Atuando como pesquisadora do Grupo de Informática Aplicada e Geoprocessamento (GIAGeo) do IFMA- Campus Monte Castelo. Afinidades com a área de Geoprocessamento, Educação e Antropologia.

ALEXANDRE ANDRE FEIL

Autor de inúmeras publicações científicas em renomados paper nacionais (Cadernos EBAPE.BR; Revista Ambiente & Água; Sustentabilidade em Debate), internacionais (Clean Technologies and Environmental Policy, Sustainability, Sustainable Production and Consumption) de capítulos de livros sobre a temática sustentabilidade. Doutor em Qualidade ambiental, atua como docente de programa de mestrado (Sistemas Ambientais Sustentáveis), especialização (Controladoria e Finanças) e graduação (Ciências contábeis e administração) na Universidade do Vale do Taquari - Univates, além disso, realiza palestras, consultorias técnicas em organizações, empresário e empreendedor.

ALEXANDRE FIGUEIREDO SANTOS

Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

ANDRÉ LUIS SILVA DOS SANTOS

Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2014). Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão. Atua como pesquisador em Geoprocessamento com ênfase em Sensoriamento Remoto, SIG, Banco de Dados Espaciais, Geodésia de Precisão e Monitoramento Costeiro e na área de Informática Aplicada. É líder do Grupo de Pesquisa em Geoprocessamento e Informática Aplicada (GIAGeo) do IFMA cadastrados no CNPq. Professor do mestrado em Geografia UFMA e atualmente é o diretor presidente da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA).

ANNA KATTARYNE CAVALCANTE DOS SANTOS

Engenheira Química (2019) na Universidade Católica de Pernambuco. Atua principalmente nos seguintes temas: água pluvial, potabilidade, qualidade, centro urbano e Recife. Vários trabalhos publicados na área de atuação Premiada em terceiro lugar na jornada de iniciação científica entre as engenharias financiamento pela FASA / UNICAP.

ANNYÊ LETICIA RIPARDO MELO

Graduada em Direito pela Faculdade Estácio de Castanhal PA. Ademais, possui Graduação em Comunicação Social com habilitação para Jornalismo pela Unirg, 2008.

ANTONIO JORGE BARBOSA DA SILVA

Mestre em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA; Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (PPG-BIONORTE) pela Universidade do Estado do Amazonas - UEA; Pós-Graduado em Direito Penal e Processual Penal pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM; Pós-Graduado em Segurança Pública e Inteligência Policial pela Universidade de Cuiabá - UNIC; Bacharel em Direito pelo Centro Universitário do Norte - UNINORTE; Graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade Salesiana Dom Bosco - FSDB; Ex-Diretor Geral do Complexo Penitenciário Anísio Jobim; Ex-Gerente de Administração e Finanças da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Manaus - SEMMAS; Ex-Diretor da Guarda Civil Metropolitana de Manaus.

ARMINDA SACONI MESSIAS

Possui Graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1983), em Licenciatura em Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1985); Especialização em Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Química Analítica pela Universidade Estadual de Avaré, São Paulo; Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1989); Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (1997). Pós-doutorado em Gestão Urbana pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2016). Professora titular e pesquisadora da Universidade Católica de Pernambuco UNICAP; ex - Coordenadora Geral de Pesquisa, Diretora de Centro de Ciências e Tecnologia-CCT.

BRUNA TAYNÁ PEREIRA CASTRO

Engenharia Ambiental, graduada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) / Campus VIII - Marabá/PA em 2019.

BRUNO CESAR PEREIRA COSTA

Graduado em Ciências Biológicas pela UnP, Natal - RN, Brasil. Possui Especialização em Gestão Ambiental Urbana pela UFRN, CCHLA - DG, Mestrado e Doutorando em Ciência e Engenharia do Petróleo (PPGCEP-CCET) pela UFRN, Natal - RN. Tendo publicações científicas e experiência profissional nas áreas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Gestão Ambiental Costeira e Licenciamento Ambiental.

CAMILA DUARTE SILVA

Graduada em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Volta Redonda - UniFoa (2015-2019). Trabalhei como estagiária e atualmente como Analista Ambiental na empresa Azevedo Soluções Ambientais LTDA (Barra Mansa/RJ). Tem experiência na área de Consultoria Ambiental.

CARLA FREITAS CERQUEIRA

Bacharel em Administração de Empresas com Ênfase em Análise de Sistemas – Faculdade Visconde de Cairu, MBA em Gestão de Condomínios – Faculdade Dois de Julho, funcionária da Rane Administração de Condomínios - LTDA.

CARLOS EDUARDO PEREIRA DOS SANTOS

Graduado em Medicina Veterinária pela UFMS; Especialização em Reprodução Animal pela UNOESTE; Mestre em Saúde Coletiva pela UFMT e Doutor em Clínica Médica Veterinária pela FCAV / UNESP -campus de Jaboticabal. Docente responsável pelas disciplinas de Clínica Médica e toxicologia da UFMT, atuando conjuntamente em projetos de pesquisa nas áreas de Epidemiologia / Clínica de Animais Domésticos e projetos de extensão focando Educação ambiental, Saúde Única e Conservação da Biodiversidade.

CARLOS MICHEL DOS ANJOS DOS SANTOS

Estudo de iniciação científica na produção de biodiesel com óleo vegetal de soja virgem e usado, executando as etapas de planejamento de cronograma e fabricação do biodiesel, análise das amostras e realização de testes em motores ciclo a diesel. Apresentação do trabalho de iniciação científica “Parâmetros da reação de transesterificação etílica-metílica com óleo de soja para produção de biodiesel” no evento 8ºSIGABI – Simpósio de gestão ambiental e biodiversidade UFF Três Rios. Apresentação do trabalho de iniciação científica “Analysis of vegetable oil biodiesel properties by rute etanol-methanol” no evento WEB 5.0 – Knowledge Hub in Environmental Management UFF Niterói.

CAROLINE BRASIL DE SOUZA

Engenharia Ambiental, graduada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) / Campus VIII – Marabá/PA em 2019. Áreas de interesse: Licenciamento ambiental, Planejamento e Gestão Ambiental, Recursos Hídricos, Geoprocessamento.

CÉSAR BIANCHI NETO

Geólogo da SABESP – formado 1983, pela UNESP – Rio Claro, Especializado em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública – USP, responsável pela elaboração de projetos e acompanhamento de um grande número de obras de perfuração e recuperação de poços; Cursos ministrados e Assessoria a Órgãos Estaduais e Prefeituras na área de poços, geologia e hidrogeologia.

CLÁUDIO CARNEIRO SANTANA JUNIOR

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (2017). Possui formação técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Atualmente cursa o Mestrado em Ciências do Ambiente (PPGCIAMB) pela Universidade Federal do Tocantins, atuando na área de Biorrefinaria, na busca de rotas alternativas, que possam viabilizar a produção de insumo químico orgânico, por meio de Biomassas residuais, contribuindo para a inovação tecnológica e, paralelamente, para a solução de problemas ambientais.

CLÉLIA NOBRE DE OLIVEIRA

Engenheira Sanitarista e Ambiental, Especialista em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria, Mestre em Engenharia Ambiental Urbana e Doutora em Geologia, com pesquisas em geologia ambiental, hidrogeologia e recursos hídricos, além de qualificação em Formação Pedagógica para Formadores de Educação Profissional. Atuação há 20 anos na área de meio ambiente, recursos hídricos e saneamento, mais especificamente em consultorias e desenvolvimento de projetos de pesquisas, docência e gestão acadêmica, o que permitiu conhecer

e aplicar ferramentas de gestão financeira, gestão da qualidade, controle de cronogramas e indicadores de gestão de negócios e educacional, realizando o devido acompanhamento das demandas do mercado. Exerceu a coordenação de cursos de pós-graduação, graduação, extensão e técnico. Competências adquiridas como docente e elaboração de materiais didáticos (livro e apostilas). Em curso de graduação ministra as disciplinas: Ciências Do Ambiente, Introdução à Engenharia Ambiental, Processos Biológicos, Recursos Hídricos, Saneamento, Tratamento da Água e Efluentes, Hidrologia, Hidráulica, Sistemas Urbanos de Água e Esgoto, Resíduos Sólidos, Gestão Ambiental, Projetos de Sistemas de Tratamento de Água e Efluentes, Estágio Supervisionado, TCC I, TCC II, Seminários Temáticos e Meio Ambiente e Desenvolvimento. Na pós-graduação ministrou: Metodologia da Pesquisa, Tecnologias e Soluções para Tratamento e Reuso de Água, Gestão de Recursos Hídricos, Tecnologias Limpas e Técnicas de Projeto I. Essa atuação docente envolve orientações e participação em Bancas de Defesa de TCC, além de atividades como pesquisadora voluntária no Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente (NEHMA), da UFBA.

CRISTHY WILLY DA SILVA ROMERO

Engenheiro Agrônomo - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS - Unidade Universitária de Cassilândia. Especialista (lato sensu) em Georreferenciamento de Imóveis Rurais - Fundação Educacional de Fernandópolis, FEF. Mestre em Agronomia, programa: Sistemas de Produção, UNESP - Ilha Solteira. Atualmente doutorando pelo programa da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI-UNICAMP), linha de pesquisa: Gestão de Sistemas na Agricultura e Desenvolvimento Rural. Experiência com utilização de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto aplicado ao Monitoramento de Bacias Hidrográficas, Identificação de ilhas de calor, Registro de imagens de alta resolução, análise espacial, topografia aplicada e georreferenciamento de áreas.

DAIANE FERNANDES PEREIRA

Possui graduação em Direito - Faculdades Integradas Vianna Junior (2009-2013). Mestre em Sustentabilidade em Recursos Hídricos - UNINCOR (2017- 2019). Especialista em Educação Ambiental - UFLA - Universidade Federal de Lavras (2015/2016). Especialista em Direito Ambiental e Urbanístico - PUC Minas (2016 - 2018). Foi assessora Jurídica da Agência Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande -ARPA Rio Grande (2016-2019). Foi professora do PRONATEC (campus Lavras -MG). Conselheira do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde - GD4. Professora do Direito na Escola (OAB-MG - projeto social). Professora de Direito Ambiental e de Direito Hídrico da UNINCOR - unidade Caxambu (2020).

DANIEL ROCHA PEREIRA

Mestre em Energia e Ambiente (UFMA, 2014), Engenheiro Ambiental (Universidade CEUMA,2010), Engenheiro de Segurança do Trabalho (UNESA, 2012), Especialista em Formas Alternativas de Energia (UFLA, 2012), Especialista em Análise de Riscos Ambientais (UFMA, 2014) e Especialista em Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos (UFPA, 2016). Pós- graduando em Geoprocessamento (IFMA) e graduando em Tecnologia em Alimentos (UEMA). Atualmente trabalha na Universidade Ceuma na função de Docente; Tutor EAD do curso Técnico em Segurança do Trabalho na UEMA; Consultor na Empresa COMSEGMA Treinamentos e Serviços LTDA, desenvolvendo atividades em gestão ambiental. Trabalhou na Faculdade FESCEMP, na função de Professor e Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e Administração; Atuou como Coordenador dos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Química e também como Professor e Pesquisador dos cursos de Engenharia Civil, Ambiental, Química, Elétrica, Mecânica, Produção e Controle e Automação na Faculdade Pitágoras São Luís/MA (KROTON). Atuou também como Engenheiro Ambiental nas Empresas Ductor Implantação de Projetos e Arcadis Logos (prestando serviço à Empresa Vale).

DÉBORA CÁSSIA DA SILVA

Formação em Técnico em Meio Ambiente, graduanda em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, ambas pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase. Experiência na área da Educação e Ambiental. Participante em projetos de Iniciação Científica do Centro Universitário Geraldo Di Biase, participação em projeto de iniciação a docência pela Capes, em escola pública pelo projeto PIBID.

DEISIANY PORTEGLIO MELO

Engenheira ambiental, graduada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) / Campus VIII – Marabá/PA em 2019. Áreas de interesse: Licenciamento ambiental, Gestão Ambiental, Recursos Hídricos, Gestão de resíduos sólidos e Recuperação de áreas degradadas.

DIÊNIFRA ALMEIDA DE OLIVEIRA

Engenheira Florestal formada no IFNMG, Campus Salinas.

DIRCILENE SOARES DA SILVEIRA

Possui graduação em Direito - Faculdades Santo Agostinho (2006). Possui pós-graduação em Direito Público pela AVM Faculdades Integradas, Brasília - DF. Atualmente é coordenadora regional do Instituto de Previdência dos Servidores do Estado de Minas Gerais. Tem experiência na área de Ciência Política, com ênfase em Instituições Governamentais Específicas. Mestranda em Sistema Ambientais Sustentáveis.

EDUARDA SOARES MENEZES

Engenheira Florestal formada no IFNMG, Campus Salinas. Doutoranda pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

EDUARDO SILVA RIES

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Bolsista no Laboratório de Meteorologia e Climatologia - LABMET vinculado a UFT, desenvolvendo pesquisas na área de climatologia e mudanças climáticas. Técnico em Mecatrônica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

ELISEMBERG TEIXEIRA OLIVEIRA

Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

EMELLY GONÇALVES DE SOUZA GOMES

Engenharia Ambiental, graduada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) / Campus VIII – Marabá/PA em 2019.

FERNANDA FERREIRA FLEMING

Engenheira ambiental, trabalha na área de consultoria ambiental com ênfase em licenciamentos e tratamentos de efluentes.

FERNANDO WILLI BASTOS FRANCO FILHO

Geólogo da SABESP – formado 1975, pela UNESP – Rio Claro, Especializado em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública – USP, responsável pela elaboração de projetos e acompanhamento de um grande número de obras de perfuração e recuperação de

poços; Cursos ministrados e Assessoria a Órgãos Estaduais e Prefeituras na área de poços, geologia e hidrogeologia.

FLORENÇA DAS GRAÇAS MOURA

Graduada em Geologia, especialista em Geoprocessamento Ambiental e mestre em Geologia Regional pela Universidade de Brasília (UnB). Técnica de assuntos educacionais na Universidade Federal de Goiás (UFG).

FLORENE BELATO TAVARES

Formada em Engenharia Ambiental - Universidade do Estado do Pará (UEPA 2014-2018). Atuou como voluntária nos projetos Ecotina (PROEX - UEPA) e Diagnóstico Ambiental da 23ª BIS e como bolsista do Programa de Auxílio Estudantil no ano de 2015-2016 (PROEX - UEPA) e também participou como voluntária no Projeto Tratamento de Esgoto para pequenas comunidades e proteção dos recursos hídricos, realizado pela UEPA e financiado pelo Banco da Amazônia, tendo estagiado no Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), lotada na Divisão de Sensoriamento Remoto (DIVSER) e durante o 1º semestre de 2019 foi bolsista DTI - C do CENSIPAM na Divisão de Proteção Ambiental (DIVPAM), possuindo experiência na área de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas.

FRANCISCO JÁCOME GURGEL JÚNIOR

professor titular do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA - Campus Três Poços) atuando no curso de Engenharia Ambiental e Engenharia Civil, professor do Centro Universitário Geraldo Di Biase/UGB (Campus Volta Redonda) vinculado ao curso de Ciências Biológicas e Geografia, professor licenciado do Centro Universitário de Barra Mansa (UBM- Campus Barra Mansa). É professor visitante do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental em nível de Mestrado do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO). Possui o título de mestre em Geografia (área de concentração: Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Doutor em Ciências Ambientais e Florestais pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Possui bacharelado em Direito e licenciatura em Estudos Sociais (Habilitação em Geografia) e os títulos de especialista em Planejamento Regional Urbano (UBM) e de Educação Fiscal e Desenvolvimento de Projetos (UCAM). Concluiu o Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais oferecido pelo Instituto de Biologia da UFRJ. É docente do curso de pós-graduação MBA em Gestão Ambiental e Sistemas Integrados de Meio Ambiente, Qualidade e Segurança do UniFOA. Atualmente orienta alunos de graduação e de pós-graduação e desenvolve pesquisas na área de Gestão Ambiental. Atua também como docente do curso pós-médio de Técnico em Meio Ambiente do Colégio Rondônia vinculado a Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em geomorfologia, erosão dos solos e reabilitação de áreas degradadas. Atua também na área de Direito Ambiental, Licenciamento Ambiental, Gestão Ambiental na esfera pública e Educação Ambiental. É conselheiro municipal de Meio Ambiente em Volta Redonda eleito para o biênio 2017/2018 conforme Decreto Municipal nº14.277/17 como representante titular do Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA.

GABRIEL SOARES SODRÉ

Graduando em Ciências Biológicas pela Faculdade Estácio de Castanhal PA, além disso, é colaborador voluntário do Laboratório de Biotecnologia e Medicina de Animais Silvestres na Amazônia (BIOMEDAM) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

GIANN BERNNI FURTADO BEANNI FARRINELLI

Formado em Engenharia Ambiental - Universidade do Estado do Pará (UEPA 2014-2018). Atuou como bolsista nos projetos: ECOTINA, Tratamento de Efluentes Domésticos - TED (PROEX - UEPA). Foi pesquisador no Diagnóstico Ambiental da 23ª Brigada de Infantaria de Selva e Estagiário voluntário na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Castanhal - PA, lotado na Divisão de

Licenciamento Ambiental e Estagiário e Trainee: EBATA - Produtos Florestais no período de 2017 a 2018. Também participou como voluntário no Projeto Tratamento de Esgoto para pequenas comunidades e proteção dos recursos hídricos, realizado pela UEPA e financiado pelo Banco da Amazônia.

GIRLENE FIGUEIREDO MACIEL

Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Mestre e graduado em meteorologia pela Universidad Federal da Paraíba-UFPB. Professor do curso de graduação em engenharia ambiental da Universidade Federal do Tocantins-UFT, recentemente membro do colegiado do mestrado profissionalizante em engenharia ambiental, campus de Palmas. Desenvolve pesquisa em clima e meio ambiente com aplicações em agrometeorologia, agroclimatologia, hidrometeorologia e no entendimentos dos processos hidrológicos em bacias hidrográficas.

GUILHERME NEIVA RODRIGUES OLIVEIRA

Graduado em Geologia, especialista em Geoprocessamento Ambiental e mestre em Hidrogeologia e Meio Ambiente pela Universidade de Brasília (UnB). Coordenador de Geoprocessamento e Meio Físico na Dossel Ambiental.

HÉLCIO JOSÉ IZÁRIO FILHO

Graduado em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (1985), mestrado em Engenharia de Materiais pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (1993) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é docente da Escola de Engenharia de Lorena - EEL/USP. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Instrumentação Analítica, especificamente em espectrometria de absorção e emissão atômica e espectrofotometria, atuando principalmente nos seguintes temas: caracterização inorgânica e tratabilidade em meio ambiente (caracterização analítica de resíduos sólidos e líquidos e Processos Oxidativos Avançados).

HÉLDER PEREIRA BORGES

Doutorado em Ciência da Computação (2013 - UFC). Pós-Doutorado (2013 - LNCC). Atualmente é professor Adjunto do Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Atuação na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas Distribuídos e de Alto Desempenho, atuando nos seguintes temas: computação em nuvem, sistemas de informação, geoinformação, algoritmos evolutivos e processamento digital de imagens.

HÉLIO DE ARAÚJO CARNEIRO

Possui graduação em Filosofia pela Faculdade Católica de Rondônia e em Serviço Social pela Universidade Norte do Paraná. Pós-Graduado em Lato Sensu em Gestão, Orientação e Supervisão Escolar - Pela Faculdade de Ciências Administrativas e Tecnologia. Aluno do Mestrado em Filosofia pela Universidade Federal de Rondônia. Atua como professor Ministrante no projeto Ensino Médio com Mediação Tecnológica (Núcleo de Mídias) em Rondônia.

HELIO RICARDO SILVA

Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista (1980), graduação em Administração pela Faculdade de Ciências Econômicas Contábeis e Administrativas Mackenzie (1983), mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1994) e doutorado em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista(1999). Atualmente é professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Geotecnologias, atuando principalmente nos seguintes temas:

sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto, bacia hidrográfica, recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento sustentável. Faz parte do Grupo de pesquisa Estudo das relações entre a cobertura vegetal e as características edáficas e biológicas do solo (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5377684123132509>)

HUGO LEONARDO XAVIER GOMES

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Castelo Branco (2017). Experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em Educação Ambiental, Etnobotânica e Agroecologia.

IGOR DIAS CASTRO

Graduando em Direito pela Faculdade Estácio de Castanhal PA.

IKARO TESSARO

Técnico de Segurança do Trabalho, Técnico de enfermagem e graduando de engenharia ambiental.

JAIRO MONTEIRO FILHO

Graduando em Direito pela Faculdade Estácio de Castanhal PA.

JOÃO HENRIQUE PINHEIRO DIAS

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (1982), mestrado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (1995) e doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2003). Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia e biologia de peixes em reservatórios, limnologia, restauração ecológica. Atualmente é pós-doutorando na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da UNESP.

JOSÉ MENDES DE CAMPOS NETO

Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

JOSÉ PAULO GODOI MARTINS NETTO

- Geólogo, 1988, com especialização em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas - FGV - SP, e Escola Superior de Baleares - Espanha;
- CEO da MAXIAGUA Soluções em Água;
- Presidente da ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas;
- Presidente da ALHSUD - Associação Latino Americana de Hidrologia para o Desenvolvimento - Capítulo Brasil;
- Consultor da ONU/UNESCO;
- Membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Brasil. Câmara Técnica de Águas Subterrâneas;
- Instrutor da ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental;
- Membro da Seção Brasil do Conselho Mundial da Água;
- Mais de 30 anos de experiência em Perfuração, Manutenção e Reabilitação de Poços, com acompanhamento de Perfurações no Petróleo até 3.243 m;
- Acompanhamento de Perfuração e análise de dados para Reabilitação de mais de 3.000 de poços;
- Acumula 25 anos de experiência no tratamento de Água e Efluentes;
- Trabalhos de implantação de coagulantes 100 % orgânicos em ETA'S DE decantação acelerada para Obras Civis em todo Brasil;
- Consultor para assuntos de água subterrânea e superficial em Grandes Obras de Hidroelétricas;
- Diversos Trabalhos Publicados no Brasil e Exterior em Congressos e revistas Científicas;
- Trabalhos na área de regeneração de leitos filtrantes em filtros abertos e pressurizados em

Estações de Tratamento de Água;

- Estudos e Trabalhos de eliminação e controle de espécies aquáticas invasoras “mexilhão dourado” em Usinas Hidroelétricas.

JOSÉ RICARDO DE SOUZA

Bacharel em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Mestre em Parasitologia Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Doutor em Biociências Nucleares pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atualmente é professor associado na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso onde leciona na graduação e pós-graduação em Medicina Veterinária, além de coordenar projeto de extensão em educação ambiental e enriquecimento ambiental no Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Silvestres e participar de projeto de pesquisa em ecologia de estradas.

JULIANA FREITAS GUEDES RÊGO

Doutora em Economia (UFBA), na área de desenvolvimento econômico, mestre em Engenharia Ambiental Urbana (UFBA), na área de riscos ambientais urbanos, bacharel em Ciências Econômicas (UFBA). Atua nas áreas de desenvolvimento econômico, sustentabilidade e riscos ambientais urbanos. Tem experiência no ensino superior presencial e a distância (ead) tanto em graduação quanto em pós-graduação lato sensu. Docente do Centro Universitário Jorge Amado, docente da disciplina Gestão Ambiental do MBA em Gestão de Condomínios da Faculdade 2 de Julho.

KARINA LIMA OLIVEIRA

Mestre em Economia (UFBA), na área de Desenvolvimento Econômicos - Economia Regional; Economia Agrícola e Agrária e dos Recursos Naturais e Doutoranda em Economia (UFBA), na mesma área. Bacharel em Ciências Econômicas (UFBA). Atua nas áreas de desenvolvimento econômico, gestão e orçamento. Tem experiência no ensino superior presencial e a distância (ead) tanto em graduação quanto em pós-graduação lato sensu. Docente do Centro Universitário Jorge Amado. Coordenadora de Curso (MBA em Controladoria e Finanças e MBA em Gestão de Condomínios) e docente na Graduação da Faculdade 2 de Julho.

KRISHNA GUIMARÃES DE CASTRO E SILVA

Possui graduação em Nutrição pelo Centro Universitário de Volta Redonda (2019) e graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1997). Atualmente é técnica processual - Procuradoria Geral do Estado do Rio de Janeiro.

LAÍS DA SILVA ALMEIDA

Nascida e criada no Açu e filha de pescadores artesanais, é graduanda em Ciências Sociais na Universidade Federal Fluminense; certificada pelo Instituto Federal Fluminense como Agente de desenvolvimento socioambiental e atuou no Projeto de Educação Pescarte como Educadora Socioambiental.

LAURÊNIO FERREIRA LOPES

Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal Fluminense.

LEANDRO COSTA FÁVARO

Mestre em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, com pós-graduação lato sensu em Educação Matemática, Psicopedagogia Institucional e Clínica, Gestão / Administração e Supervisão Escolar, e graduação em Matemática. Exerceu a Docência, Supervisão, Coordenação Pedagógica e gestão da educação básica, perpassando por todos os níveis de ensino, incluindo a Rede Pública e Privada.

Atualmente é coordenador pedagógico do ensino médio. Desenvolve pesquisas com foco nas seguintes temáticas: educação, visão holística, teoria da complexidade e sustentabilidade ambiental.

LEANDRO GONÇALVES AGUIAR

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Santa Cecília (2006), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (2009) e doutorado em engenharia química pela Universidade de São Paulo (2013). Tem experiência na área de Engenharia de reações de polimerização, com ênfase em modelagem matemática de reações envolvendo polímeros. Atualmente atua na área de catálise e reatores químicos da EEL / USP no desenvolvimento de catalisadores poliméricos para aplicação em reações orgânicas.

LETÍCIA RODRIGUES DA FONSECA

Graduada em Ciência da Computação e Administração. Especialista em Gestão de Tecnologias da Informação. Mestre e Doutora em Administração. Professora do Curso de Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos e do Curso de Mestrado Profissional Gestão, Planejamento e Ensino, ambos oferecidos pela Universidade Vale do Rio Verde (UninCor). Coordenadora Pedagógica dos Cursos Presenciais da UninCor. Áreas de Pesquisa: aprendizagem organizacional; gestão do conhecimento; melhoria do processo de software; gestão de projetos; gestão de tecnologias da informação; desenvolvimento sustentável; estratégias em organizações sustentáveis; práticas de ensino inovadoras.

LIZIANE MARQUES SERRA

Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Maranhão(2008). Atualmente é PROFESSOR da SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE PEDRO DO ROSÁRIO. Tem experiência na área de Ciências Ambientais.

LORRAINE FREITAS GONZAGA

Acadêmica de Engenharia Ambiental da Universidade CEUMA.

LUANA GOMES CARNEIRO

Professora Adjunta do ensino à distância no curso de Gestão Ambiental - Faculdade Unyleya; Membro do Núcleo Docente Estruturante do Curso de Gestão Ambiental - Unyleya; Professora Tutora na UCB (Universidade Castelo Branco) - Grupo de Investigação; Professor de Biologia da rede estadual do Rio de Janeiro. Pós-doutora no Programa de Engenharia Nuclear Básica do CNPQ, linha de pesquisa exposição ocupacional interna a radioisótopos - análise da qualidade do ar - Instituto de Radioproteção e Dosimetria(IRD/CNEN); Doutorado em Ciências - Engenharia Nuclear pela Coppe-UFRJ, área de concentração Física Nuclear, linha de pesquisa Meio ambiente.(2012); Mestrado em Radioproteção e Dosimetria pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, área de concentração Dosimetria Interna, linha de pesquisa Caracterização de Aerossóis.(2008); Cursando Especialização em Planejamento, Implementação e Gestão em EAD na UFF.; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Grande Rio (2004); Professora de Biologia na Educação Básica e em Curso Pré Enem. Atuação como bolsista de iniciação científica na FIOCRUZ no setor de bacteriologia e no setor de biologia com análises de água e fezes para bactérias e parasitas intestinais, trabalhou como técnica de nível superior da Comissão Nacional de Energia Nuclear (bolsista), possui experiência na área de Engenharia Nuclear, com ênfase em Aplicações Industriais de Radioisótopos, Radioatividade natural e poluição atmosférica, atuando principalmente nos seguintes temas: aerossóis, urânio, exposição ocupacional, radioproteção, radioquímica, pixe, análises de radônio indoor, incorporação de metais, impactador em cascata, contaminação por metais, bioaerossóis, poluição do ar.

MAGALE KARINE DIEL RAMBO

Possui graduação em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (2007), mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2009) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2013). Atualmente é pesquisadora de produtividade pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Professora do Curso de Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UFT.

MAGNUS DAGIOS

Possui graduação em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Maria (2003), mestrado em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007) e doutorado em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2013). Cursou pós-doutorado no Núcleo de Pesquisa em Relações Internacionais/NUPRI (2019) e é Professor Adjunto na UNIR/Universidade Federal de Rondônia. Experiência em Filosofia, focalizando nas áreas de Filosofia Política, Teoria Política Internacional, Democracia, Segurança Internacional. Atualmente desenvolve pesquisas com a relação entre a Democracia e a Segurança Internacional.

MARCELLA ESTANISLAU MARINHO

Graduada em Licenciatura em química na Universidade Católica de Pernambuco com experiência em controle químico de qualidade amálide química bacteriológica, atualmente é funcionária do Laboratório de Química da Universidade Católica de Pernambuco.

MARCO AURÉLIO KONDRACKI DE ALCÂNTARA

Cursou a Graduação em Engenharia Agrônoma na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1986). Possui Mestrado em Ciências do Solo também na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993), Doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Campinas (1999) e Pós-doutorado no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC-CPDSRA (2002). Áreas de atuação: Ciências Ambientais / Engenharia Agrícola e Agronomia, com ênfase em poluição do solo, impactos ambientais, movimentação e adsorção de contaminantes. Atua também na área de tratamento de resíduos. Atualmente é Docente da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo.

MARCOS VINÍCIUS MIRANDA AGUILAR

Engenheiro Florestal formado no IFNMG, Campus Salinas. Mestrando pela Universidade Federal de Santa Maria.

MARIA JOSÉ PAES DOS SANTOS

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1991), mestrado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1995) e doutorado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1999). Atualmente é professora 3º grau, classe 6, nível 001 do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Doenças Parasitárias de Animais, atuando principalmente nos seguintes temas: rio grande do norte, biologia, fannia pusio, flutuação populacional e calliphoridae.

MARÍLIA DUTRA MASSAD

Engenheira Agrônoma, doutoranda em Ciência Florestal (UFVJM) e professora do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (Campus Salinas).

MARINA BATISTA DE ARAÚJO

Possui graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação de Goiás e Bacharelado em Engenharia Civil pela Faculdade Objetivo. Tem experiência com a área de resíduos na construção civil e em grandes comércios com atuação em todo o país e com processos em órgãos ambientais. Atualmente é responsável pela área de gestão de resíduos de um shopping center em Goiânia.

MATEUS RODRIGUES BRITO

Mestrando em Ciências do Ambiente na Universidade Federal do Tocantins. Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Possui formação técnico em Gestão do Agronegócio na modalidade Integrado ao Ensino Médio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

MICHELE CRISTIANE DIEL RAMBO

Doutora em Educação Matemática pela Universidade Anhanguera de São Paulo, mestre em Modelagem Matemática pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e graduada em Matemática Licenciatura pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MONA IZI ARAUJO CUNHA

Possui graduação em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (2014) e graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Várzea Grande (2012). Pós Graduada em Gestão e Perícia Ambiental pela UFMT (2018). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geoprocessamento, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, georreferenciamento, ecologia da paisagem, uso do solo, geotecnologias, fragmentação e métricas da paisagem.

MÔNICA DA SILVA BARBOSA

Curso Técnico de Química Industrial (IFPE) -(2018). Graduada em Ciências Biológicas (UFPE)-(2013). Curso Técnico em Laboratório de Análises Clínicas – (EID) -(2006). funcionaria atual do Laboratório de química da Unicap (Universidade Católica de Pernambuco - Laboratório de Química Indústria de Alimentos SA / Bunge Alimentos (Moinho) Setor Controle de qualidade - Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste / Cetene Setor de Nanotecnologia Escola Estadual Maria Amália Professora (90 horas) – (2009).Escola Estadual Dom Vita – Recife Professora (90 horas) – (2011).

NEURIANE SILVA LIMA

Atualmente aluna de Iniciação Científica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Ceuma, possui curso Técnico em Meio Ambiente. Estagiária no Laboratório de Ciências do Ambiente - LACAM, laboratório do Mestrado em Meio Ambiente. Diretora Científica da Liga Acadêmica de Meio ambiente - LACMA, da Universidade Ceuma e Diretora Financeira da Empresa Junior GeoTen. Integra o grupo de pesquisas Química e Tecnologia Ambiental. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em análises de solo, análises de água, conservação de ecossistemas e compostagem.

NORKA DA SILVA ALBERNAZ MARCILIO

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Mato Grosso (1991) e mestrado em Nutrição de Monogastrico Peixe pela Universidade Federal de Lavras (2000).Doutoranda do Programa de Pós-Graduação do Curso em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso. Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá. Tem experiência na área de Zootecnia, com

ênfase em Nutrição e Alimentação Animal, atuando principalmente nos seguintes temas: peixe, processamento, digestibilidade, ração, resíduo, ração e processamento. Desde 2005 está atuando no Departamento da Área da Construção Civil na área de Geociências, com enfoque em Solos nos cursos de Agrimensura e Geoprocessamento.

OSMAN JOSÉ DE AGUIAR GERUDE NETO

Possui graduação em ZOOTECNIA pela Universidade Estadual do Maranhão (2012) e Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão (2015). Atualmente é professor, pesquisador da Universidade CEUMA. Atua na produção animal, preservação da fauna, criação de animais, gerenciamento, planejamento e administração de empreendimentos do agronegócio (fazendas, granjas, agroindústrias etc). Atua em todos os setores da produção animal desde a nutrição, melhoramento genético, reprodução, sanidade até administração rural, respeitando o bem-estar animal, considerando a sustentabilidade econômica e ambiental como prioridade. Desenvolve atividades que visam à preservação do meio ambiente por meio da defesa da fauna e orientação da criação das espécies de animais silvestres.

PATRÍCIA CAROLINE MOLGERO DA RÓS

Atualmente é docente na Universidade de São Paulo, na Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). Doutorado em Ciências na área de Biotecnologia Industrial pela Escola de Engenharia de Lorena da USP (2012), Mestrado em Engenharia Química pela Escola de Engenharia de Lorena da USP (2009) e Graduação em Farmácia pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (2006). Tem experiência na área de desenvolvimento de processos bioquímicos, atuando principalmente nos seguintes temas: lipase, imobilização de enzimas, transesterificação enzimática, hidrólise enzimática, processos enzimáticos assistidos por micro-ondas e produção de biocombustíveis, com ênfase na síntese de biodiesel empregando matérias-primas lipídicas de terceira geração: microorganismos oleaginosos.

PATRÍCIA MOTA RAUSCH

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (1998) e mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (2003). Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), atuando na área da Agrimensura e Geoprocessamento (2002-atualmente). Atualmente está como Coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento do Campus Cuiabá/IFMT.

PAULA BEATRIZ PEREIRA DE OLIVEIRA

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2018). Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Geoprocessamento, atuando principalmente nos seguintes temas: área de preservação permanente, análise espacial, cursos d'água e ações pedagógicas. Durante a graduação desenvolveu projetos de extensão na área de educação em parceria com a escola técnica Centro Paula Souza/Etec de Ilha Solteira.

PEDRO SATURNO BRAGA

Técnico em Meio Ambiente, Engenheiro Ambiental e iniciarei mestrado em março de 2020 na Pós Graduação em Tecnologia Ambiental (PGTA) de Volta Redonda.

POLYANA MORAIS DE MELO

Atualmente é mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando na linha de pesquisa de Biotecnologia aplicado a Indústria de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Instituição Galileo (2016) e graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Maranhão (2016).

RAISA DOS SANTOS DE SOUZA

Graduanda do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Atualmente estagia no laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres (LABART), se dedicando a estudos com o grupo Myriapoda (Chilopoda).

REBECA RODRIGUES CRESPO TEIXEIRA

Engenheira Ambiental, graduada pela Universidade do Estado do Pará. Atualmente é mestranda em Ciências Ambientais, especialidade Ecossistemas e Biodiversidade, pela Universidade de Hohenheim (Alemanha) e Universidade de Copenhague (Dinamarca). Trabalha na área de biologia ambiental e ecologia, possuindo experiência com acervos de herbários, tipos nomenclaturais, informatização de exsicatas e coletas botânicas.

RENATA ALVES DE BRITO

Formada em Engenharia Industrial Química pela Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP (2011). Mestre em Engenharia Química na Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP (2013). Atualmente é Analista Química da Aligra Ind. e Com. de Argila Ltda.

ROBERTA ARAÚJO E SILVA

Meteorologista do Laboratório de Meteorologia e Climatologia - LABMET do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins. Graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Pará, Mestrado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande, e Doutorado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Climatologia, Clima Urbano, Agrometeorologia, Modelagem Agrometeorológica, Mudanças Climáticas, Pegada Hídrica, Recursos Hídricos, e Micrometeorologia.

ROBERTO GUIÃO DE SOUZA LIMA JUNIOR

Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1997) UFRRJ, área de concentração - Ecologia. Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais pela UFRRJ (2001), área de concentração - Conservação da Natureza. Doutorado em Engenharia Civil pela COPPE / UFRJ (2015), área de concentração - Meio Ambiente / Gestão de resíduos sólidos.

RODRIGO LUCIANO MACEDO MACHADO

Bacharel em Administração de Empresas (2016); Graduando e mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

ROGÉRIO ANTÔNIO DOS SANTOS

Formação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Goiás (UFG - 2002), com Pós-Graduação em Gestão Empresarial (MBA -UFRJ- 2007) e cursando Gerenciamento de Projetos (MBA-IPOG). Experiência em Gerenciamento de Equipes Técnicas, Liderança de Equipe de Desenvolvimento de Resíduos, Gerenciamento de obras verticais residenciais e comerciais. Atualmente atua como Coordenador de Engenharia do Flamboyant Shopping Center. Possui competências em Gestão para obtenção de resultados significativos, Planejamento e desenvolvimento de atividades, clareza na organização de tarefas. Vencedor do Prêmio Melhores Práticas da empresa GAFISA S/A (Dezembro 2008), Vencedor do Prêmio Projeta do Flamboyant Shopping Center (Junho 2019)

RÔMULO JORDÃO NEVES AROUCHA

Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Maranhão (2019), graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2012), especialização em Gestão Interdisciplinar do Meio Ambiente e Educação Ambiental pelo Instituto de Ensino Superior Franciscano (2017), especialização em Docência do Ensino Superior pelo Instituto de Ensino Superior Franciscano (2016), técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de São Luís do Maranhão (1998). Tem experiência na área de Zootecnia.

SANDRA HELENA RAMIRO CORRÊA

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Paraná. Mestrado e Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses pela Universidade de São Paulo (USP). Atuou como médica veterinária da Fundação Parque Zoológico de São Paulo, na Divisão de Veterinária principalmente na área de medicina veterinária preventiva, clínica e cirurgia de animais selvagens. Professora Adjunto I da disciplina de clínica de animais silvestres e de zoológico do curso de medicina veterinária da Universidade Federal do Mato Grosso. Atua como Responsável Técnica do Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres/FAVET/UFMT.

SARA DE JESUS COSTA SOARES

Engenheira Ambiental formada pela Universidade Ceuma, atualmente é Técnica em Meio Ambiente da Eneva S.A. Tem experiência na área de Ciências Ambientais.

SÉRGIO AUGUSTO DE MORAIS NASCIMENTO

Possui graduação em geologia pela Universidade Federal da Bahia (1969), mestrado em Geociências - opção em geoquímica de exploração mineral pela Universidade Federal da Bahia (1981) e doutorado em Geologia também pela Universidade Federal da Bahia (2008). Atualmente é professor Titular aposentado atuando no curso de pós-graduação em geologia da UFBA. Foi Coordenador do Núcleo de Estudos Hidrogeológico e do Meio Ambiente (NEHMA) no período de 2010 a 2014. Tem experiência na área de Qualidade e gestão da águas superficiais e subterrânea, hidrogeologia, hidroquímica e qualidade da água subterrânea, hidroquímica de isótopos, contaminação de aquíferos e geoquímica de exploração mineral.

SERGIO CARVALHO DE PAIVA

Doutor em engenharia civil na área de geotecnia em 2011 na Universidade Federal de Pernambuco, mestre em engenharia civil na Universidade Católica de Pernambuco na área de solos (saibro), possui graduação Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1985) em Licenciatura Em Química (1987) Especialização em biotecnologia ambiental, tratamento de resíduos industriais em 2000, é químico do laboratório de análises química da Universidade Católica de Pernambuco desde 1985, professor adjunto 2 da Universidade Católica de Pernambuco desde 1987. Tem experiência na área de Engenharia Química, Engenharia Ambiental, qualidade de água e solos com ênfase em Engenharia Química,

THAYS DA SILVA FOLLY

Estudo de iniciação científica na produção de biodiesel com óleo vegetal de soja virgem e usado, executando as etapas de planejamento de cronograma e fabricação do biodiesel, análise das amostras e realização de testes em motores ciclo a diesel.

TIAGO REIS DUTRA

Engenheiro Florestal, doutorando em Ciência Florestal (UFVJM) e professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (Campus Salinas).

TÚLIO CEZAR DE AGUIAR OLIVEIRA

Técnico em Meio Ambiente, e cursando Engenharia Ambiental com ênfase em Engenharia Sanitária.

VÂNIA PALMEIRAS CAMPOS

Química pela Universidade Federal da Bahia-UFBA (1971), mestrado em Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1974) e doutorado em Química pela UFBA (1995). Professora Titular do Instituto de Química da UFBA; docente de Programas de Pós-Graduação. Revisora de Periódicos Científicos nacionais e estrangeiros, como: Química Nova, Journal of the Brazilian Chemical Society, Microchemical Journal, Environmental Science & Technology, entre outros. Pesquisadora do Grupo de Recursos Hídricos, da UFBA e integrante da Rede de Análises para a Qualidade Ambiental na América Latina (RACAL). Chefiou o Departamento de Química Analítica do IQ/UFBA de 2007 a 2011. É Membro Titular da Academia de Ciências da Bahia, desde junho de 2019.

VENERANDO EUSTÁQUIO AMARO

Doutor em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) pela Universidade de São Paulo e Université Claude-Bernard de Lyon, França (1998). Atualmente é Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. É pesquisador sênior em Geociências, com ênfase em Geotecnologias Aplicadas, Análise de Riscos e Monitoramento Ambiental de Áreas Costeiras e Estuarinas.

VICTOR LOPES MOTA

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (2019), pós-graduando em Perícia e Auditoria Ambiental pela Centro Universitário de Maringá (2020), e pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal do Tocantins (2022), atualmente trabalhando na área socioambiental desenvolvendo soluções sustentáveis assessorando frigoríficos.

WILLIAM CORREA

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Paraíba (2008) e Técnico Mecânico pelo SENAI Felix Guisard (2002). Atualmente é Coordenador do Curso de Engenharia Civil em Paracatu (08/2014-atual) e Patos de Minas (02/2016-atual) e professor ministrando as disciplinas de Estrutura de Concreto, Madeira e Metálica, Pavimentação, Estradas e Custo e Planejamento de Obras da Faculdade do Noroeste de Minas e Engenheiro Civil autônomo e também hoje ocupa o cargo de Coordenador Regional do DEER- Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais além de ser Conselheiro do Copam- Conselho Estadual de Política Ambiental. Tem experiência na área de projetos estruturais, prevenção e combate a incêndio e construções industriais. Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis pela Univates, Lajeado (RS).

WILSON MADEIRA FILHO

Professor titular da Faculdade de Direito da Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua nas áreas de Teoria do Direito e de Conflitos Socioambientais. Possui vasta produção acadêmica na forma de mais de uma centena de artigos e capítulos de livros. Foi por três mandatos coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da UFF entre 2004 e 2016, foi diretor da Faculdade de Direito da UFF entre 2016 e 2020 e Presidente da Associação Nacional Interdisciplinar de Pesquisa e Pós-Graduação entre 2012 e 2017. É coordenador do Laboratório de Justiça Ambiental com várias atuações no Norte do país, em especial nos Estados do Pará e Rondônia.

ZORAIA DA SILVA ASSUNÇÃO

Doutora em Educação (UFRN) com a tese "Metrópole Digital: o jovem aprendiz na educação tecnológica". Graduada em Engenharia (UFBA). Engenheira da Embasa - Salvador BA. Graduada em Pedagogia (UNP). Mestre em Educação (UFRN) com a dissertação de mestrado A Internet como tecnointeração da aprendizagem. Especialista em Aprendizagem Cooperativa (UCB), Especialista em Docência do Ensino Superior (UNIPED) , Especialista em Informática (UEPB), Especialista em Currículo: Teoria e Prática (PUC-RIO), Analista de Sistema(UFBA).

ISBN: 978-65-86127-36-2

CRJ



9 786586 127362