

MEIO AMBIENTE E SEUS DESAFIOS

Estudos Contemporâneos

ORGANIZADORA
LÉIA MARIA ERLICH RUWER

1
Volume




Editora Poisson

1ª Edição
2020

Léia Maria Erlich Ruwer
(Organizadora)

Meio ambiente e seus desafios:
Estudos Contemporâneos
Volume 1

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2020

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. 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 e seus desafios: Estudos
Contemporâneos - Volume 1/Organização:
Léia Maria Erlich Ruwer - Belo Horizonte
- MG: Poisson, 2020**

Formato: PDF

ISBN: 978-65-86127-93-5

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Meio ambiente 2. Sustentabilidade.

I. RUWER, Léia Maria Erlich

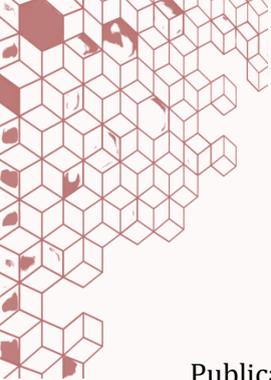
CDD-333.72

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896

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

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br



Prefácio

Publicado em meio à um cenário em que, infelizmente, o desprezo pelas questões ambientais ainda é considerado uma “aposta” por muitos; os textos aqui reunidos expressam a preocupação de todos os pesquisadores/autores envolvidos com a problemática ambiental, sob perspectivas diversas. Essas perspectivas se justificam, uma vez que as questões ambientais vem sendo marcadas por concepções distintas a respeito de suas causas, efeitos e agenda para o seu enfrentamento.

A elaboração desta obra teve como ponto de partida o quadro de agravamento das questões relacionadas ao meio ambiente, e a crescente sensação de insolubilidade dos impactos e destruição que ameaçam o futuro da humanidade e do próprio planeta. Assim, entende-se por necessário, neste espaço, confrontar e questionar o atual modelo de desenvolvimento e consumo contemporâneo, que continuam a comprometer o meio ambiente.

A partir disso, a reunião dos textos foi proposital, trazendo pesquisadores de diversas áreas, que co-criaram a presente obra, de forma multidisciplinar, buscando promover uma reflexão e debate acerca de diferentes contextos que envolvem processos e aspectos ambientais, considerando os desafios que se apresentam, e a perspectiva da proposta de ações que proporcionem dinamizar e promover o acesso à consciência ambiental dos cidadãos e instituições, por meio do processo de comunicação e informação – objetivando principalmente a reflexão para ação social em direção a construção e um futuro sustentável desejado.

Assim, inicialmente, no Capítulo 1 - As Cidades e o Desafio Ambiental - buscou-se abordar o desafio de gerar práticas sustentáveis no cenário urbano, onde agravam-se, a cada dia e a passos agigantados os problemas ambientais, cada vez mais conhecidos devido ao amplo impacto de suas consequências, como o aumento das enchentes, dificuldades na gestão de resíduos ou impactos cada vez mais profundos da poluição na saúde da população, entre outros.

Na sequência, no Capítulo 2 - As Atividades Empresariais e o Desafio Ambiental – buscou-se proporcionar uma contribuição para a compreensão dos desafios e realidade vivenciada no cenário empresarial, trazendo experiências das evoluções das estratégias e internalização das questões ambientais pelas empresas.

Por fim, o Capítulo 3 – Intervenções, Propostas e Ferramentas frente o Desafio Ambiental – encerra as seções do livro, compreendendo as estratégias, instrumentos e ações ambientais pró-ativas realizadas ou propostas para apoiar ou aprimorar as relações entre o homem e a natureza.

Por fim, cabe destacar que o tema deste livro se encontra em permanente construção e evolução e, portanto, não se pretende analisar a sua totalidade, nem a discussão exaustiva dos modelos, práticas e propostas, uma vez que está em curso um considerável número de experimentos, o que torna frágil à busca de padrões ou modelos demarcatórios.

Vamos juntos? Boa leitura! Boas discussões!

Léia Maria Erlich Ruwer

Sumário

UNIDADE I

As cidades e o desafio ambiental

Capítulo 1: O processo de crescimento urbano e os impactos nas Bacias Hidrográficas do Município de Manaus entre 1860 - 1990 10

Ana Mara Cruz Lachi, Michael Guimarães de Souza, Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.01

Capítulo 2: Poluição Sonora: Estudo do ruído em feiras livres de Itacoatiara-AM..... 16

Mayane Conceição Pena de Oliveira, Fabrícia Maciel Cunha, Alexandre Melo Pereira, Arleson de Araújo Lima, Gabriel dos Anjos Guimarães, Gleica Soyan Barbosa Alves

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.02

Capítulo 3: Aviso antipolvente em transporte público coletivo no município de Cuiabá-MT 21

Guilherme Oiamaré Ramires, Leticia Miranda de Souza, Clarissa Moesch Welter, Rochelle Serafim de Andrade

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.03

Capítulo 4: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no estudo da aborização urbana de Manaus-AM/Brasil 24

Michael Guimarães de Souza, Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.04

Capítulo 5: Caracterização do solo do Parque Marinha do Brasil em Porto Alegre/RS: Um estudo realizado através do Projeto Integrador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFRS - Campus Porto Alegre 30

Gyselle Alves Antunes, Rosangela Leal Bjerck, Telmo Francisco Manfron Ojeda

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.05

Capítulo 6: Avaliação da qualidade das águas subterrâneas no Município de Parauapebas (Estado do Pará) usando ferramentas quimiométricas 37

Henrique Sousa Chave, Denilton Galvão de Moraes, Heronides Adonias Dantas Filho, Kelly das Graças Fernandes Dantas, Antônio Thiago Madeira Beirão, Katiane Pereira da Silva, José Nilton da Silva, Vicente Filho Alves Silva, Priscilla Andrade Silva, Fabio Israel Martins Carvalho

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.06

Capítulo 7: Qualidade hídrica do Rio Jardim, no Distrito Federal, Brasil..... 49

Lucas Duarte Oliveira, Wellmo dos Santos Alves, Maria Antonia Balbino Pereira

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.07

Capítulo 8: Análise da presença de coliformes fecais na praia dos Amores, Barra da Tijuca-RJ..... 53

Maira Rodrigues Lima, Julia Cristina da Silva, Beatriz de França Roque, Luciana Batista Sabbatini, Ana Claudia Pimentel de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.08

UNIDADE II

As atividades empresariais e o desafio ambiental

Capítulo 9: Novas tecnologias e educação ambiental ao público externo: Análise dos cinco maiores bancos Brasileiros 58

Silvana de Souza Moraes, Gerson Luiz de Moraes, Rosane Aparecida Gomes Battistelle

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.09

Capítulo 10: Aplicabilidade do Google Earth Pro para a Análise de Áreas de Influências (AID e AII) de pequenas centrais hidroelétricas 65

Eduardo Vinícius Rocha Pires, Patricia Helena Mirandola Garcia, Renan de Almeida Silva

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.10

Capítulo 11: Comparação das normas utilizadas para avaliação do ruído ferroviário no Brasil..... 71

Thiago Antonio Fiorentin, Yesid Ernesto Asaff Mendoza, Laura Dacoreggio Volpato Braz, Amanda Conratt, Giovana Gorniack da Silva, Iara Cosmo da Rocha

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.11

Capítulo 12: Toxicidade aguda de efluente simulado de refinaria antes e após tratamento por ozonização catalítica utilizando óxido de ferro proveniente da drenagem ácida de mina dopado com cobre 76

Gidiane Scaratti, Thalita Grando Rauen, Alessandra Hoerning, Regina de Fátima Peralta Muniz Moreira

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.12

UNIDADE III

Intervenções, Propostas e Ferramentas frente ao desafio ambiental

Capítulo 13: Estudo da percepção de impactos ambientais na Comunidade Quilombola do Cuxiú, Bonito, Pará, Brasil..... 85

Nazareno de Jesus Gomes de Lima, Fernanda Campos de Araújo, Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.13

Capítulo 14: Proposta de um Plano de Recuperação de área degradada para uma área de manguezal de Aracaju-SE 90

Allana Karla Costa Alves, Fabrícia Vieira, Vanessa Guirra Almeida, Lucivaldo de Jesus Teixeira, Inaura Carolina Carneiro da Rocha

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.14

Capítulo 15: Realização de minicursos sobre Tecnologia Micorrízica como oportunidade rápida de prospecção e aplicação de conhecimento em biotecnologia para a agroecologia 96

Maíra Cristina Marcolino, Márcia Marília de Souza Silva, Thainara Kauanne Pacheco Almeida, João Cleme Ananias de Sousa Junior, Victoria Galdino Ramos, Karinne de Albuquerque Campos do Prado, Cauê Barbosa Coelho, Maryluce Albuquerque da Silva Campos, Regina Lúcia Félix de Aguiar Lima

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.15

Capítulo 16: Avaliação do ciclo de vida da produção de ésteres etílicos utilizando mix algal com predominância da alga *Chlorella* sp. em escala laboratorial..... 102

Amélia Macedo Ramalho, Marcelo Real Prado

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.16

Capítulo 17: Quintal produtivo: Perspectiva de produção integrada, segurança alimentar e geração de renda para reassentados do Projeto de Integração Rio São Francisco (PISF), VPR Retiro 113

Karla Raquel Souza Amariz, Daniel Carvalho Leite, Andréa Araújo de Aquino, Leonardo Souza Cavalcanti, Filipe Maia Torres Nery, Adriano José da Silva, Andreza Carla Lopes André

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.17

Capítulo 18: A coleta seletiva solidária: Planejamento, execução e monitoramento em uma Instituição de Ensino Público Federal 117

Letícia Lacerda Freire, Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira, Cícera Robstânia Laranjeira dos Passos

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.18

Capítulo 19: Implantação de Distrito de Medição e Controle como ferramenta de equalização de pressões e combate as perdas na rede de distribuição no município de Tianguá-CE..... 127

Francisco Edirlan de Sousa Freitas

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.19

Capítulo 20: Identificação de terras para uso agrícola com auxílio de ferramentas de sensoriamento remoto 132

Ana Clara de Barros, Amanda Aparecida de Lima, Zacarias Xavier de Barros

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.20

Capítulo 21: Uso de *Tillandsia usneoides* como biomonitor na avaliação da qualidade do ar em três bairros do município de Paracambi/RJ..... 141

Michele Cagnin Vicente, Daniel Vazquez Figueiredo, Nilson Nunes Tavares, Marcelo Marcio Silva de Souza

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.21

Capítulo 22: A obrigação do Estado na promoção do bem comum por meio de políticas tributárias de incentivo à preservação do meio ambiente 153

Marcio Viana de Souza, Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.22

Capítulo 23: A aplicação do instrumento de outorga no Estado de Pernambuco e no Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional 161

Karina Waleska Lopes Rossiter, Irís Eucarís de Vasconcelos, Silvana Carvalho de Souza Calado

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.23

Capítulo 24: Balateiros do Paru: Trabalho, conhecimentos tradicionais e memória como experiência social..... 168

Marcelo Araújo da Silva, Anderson José Silva de Lima

DOI: 10.36229/978-65-86127-93-5.CAP.24

Autores:..... 176



UNIDADE I

As cidades e o desafio ambiental

Capítulo 1

O processo de crescimento urbano e os impactos nas Bacias Hidrográficas do Município de Manaus entre 1860 - 1990

Ana Mara Cruz Lachi

Michael Guimarães de Souza

Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

Resumo: A proposta de política territorial estabelecida para a cidade de Manaus alterou a concepção de espaço urbano e a relação com a rede hidrográfica local, ao priorizar o aterro dos rios para a criação de novas ruas, praças e jardins. Sendo assim, as mudanças na paisagem dos rios, sob um contexto histórico de interesses político-econômicos voltados à produção do espaço urbano, são analisadas neste estudo. A metodologia foi executada por meio da obtenção de dados e informações seguindo a revisão teórica conceitual sobre o tema. Em seguida, realizaram-se as inspeções de campo e registro fotográfico e análises da atual situação dos rios urbanos. Os resultados indicaram que o reflexo de tais mudanças se associa à deflagração de impactos, mediante a falta de planejamento territorial para o uso e ocupação do solo, além da ausência de políticas públicas efetivas para a gestão dos recursos hídricos. Estes aspectos contribuíram para a centralização das atividades econômicas e concentração populacional às margens dos rios, modificando em grande parte as condições naturais de drenagem.

Palavras chave: Bacias hidrográficas. Manaus. Políticas públicas.

1. INTRODUÇÃO

O estudo sobre o processo político territorial que direcionou o crescimento urbano da cidade de Manaus, remete à análise das fases de um contexto histórico, no qual os modos de conceber a formação de um território político administrativo, são marcados pelos programas de exclusão da rede hidrográfica local. A organização e o planejamento do espaço manauara, tornaram-se primordiais em meados do século XIX, uma vez que, essa cidade não apresentava saneamento básico, abastecimento de água e luz elétrica. Ademais, sob a necessidade de higienização, desconsiderou-se a necessidade de permanência e manutenção dos rios na paisagem local, aterrando-os para a construção de ruas e pavimentação, com o objetivo de atrair investimentos para a execução de novas obras de infraestrutura.

Segundo Grobe (2004) a pesquisa histórica sobre as transformações socioespaciais ocorridas nos igarapés situados no núcleo inicial da formação da cidade de Manaus revela a configuração material das ideias e práticas de arquitetura urbanísticas, transformadoras das estruturas e relações sociais que, mediante estas circunstâncias, constroem novos e diversos significados.

Segundo Guerra (2003) o termo regional utilizado para denominar pequenos cursos d'água na Amazônia. dessa forma, "Igarapé", significa "caminho de canoa," (de igara – canoa e pé – caminho, trilha), corresponde aos arroios da Região Sul do Brasil estes aspectos, evidenciam para a cidade de Manaus, uma cultura de depreciação e descaso com os elementos naturais, principalmente os rios no decorrer da ocupação territorial. As intervenções realizadas por meio da aplicação de programas políticos no decorrer do período Provincial, transformaram o espaço da cidade de Manaus em um modelo urbanístico, ao privilegiar um espaço visual de beleza arquitetônica, regida pela dinâmica do capital moderno no qual o interesse do estado era beneficiar a sociedade elitizada.

O espaço urbano da cidade de Manaus, modificou-se gradativamente em decorrência dos projetos de expansão territorial. Neste contexto, configuram-se novas paisagens, novos territórios, novos lugares, em seguida, valores de expressão do moderno se manifestam na concepção do espaço. As mudanças proporcionadas pela visão de modernidade arquitetônica atingiram em particular, a rede dos rios locais.

De acordo com Durango (2014) em 1856, o presidente da Província do Amazonas, Dr. João Pedro Dias Vieira mandou vedar os sepultamentos no Cemitério do bairro dos Remédios. Outro cemitério foi aberto no caminho da Cachoeira Grande, hoje Praça da Saudade, anteriormente denominada avenida 7 de março. Daquele ano, começaram a ser feitas inumações nesse cemitério de São José que somente ficou concluído três anos depois, em maio de 1859.

Segundo Grobe (2014) o Presidente da Província Ângelo Thomas do Amaral no ano de 1857 em mensagem, manda construir duas "alamedas". A rua Brasileira, se estendendo até o Igarapé de Manaus, e a avenida Epaminondas, do Largo da Pólvora até a Cachoeira Grande, e justifica seu interesse em expandir a cidade.

"Minhas vistas são crear dous arrabaldes cujas construções, inspeccionadas pela câmara, sejam o modelo da edificação futura, e abrir passeios sombreados e aprazíveis à população, que tão circunscrita vive nas poucas, tortuosas, estreitas e desniveladas ruas da cidade actual".

Grobe, 2014 descreve que os arrabaldes destacados pelo Presidente seriam os bairros da Cachoeirinha ao Leste e o bairro da Campinas ao Norte. Para a construção dos "passeios sombreados e aprazíveis a população", um longo processo de aterros e desaterros se iniciava, na tentativa de aplainar as "poucas, estreitas e desniveladas ruas" da cidade, onde se faziam necessários o arruamento e os calçamentos.

Bento de Figueiredo Tenreiro Aranha, jornalista e filho de João Batista de Figueiredo Tenreiro Aranha (1798-1861), primeiro Presidente da Província do Amazonas, autor do Livro: Um Olhar pelo Passado, publicado originalmente em 1897. Descreveu relatos dos limites entrecortado por diversos "igarapés" da cidade de Manaus em 1852.

Ao Occidente o igarapé da Cachoeira Grande limitava a cidade, e entre elle e o do Espirito-Santo corriam os igarapés de S. Vicente, cuja fonte estava situada na extrema occidental da rua da Palma, hoje denominada Saldanha Marinho; e o da Bica, seu affluente, que nasce na rua 10 de Julho, ainda não existente nessa epocha, e cujo leito se estende ao longo do largo da Polvora, formando com o igarapé da Cachoeira Grande o arrabalde denominado Cornetas e Saco do Alferes.

Abaixo do igarapé de S. Vicente desaguava no Rio Negro um outro que se denominava de Seminário, cuja nascente era na rua Brasileira, tendo sido transformado depois na Praça da Imperatriz. Esses dous igarapés formavam o bairro de S. Vicente, assim como o do Seminario e o do Espírito Santo o bairro que tomava deste o nome. O igarapé de S. Vicente lança-se por duas boccas no Rio Negro e forma a ilha de S. Vicente, onde se acha installada a enfermaria militar. “Também desagua no mesmo rio o igarapé do Espírito-Santo, cuja nascente estava próxima do lugar onde se acha edificado o teatro.”

Para Araújo (1974) o rumo do crescimento da cidade que no princípio, foi de oeste para o leste, foi modificado em virtude das atividades agrícolas que fizeram secar aos pouco as nascentes situadas nas pequenas vertentes como o igarapé da “Ribeira”, da “Castanheira de Monte Cristo”, bem como de inúmeros e pequenos braços que foram sendo aterrados, especialmente o do “Espírito Santo” e o do “Aterro que separava o bairro dos Remédios da cidade da Barra, em 1852”.

A descaracterização e a perda da construção sócio/identitária dos igarapés aumentavam á medida que a superfície da cidade se expandiu. O deslocamento da área urbana para o bairro dos Remédios, por exemplo, era impedido pelas nascentes dos igarapés do Espírito Santo e do Aterro, logo os aterros foram sendo utilizados como solução para os obstáculos naturais que dificultavam o dito “desenvolvimento” da cidade, desconsiderando o a importância dos leitos dos igarapés para a população local. (MARTINS JUNIOR, 2018).

Muitos desses igarapés drenavam extensas áreas da cidade e foram canalizados, aterrados ou transformados em galerias, tal qual ocorreu com o igarapé do Espírito Santo que percorria a área onde atualmente encontra-se a Avenida Eduardo Ribeiro, como mostra a (figura 01) muito desses elementos hídricos tornaram-se rios urbanos (in) visíveis.

Figura 01 – Canalização do Igarapé do Espírito Santo (1865)



Fonte: FIDANZA, Álbum do Amazonas. 1861-1920.

Segundo Wstane (2013) a cada nova canalização de um córrego, tornavam-se necessárias mais intervenções em outro trecho, numa infinidade sucessiva. Faziam-se invisíveis os córregos e rios da cidade.

Essa forma de intervir no espaço para a construção de uma cidade planejada sob ditames técnicos e higienistas se perpetuou e se agravou ao longo de anos nas capitais brasileiras. Diante dessas e outras transformações a paisagem natural onde se tornava fortemente expressiva a existência de bacias hidrográficas, delimitadas por uma rede de igarapés, florestas e relevos naturais, gradativamente se modificou.

Assim como a arquitetura urbanística também foi alterada, principalmente a cultura, a partir da transformação de hábitos e costumes. Como sustenta Carlos (1994) “a paisagem não é só produto da História, uma vez que, também produz a História”, delineando-se a concepção de que o homem precisa morar habitar, trabalhar, comer e beber, enfim viver nesta paisagem.

Os rios são ambientes naturais e culturais. As relações entre grupos sociais e natureza, evidenciam a experiência dos sujeitos, demonstrando suas sociabilidades diante deste patrimônio cultural/natural de fauna e flora abundante e harmônico. Assim, na relação o sujeito e o rio, pode-se identificar o ambiente hídrico como um local propício ao acolhimento de pessoas e ao desenvolvimento de práticas socioambientais e econômicas como agricultura, serviços domésticos, dessedentação. Em particular nesta figura registra-se o trabalho das lavadeiras. (Figura 02).

Fig.02 - Igarapé do Bairro Colônia Oliveira Machado. 1901-1902.



Fonte: FIDANZA, Álbum do Amazonas. 1861-1920.

Segundo Monteiro (1977) o movimento das lavadeiras em direção aos subúrbios ocorreu ajustado à forma em que a espacialidade aconteceu a partir do final do século XIX e início do XX, com a transformação urbana da área central, gerando o processo de exclusão de parte da população.

Ao mesmo tempo em que os igarapés ofereciam e supriam as condições necessárias mais elementares para a vida da população da cidade, como transporte, alimentação, lazer e comunicação, eram vistos pelos construtores da cidade, como empecilhos para o crescimento e para o avanço desejado, assim como sua cultura e modos de vida desprezados.

Monteiro (1977) relata que as lavadeiras principiaram lavando roupas no igarapé da Ribeira (aterrado com a construção do cais da Matriz, durante a Província), depois foram para o de São Vicente, para o igarapé do Espírito Santo, mais tarde para o do Aterro, para a nascente do Aterro, até chegarem aos mais afastados, na zona considerada suburbana da cidade, igarapé da Cachoeirinha, no igarapé da Cachoeira Grande.

Segundo Mesquita (2006, p. 166), no final do século XIX e ao longo do século XX, boa parte desses igarapés foi aterrada para dar lugar às vias públicas. Ainda no período imperial, o Igarapé da Ribeira foi aterrado para a construção dos canais da Imperatriz, na entrada da cidade. O Igarapé do Espírito Santo cedeu lugar à Avenida Eduardo Ribeiro.

O Igarapé dos Remédios à Avenida 13 de Maio, posteriormente Avenida Getúlio Vargas, e à Avenida Floriano Peixoto. O Igarapé de São Vicente foi aterrado para ligar o antigo bairro de mesmo nome ao restante da cidade.

Os hábitos, os costumes e os saberes da população, estavam vinculados aos usos e apropriações dos igarapés, sendo utilizado para banhos, para o abastecimento de água, lavagem de roupa, para o cozimento de alimentos, para pesca (VILLANOVA, 2008)

Segundo (Oliveira, 2003- p.149), os igarapés eram lugares da festa e dos acontecimentos significando feixes de possibilidades que ensejavam o controle e a apropriação do espaço e o domínio do tempo pelos seus segmentos populares, em parte porque esses espaços escapavam ao controle das estruturas de poder, visto que não necessariamente faziam parte do lazer da elite extrativista.

As atividades do cotidiano desta população acontecem a partir dos igarapés, eram estes elementos que proporcionavam a sobrevivência e as vivências, fazendo parte da cultura local, prevalecendo os saberes, os modos de lazer e de sobrevivência, vinculados às tradições e cultura indígena (Figura 03)

Fig.03 - Igarapé da Cachoeirinha 1902.



Fonte: FIDANZA, Álbum do Amazonas. 1861-1920.

Segundo Villanova (2008) este cotidiano, vivenciado e experienciado pela população entre os anos de 1850 a 1870, conforme a autora serão interpretados e representados pelos olhares dos viajantes e cronistas, descrevendo um momento que ainda prevaleciam os lazeres da cultura indígena, que, tanto na visão dos viajantes quanto na de uma incipiente elite local.

A transformação urbana estabelecida sobre a rede hidrográfica nacional foi de grande importância para a organização do espaço, fato de que todo o reconhecimento e ocupação da região pelos colonizadores europeus se deu pelos rios, e assim efetivou processo histórico de ocupação, devido ser a única forma de comunicação entre os povos.

De acordo com Gaspar (2011) o conceito de urbanização recobre realidades distintas, tendo impactos diferenciados nos âmbitos geográficos, socioeconômicos, políticos e culturais ao alterar modos de vida, através de um processo complexo. Para este autor, implica assumir a responsabilidades sobre os valores de comportamentos, decorrentes de novas formas de produção e de consumo, que vão originar novas formas de habitar, com mudanças nos padrões de uso do tempo e do espaço.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos levantamentos obtidos durante revisão de referencial teórico, sobre o tema, é possível entender que o processo de urbanização da cidade de Manaus foi trabalhado de forma acelerada e sem planejamento viável, no que se refere aos elementos naturais, no caso os vários rios, que foram aterrados para precisar e beneficiar interesses políticos ou mesmo as necessidades higienistas deste período.

Assim as intervenções públicas privilegiaram interesses contrários aos interesses da população que ocupava o centro da cidade e as áreas do entorno dos igarapés.

O que se deve ressaltar na história da cidade de Manaus é a história de sua constituição como cidade, como centro referencial e de suporte das operações do capitalismo de arribação que, por meio de seus ciclos de barbárie, condenou o amazonense a uma existência psitácida em que ele constrói uma desidentidade na identidade do opressor.

Não se pode contar a história de Manaus sem falar de seus igarapés, dos que existem e dos que desapareceram - os elementos hídricos caracterizam e marcam desde os primeiros momentos de sua formação, seja como constituintes dos hábitos locais, seja como definidores, muitas vezes, dos limites entre bairros ou, ainda, como entraves ao desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, A.V. Sociologia de Manaus– Aspectos de sua aculturação. 2. Ed. Edições Fundação Cultural do Amazonas, 1974.
- [2] CARLOS, Ana Fani Alessandri. Espaço-Tempo da Vida Cotidiana na Metrópole. São Paulo: Labur Edições, 1994, 2ª edição revisada, 317p.
- [3] FIDANZA, Filipe Augusto. Álbum do Amazonas, fl. 1861-1920. Disponível em : <<http://brasilianafotografica.bn.br/brasiana/handle/20.500.12156.1/3988>>. Acesso em 27 março 2020.
- [4] GASPAR, Jorge. Cidade e urbanização no virar do milênio, 2011. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/285254547933623/Jorge%20Gaspar-Cidade-usos.pdf> > Acesso em 13/10/2019.
- [5] GROBE, Cristiana Maria Petersen. Um olhar sobre a cidade de Manaus. Achegas. net – Revista de Ciência Política. Editorial número 33. Rio de Janeiro - RJ, 2007, p.82 – 84. Disponível em <<http://www.achegas.net>> Acesso em 12/05/2019.
- [6] GOMES, Karla da Silveira. Os igarapés de Manaus na percepção de jovens manauaras. UFAM, 146 p.- 2004.
- [7] GUERRA, A.T. Novo Dicionário Geológico-geomorfológico/ Antônio Teixeira Guerra e Antônio Jose Teixeira Guerra. 3ª edição, Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil. 2003, 651p.
- [8] MARTINS JÚNIOR, Delcio Fernando. Rios urbanos de Manaus: Proposta teórico metodológica para gestão e regulação de recursos hídricos com base no Igarapé do Quarenta. 2018.
- [9] MONTEIRO, M. Y. O aguadeiro: subsídios para a história social do Amazonas. 2ª ed. Manaus: Imprensa Oficial do Estado do Amazonas, 1977.
- [10] MESQUITA, Otoni Moreira. Manaus, História e Arquitetura (1852-1910), 3º Ed, Manaus: Editora Valer, Prefeitura de Manaus e Uninorte, 2006.
- [11] OLIVEIRA, José Aldemir de. Manaus de 1920 – 1967: cidade doce e dura em excesso. Manaus: p. 33-41. Editora Valer 2003,176 p.
- [12] VILLANOVA, Simone. Sociabilidade e Cultura. A História dos “pequenos teatros” na cidade de Manaus (1859-1900)-2008

Capítulo 2

Poluição Sonora: Estudo do ruído em feiras livres de Itacoatiara-AM

Mayane Conceição Pena de Oliveira

Fabília Maciel Cunha

Alexandre Melo Pereira

Arleson de Araújo Lima

Gabriel dos Anjos Guimarães

Gleica Soyan Barbosa Alves

Resumo: A poluição sonora é uma forma de poluição bastante disseminada em áreas urbanas e é causa de perdas auditivas em adultos e crianças. A mesma compreende um dos fatores que contribuem para danos ambientais significativos, tendo como principais agentes susceptíveis as pessoas e seres vivos em geral, sobretudo nas cidades. O modelo de feiras livres existente hoje é arcaico. Passam-se anos e não se propõe algo que possa mudar as características da comercialização. O presente estudo, tem como foco principal em reconhecer os pontos existentes de poluição sonora no ambiente estabelecido e quantifica-los, bem como os organismos indicadores de poluição. O trabalho foi desenvolvido através de procedimentos metodológicos de revisão bibliográfica e documental, pesquisa em campo e estudo de caso, os objetivos foram eminentemente descritivos/qualitativos com relação às características associadas ao fenômeno da propagação de ruído e suas correlações com a qualidade de vida no meio urbano. Buscou-se realizar o monitoramento e diagnóstico dos níveis de poluição sonora em um trecho do perímetro urbano das feiras livres de Itacoatiara-AM. Para tanto, foram realizadas medições de decibéis sonoros na área de estudo. Para isso fez-se necessário à utilização do método de levantamento acústico. O medidor de nível de pressão sonora utilizado foi o decibelímetro “Digital Sound Level Meter” (Modelo GM1351; CE, RoHS; China) este possui uma precisão de $\pm 1,5$ dB e medidor sonoro em decibéis de 30 a 130 dB. Assim, por meio de uma investigação experimental, foi utilizada as duas feiras livres mais visitadas pelos habitantes da cidade e, com isso, foram coletados dados referentes aos pontos de concentração de ruídos pré-estabelecidos conforme a atividade realizada. O monitoramento foi realizado em três dias com diferentes condições de ruído, em função das atividades humanas desenvolvidas. Os resultados apresentaram a elevação na pressão sonora em dias de sábado, correspondente a uma maior concentração de pessoas no local. Foi observado que a população se mostra consciente do problema e, ainda, relaciona a poluição sonora com diversos problemas de saúde como a perda auditiva, a irritabilidade, agitação e a dificuldade de raciocínio.

Palavras Chave: Danos ambientais. Perda auditiva. Decibelímetro.

Artigo completo, originalmente publicado no V Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 2018, Manaus. **Anais do Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Manaus: EDUA. 2018.**

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é uma forma de poluição bastante disseminada em áreas urbanas e é causa de perdas auditivas em adultos e crianças, contribuindo significativamente para outros fatores de risco como aumento da pressão arterial, aceleração da respiração, aumento da pressão no cérebro, bem como aumento das secreções de adrenalina, que são fatores significativos para o desenvolvimento de uma doença (LACERDA et al., 2005).

A poluição sonora compreende um dos fatores que contribuem para danos ambientais significativos, tendo como principais agentes susceptíveis as pessoas e seres vivos em geral, sobretudo nas cidades. Essa forma de dano ambiental, por sua vez, é constituída basicamente por ruídos sonoros capazes de produzir incômodo ao bem-estar.

O modelo de feiras livres existente hoje é arcaico. Passam-se anos e não se propõe algo que possa mudar as características da comercialização, ou seja, sanear e otimizar a distribuição dos produtos comercializados (SILVA et al. 2013; ZUCCAS 2014). As feiras livres por sua vez, propiciam em muitas vezes o comércio irregular de alimentos, sem a devida inspeção higiênica e sanitária por órgãos competentes, agregando com a exposição dos feirantes e clientes aos ruídos produzidos (CALIL, 2011).

Os ruídos tipicamente urbanos não são consensuais aos produzidos em feiras livres, no entanto sua presença na história tem um valor inegável na formação inicial de núcleos urbanos e na economia de uma determinada região, têm a sua utilidade discutida na sociedade. Os sons dos sinos de igrejas também já foram fonte de reclamação quanto à pertinência no conjunto de ruídos urbanos. (MARCHETTI e CARVALHO, 2011).

Segundo Pereira et al. (2011), os ruídos podem provocar uma redução de até 60% da produtividade, trazendo à tona dificuldade de concentração, desperdícios ou acidentes com distração. A poluição sonora não deixa resíduos, seus efeitos não são visíveis no ambiente mais causam vários inconvenientes que dificultam seu controle, por isso é enquadrada na lei de crimes ambientais disposto no artigo 54 da Lei 9.605/98 (BRASIL, 1998).

Diante desta problemática, faz-se necessário elaborar medidas preventivas e mitigatórias que possam ser aplicadas para diminuir os impactos desde evento no bem-estar, na saúde e no meio ambiente. O município de Itacoatiara, por não possuir um planejamento urbano adequado, em termos de acústica, apresenta locais de diversões em meio a centros residenciais e comerciais, o que acarreta um grande número de reclamações por parte da população.

Na cidade, não existe uma lei específica que controle a emissão de ruído urbano, sendo este o problema da poluição sonora. A Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Itacoatiara – SEMMA, é o órgão responsável pela emissão de alvarás de funcionamento que, em certas vezes, após a concessão destes, ocorrem diversas reclamações sobre ruídos em veículos portadores de caixas som, casas noturnas e bares, principalmente nos finais de semana.

Os responsáveis pela elaboração e organização do Plano Diretor de Itacoatiara-AM, não realizaram um estudo acústico baseado na realidade da cidade, sendo de extraordinária importância a análise do impacto ambiental gerado nas proximidades das feiras livres, para que seja considerado na formulação de ações e da política ambiental municipal (ITACOATIARA, 2006).

A partir desse contexto, este trabalho tem como objetivo reconhecer os pontos existentes de poluição sonora e quantificá-los, bem como os organismos indicadores de poluição nas feiras livres do município de Itacoatiara/AM.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente trabalho teve caráter aplicado com o desenvolvimento de procedimentos metodológicos de revisão bibliográfica e documental, pesquisa em campo e estudo de caso (GIL, 2008). Quanto aos objetivos foram eminentemente descritivos/qualitativos com relação às características associadas ao fenômeno da propagação de ruído e suas correlações com a qualidade de vida no meio urbano. A área de estudo correspondeu a duas feiras livres localizadas na zona urbana do município de Itacoatiara-AM.

Buscou-se realizar o monitoramento e diagnóstico dos níveis de poluição sonora num trecho do perímetro urbano das feiras livres de Itacoatiara-AM. Para tanto, foram realizadas medições de decibéis sonoros na área de estudo, através das normas estabelecidas neste trabalho.

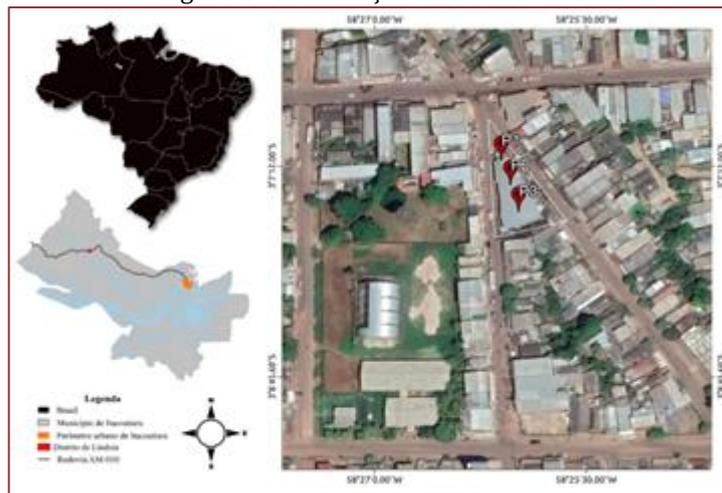
Para isso, fez-se necessário à utilização do método de levantamento acústico, de acordo com a NBR 10151 (ABNT, 2019), referente a avaliação do ruído em áreas habitadas. Desta forma, o medidor de nível de pressão sonora utilizado para o estudo, foi o decibelímetro “Digital Sound Level Meter” (Modelo GM1351; CE, RoHS; China), possuindo a precisão de $\pm 1,5$ dB e, ainda, medidor sonoro em decibéis de 30 a 130 dB.

Todas as medições foram realizadas seguindo parâmetros na curva de ponderação “A”. Segundo Saliba (2008), essa curva é utilizada para níveis de ruído contínuo e intermitente e, ainda, devido à sua maior aproximação à resposta do ouvido humano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 1 e 2 apresentam as Feiras analisadas no presente estudo. A Feira 1 foi agrupada em três pontos, sendo a venda de farinha (P1), venda de carnes (P2) e a venda de verduras (P3) (Figura 1).

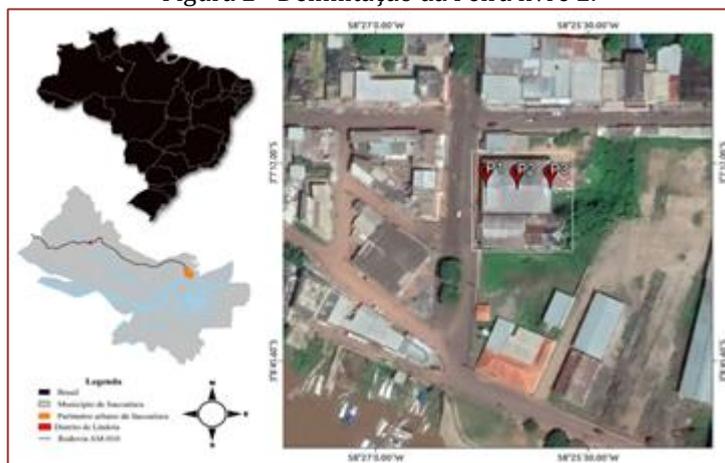
Figura 1 - Delimitação da Feira livre 1.



Fonte: A autora (2020)

Em contrapartida, a Feira 2 foi dividida também em três pontos, sendo entrada do estabelecimento (P1), centro da feira (P2) e término da feira (P3) (Figura 2).

Figura 2 - Delimitação da Feira livre 2.



Fonte: A autora (2020)

As medições foram realizadas durante três dias, sexta, sábado e domingo nas duas feiras livres. Os dias escolhidos foram durante um feriado, quando o comércio e a circulação de pessoas e veículos são mais acentuados e, conseqüentemente, elevam os índices de poluição sonora.

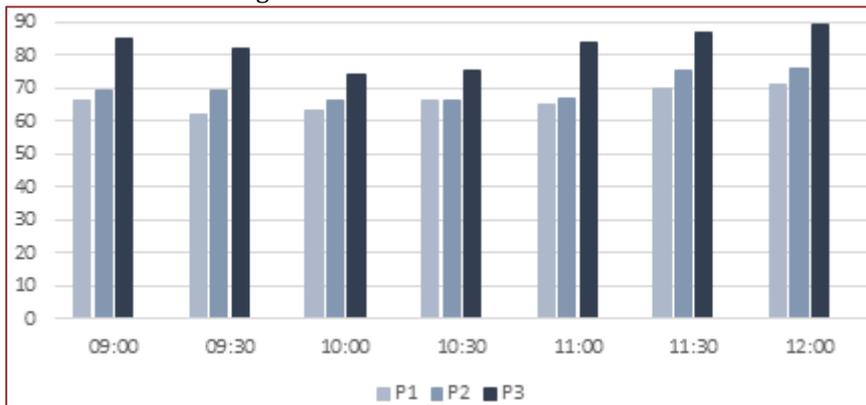
Assim, nos finais de semana, é possível realizar estudos para avaliar e monitorar com o decibelímetro as diversas ações antrópicas e o cenário local oriundo do ruído.

Segundo a NBR 10151 (ABNT, 2019), em ambientes externos, áreas mistas com vocação comercial e administrativas, durante o período diurno devem estar limitadas a níveis de ruído de até 60 dB. Entretanto, o monitoramento realizado identificou em duas das feiras do município de Itacoatiara-AM, um nível de ruídos acima do limite permitido pela legislação vigente, se tratando dos níveis médios, em todas as medições.

Identificou-se um aumento no nível de ruídos nos horários de 11:00 à 12:00hs nos três pontos da feira 1, relacionando diretamente com a elevada circulação de pessoas e comerciantes, anunciando seus produtos. Na feira 2, apesar de ser uma feira menor, seus níveis de ruídos ultrapassaram os limites permitidos pela legislação. No ponto 1 (P1), há uma contribuição dos ruídos externos, fazendo com que promova um aumento superior neste local, em comparação com os demais pontos.

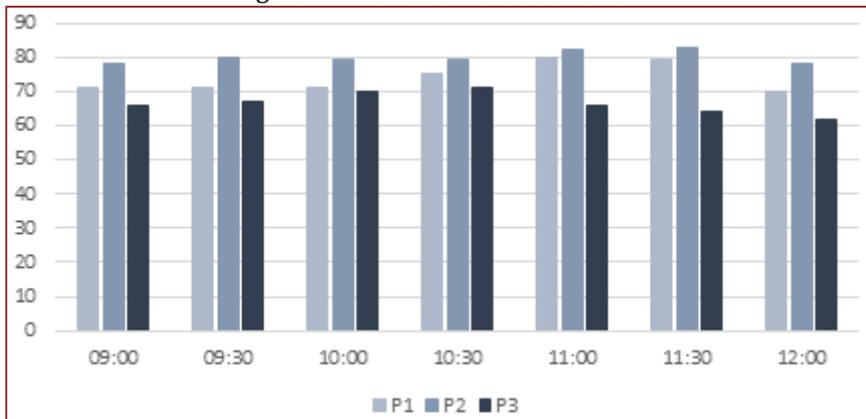
Uma análise inicial das Figuras 3 e 4, permitem à similaridade da distribuição dos níveis de pressão sonora, para os pontos analisados ao longo dos horários analisados. Foi possível observar também com essa análise, que são nos horários de pico (9:00 às 10:30 horas) que ocorrem os maiores níveis de ruídos nas áreas do estudo. Além disso, verifica-se que os níveis sonoros variam de 62 dB a 83 dB. Isto mostra que, independente do horário do dia, todos os pontos possuem níveis de pressão sonora acima dos estabelecidos pela legislação, uma vez que o nível de critério de avaliação para estes ambientes externos, no horário diurno, é de 60 dB.

Figura 3 - Monitoramento da Feira 1.



Fonte: A autora (2020)

Figura 4 - Monitoramento da Feira 2.



Fonte: A autora (2020)

O monitoramento realizado nas feiras livres demonstrou que os níveis de ruído do local estão superiores permitido por norma, considerando a NBR 10.151 (ABNT, 2019). A falta de fiscalização por parte do poder público, assim como de ações informativas e educativas quanto à problemática, demonstra ser um dos principais vetores para o agravamento da pressão sonora na área de estudo. As condições de planejamento e gestão ambiental devem ser fortalecidas no âmbito das cidades brasileiras, no qual, a poluição sonora é só mais umas das sérias consequências do inadequado e até mesmo o não planejado urbano.

4. CONCLUSÕES

Mediante a realização deste trabalho nas feiras livres de Itacoatiara-AM, notou-se que a qualidade de vida do local é bastante precário, já que nos locais onde foram realizadas as medições, encontrou-se altos níveis de poluição sonora devido à grande circulação de pessoas. Observou-se que o desgaste das feiras no município, é principalmente, marcada pela falta de organização nos espaços de vendas, no acondicionamento dos resíduos gerados no ambiente, na manipulação inadequada dos alimentos, além da falta de educação ambiental dos agentes envolvidos. Sendo assim, foi observado também, que a população se mostra consciente do problema e relaciona a poluição sonora com diversos problemas de saúde como a perda auditiva, a irritabilidade, agitação e a dificuldade de raciocínio.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, RJ, 2019.
- [2] BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Publicado no DOU. 1998.
- [3] CALIL, R. M. Bate Papo com o Autor. Rev Nac Carne, v. 408, n 2, p. 74-76. 2011.
- [4] GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [5] ITACOATIARA. Lei n. 076, de 27 de setembro de 2006. Institui o Plano Diretor do município de Itacoatiara, fixando seus conceitos, objetivos, diretrizes gerais e dá outras providências. 2006.
- [6] LACERDA, A. B. M. et al. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. Revista Ambiente & Sociedade, v. 8, n 2, jul/dez. 2005.
- [7] MACHETTI, M. C. e CARVALHO, M. S. RÚIDOS NA CIDADE DE LONDRINA – Paraná, Brasil. Revista RA'E GA, v. 23, p. 621-651. 2011.
- [8] PEREIRA, C. A. S. et al. Análise do nível de conforto acústico na biblioteca de uma escola pública. Holos, v. 4, p. 1-27. 2011.
- [9] SALIBA, T. M. Manual Prático de Avaliação e controle do ruído: PPRA. 4 ed. São Paulo: LTr, 2008.
- [10] SILVA, A. F. et al. A sustentabilidade da feira livre como forma de comercialização dos alimentos perecíveis. In: Anais do III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal (III SISCA), 2013.
- [11] ZUCCAS, M. L. P. A sustentabilidade das feiras livres no perímetro das áreas urbanas. Dissertação (Mestrado) Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo. 2014.

Capítulo 3

Aviso antipolvente em transporte público coletivo no município de Cuiabá-MT

Guilherme Oiamaré Ramires

Leticia Miranda de Souza

Clarissa Moesch Welter

Rochelle Serafim de Andrade

Resumo: Os impactos ao meio ambiente têm se intensificado com o passar dos anos devido à insciência da população em relação aos problemas ambientais. Este trabalho buscou sensibilizar os usuários dos transportes públicos, através de avisos educacionais, reduzindo os descartes de resíduos pelos coletivos de Cuiabá-MT. Foi realizada uma pesquisa qualitativa com 25 entrevistados, buscando saber a opinião de cada um sobre os adesivos. O resultado das entrevistas foi passível de críticas e sugestões, contudo houve mais informações explicando as consequências desses resíduos descartados indevidamente.

Palavras Chave: Aviso educacional; meios de transporte; resíduo urbano.

1. INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define os resíduos em material, substância ou objeto descartado vindos de ações humanas, cuja destinação final se encontra em estado sólido ou semissólido, de modo que o resíduo deixado em áreas urbanas é uma forma de degradação do meio ambiente, afetando com impacto significativo sobre a estética das cidades, saúde pública e o meio ambiente.

O manejo para esses resíduos é responsabilidade do poder público e da coletividade da população, assegurando a proteção ambiental. Para isso foi estabelecida, pela PNRS, através da Lei nº 12.305 de 2010 e no Plano Nacional de Resíduos Sólidos em 2012, em que pessoas que descartam resíduos ou rejeitos em vias públicas, terão sanções pecuniárias pelo descumprimento da mesma.

É frequente que a população culpe o governo pelos problemas ambientais, mas vale ressaltar que todos são responsáveis pela destinação final dos resíduos, degradação e preservação. Atitudes pequenas do cotidiano ajudarão a fazer a diferença e colaborar para um futuro mais sustentável e ambientalmente equilibrado. Ações como o princípio dos 3R's, devem ser utilizadas para minimizar a quantidade de lixo produzido. (SOUZA E OLIVEIRA, 2012, p. 179-182).

De acordo com os dados obtidos pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, no site do G1 MT, Cuiabá produz mensalmente 16,2 mil toneladas de lixo, cerca de 540 toneladas por dia, sendo 1% do lixo produzido reciclado.

Queremos sensibilizar a população, mudando a cultura do descarte irregular de resíduos pelos coletivos. Para isso, foram fixados adesivos em alguns coletivos de Cuiabá-MT, mostrando que o ato de jogar resíduo pela janela, provocará graves consequências para o meio ambiente e para a saúde da população.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido durante o mês de abril a julho de 2017, no Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá-Bela Vista. No Dia Mundial do Meio Ambiente ocorreu no Campus diversas atividades relacionadas ao Meio Ambiente, e todas essas atividades tiveram uma boa participação dos discentes do Campus.

Oficina pode ser compreendida com uma forma de construir conhecimento, com ênfase na ação, sem perder a base teórica. Cuberes apud Vieira e Volquind (2002, p. 11), conceitua como “um tempo e um espaço para aprendizagem; um processo ativo de transformação recíproca entre sujeito e objeto; um caminho com alternativas, com equilíbrios que nos aproximam progressivamente do objeto a conhecer”. Ela é uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, focada no tripé: sentir, pensar e agir, com objetivos pedagógicos. Segundo Paviani e Fontana (2009, p. 78), a oficina vem para mudar à forma tradicional de aprendizagem usando da apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva.

Foi ministrado por alguns discentes do curso de Meio Ambiente, uma oficina que abordou assuntos que ocorriam dentro do Campus e na cidade. Dentre eles, os lixos encontrados nos ambientes de refeição, a insciência nos banheiros e problemas do cotidiano relacionado ao lixo urbano e seu descarte irregular, focando na sensibilização dos presentes com os temas abordados.

Após esse dia, foi realizada uma declaração solicitando a autorização da empresa Cantinho Lotação, para fixar avisos nos coletivos (micro-ônibus) de Cuiabá-MT. Dias depois da fixação, foi feita uma pesquisa com 25 usuários do transporte coletivo da cidade, informando o tema do projeto, os objetivos e o benefício da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi utilizado o termo lixo nos adesivos, pois essa nomenclatura é mais usual pelos leigos em meio ambiente, mas sabe-se que o correto seria usar resíduo, pois é o que resta, o que sobra de algum material. Lixo é o que não pode ser reaproveitado e seu destino final é o aterro sanitário.

Foram confeccionados 60 adesivos para 27 micro-ônibus, sendo 2 adesivos para cada micro-ônibus.

A fixação foi feita pelos trabalhadores da empresa. Dias depois, foi realizada uma pesquisa com 25 entrevistados, explicando os objetivos e o benefício da pesquisa, falando as consequências do mau hábito que as pessoas têm em jogar matérias pelas janelas dos meios de transporte e buscando saber a opinião delas enquanto os adesivos educacionais. 100% dos entrevistados disseram que é válida a realização desse projeto, mas que esse hábito será mudado em longo prazo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura de descartar resíduos pelo transporte público ou privado virou um hábito que precisa ser mudado. Nosso intuito foi mostrar que com pequenas atitudes do cotidiano, podem minimizar os resíduos nas vias públicas além de conservar o meio ambiente e preservar os seres que nela habita.

Destarte, concluiu-se que o ser humano deveria reconhecer o direito a um ambiente saudável, pois ele é um bem fundamental que precisa ser assegurado à existência da humanidade.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2006/Decreto/D5940.htm>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- [2] NASCIMENTO, Abel. Cuiabá recicla apenas 1% do lixo produzido na cidade, diz secretaria. G1 MT, 05/06/2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/matogrosso/noticia/2015/06/cuiabarecicla- apenas-1-do-lixo-produzido-na-cidade-dizsecretaria.html>.
- [3] PAVIANI, Neires Maria Soldatelli; FONTANA, Niura Maria. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. v. 14, n. 2, p. 77-88, maio/ago. 2009.
- [4] SOUZA, G. L. R.; OLIVEIRA, T. M. Meio Ambiente: A Responsabilidade é de Todos Nós. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia. Minas Gerais. n.05, p.179-182, jan/jun. 2012.
- [5] VIEIRA, Elaine; VOLQUIND, Lea. Oficinas de ensino: O quê? Por quê? Como? 4. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

ANEXO

Imagem 1: adesivo fixados nos coletivos



Capítulo 4

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no estudo da arborização urbana de Manaus-AM/Brasil

Michael Guimarães de Souza

Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

Resumo: Cercada pela maior floresta tropical do mundo, a cidade de Manaus possui um dos piores índices de arborização urbana do país. Fruto de descaso ou simplesmente um fator cultural a cidade sofre com ocupações irregulares e desconforto térmico ocasionado pela carência de arborização urbana. tendo em vista que a cobertura vegetal apresenta relevância no conforto térmico das grandes cidades. Objetivo desta pesquisa constitui analisar o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) e descrever a situação de arborização urbana na cidade de Manaus. Foram utilizadas imagens do satélite landsat 8 para elaboração do NDVI bem como visitas em campo pelas principais avenidas da cidade para o registro fotográfico. Os resultados demonstram que a utilização de ferramentas de análise ambiental com foco na cobertura vegetal (NDVI) mostrou-se eficiente nos resultados, gerando um produto (mapa) que servira de base para criação de corredores ecológicos, praças e parques e uma melhor distribuição das áreas verdes na cidade.

Palavras-Chave: Cidade. Conforto térmico. urbano.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a prática de arborização e embelezamento das cidades por meio de jardins ou praças inicia por volta do fim do século XVIII, cabe ressaltar que os portugueses não tinham a cultura de valorização da arborização urbana (MACEDO, 1995).

A primeira cidade brasileira a se preocupar com a questão foi Recife sob domínio holandês, a cidade seguia os modelos de administração e urbanização de cidades europeias a maioria das outras cidades brasileiras geralmente só recebia pavimentação de paralelepípedos e calçadas. (TERRA, 2000).

Construída em meio a maior floresta tropical do mundo a cidade de Manaus torna-se a mais rica e prospera cidade da região norte em virtude da *extração da borracha*, a partir da seringa ou seringueira (*Hevea brasiliensis*). Segundo CORRÊA (2006), a expansão urbana de Manaus se daria devido a uma competitividade comercial com a cidade de Belém no estado do Pará.

A expressiva riqueza da cidade passa pelas belas praças e a grandiosidade do teatro amazonas construído para atender a elite manauara, que construía uma cidade no modelo francês, sendo mais tarde conhecida como “Paris dos trópicos”. Porém pouco ficou do período áureo da borracha.

De acordo com o IBGE (2019), Manaus e a cidade com o pior índice de arborização urbana do país, dados demonstram que 23,90% da área urbana é arborizada muito diferente de capitais como Campo Grande que detém o maior índice do país 93,30%.

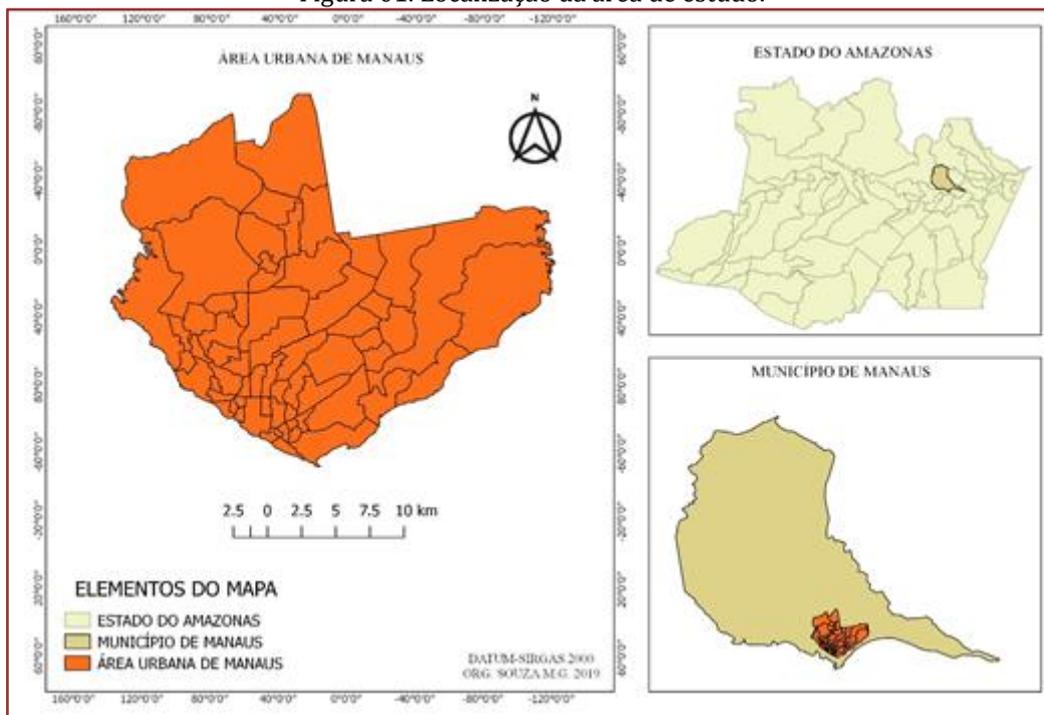
2. OBJETIVO

Analisar o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e descrever a situação de arborização urbana na cidade de Manaus.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado na área urbana de Manaus sobre uma superfície territorial de 592,194 Km², delimitada entre as seguintes coordenadas geográficas. “02° 56’ 12,5 a 3° 09’ 45,6” S; 59° 48’44,4 a 60° 06’54,7” W. Greenwich (Figura 01).

Figura 01. Localização da área de estudo.



Fonte: IBGE. Org. Souza M, G. 2020.

Foram realizadas visitas em campo pelas principais avenidas da cidade para o registro fotográfico, bem como o levantamento bibliográfico em livros, dissertações, teses, artigos científicos, que tratam a respeito da arborização nos espaços urbanos.

Para elaboração do mapa do índice de vegetação (NDVI) foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI, Órbita/Ponto 229/062 Data 05/11/2016, sem cobertura de nuvens disponível no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

O processamento digital das imagens se deu pela utilização do software livre Qgis versão 2.18 La Palmas. Para obtenção do NDVI Landsat-8 utilizou-se as Banda 4 (Red) Banda 5 (Near Infrared) Figura 02.

Figura 02. Fórmula para geração do NDVI.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Fonte: INPE. Org. Souza M, G. 2020.

Segundo Huete, (1994), o índice de vegetação por diferença normalizada e aplicado em diversos estudos de monitoramento da cobertura vegetal por ter uma melhor resposta da biomassa em solo, contribuindo para o monitoramento de vasta áreas.

Para identificação das espécies vegetais arbóreas utilizadas para arborização na cidade com a identificação do nome popular e científico utilizou-se o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que trata da arborização urbana de Manaus. Onde foi possível obter dados de plantio, poda é espécie mais utilizada na arborização de avenida, praças e parques da cidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

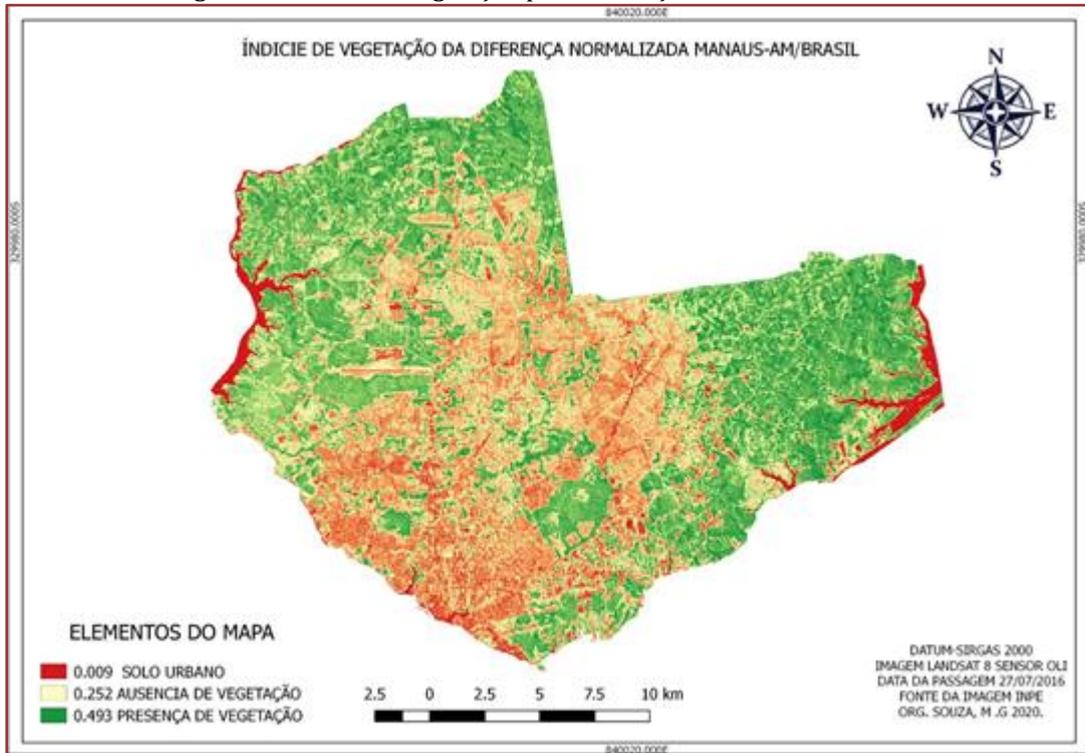
O processo de ocupação e modificação do solo urbano vem aos poucos modificando paisagens natural e impermeabilizando a cidade. O que antes era floresta foi aos poucos sendo substituído pelo concreto, assoreamento e canalização dos rios urbanos o que contribui para a formação e intensificação de fenômenos naturais e aumento na temperatura em determinadas áreas da cidade (BRANDÃO, 2003).

Para Nowak (1996), a avaliação da cobertura arbórea na cidade pode ajudar no planejamento da vegetação urbana e na sua administração, na medida em que revela características da vegetação e determina sua extensão sob o solo urbano.

O Normalized Difference Vegetation Index ou (NDVI) traduzido para o português Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e um modelo matemático obtido por bandas espectrais das imagens de satélites que foi elaborado pelo Dr. John Rouse em 1973 após o lançamento do satélite landsat 1. (ROUSE *et al.*, 1973, p. 309).

O resultado encontrado na análise dessas imagens descreve uma assinatura espectral no caso do NDVI a atividade fotossintética. A referência espectral varia entre -1 e 1 os valores menores que zero indicam ausência de vegetação ou solo exposto. Já os valores próximos a 1 são um indicativo forte de atividade fotossintética (LOURENÇO, 2005). Figura 03.

Figura 03. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada Manaus



Fonte: IBGE. Org. Souza M, G. 2020.

Em sua maioria os bairros com maior grau de pavimentação do solo são os mais antigos, onde geralmente encontramos pequenos fragmentos de florestas ou Áreas verdes. Os valores encontrados no Índice de Vegetação (NDVI) para a cidade de Manaus variaram entre 0,009 e 0,493 demonstrando um mosaico de paisagem em constante modificação. São locais onde se observar ocupações irregulares, excesso de lixo, canais poluídos, saneamento básico inadequado e desmatamentos.

As áreas com a menor arborização constituem as zonas sul e centro sul áreas próximas ao sitio urbano. De acordo com Mandú (2019), as condições térmicas da cidade estão diretamente relacionadas a verticalização urbana no município e a pouca vegetação presente age como um importante fator ambiental no conforto térmico da cidade proporcionando um microclima em diferentes pontos.

Nesse contexto a principal dificuldade na manutenção e no reflorestamento urbano na cidade de Manaus segundo a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS (2019), e o vandalismo e o corte sem autorização pelos próprios moradores, esses fatores têm contribuído para os baixos índices de arborização da cidade Figura 04.

Figura 04. Rua José Clemente região central de Manaus (a) Vandalismo (b) Retiradas de mudas.



Fonte: Souza M, G. 10/01/2020.

Outro fator importante que tem contribuído para os baixos índices de arborização na cidade ocorre pelas ocupações irregulares popularmente conhecida como "invasões" que ao longo dos anos tem contribuem para o aumento dos mais diversos problemas sociais. Onde o processo de ocupação ocorre sem planejamento e ausência do estado contribuindo para a intensificação de problemas ambientais. Figura 05.

Figura 05. Ocupações irregular Monte Horebe.



Foto: Pedro Braga Júnior/Portal do Holanda 2019.

O crescimento expressivo e constante da cidade produz um espaço com carência de praças e parques, onde as poucas áreas verdes foram perdendo espaço para especulação imobiliária ou as constantes ocupações irregulares criando espaços degradados sem cobertura vegetal.

Neste contexto Silva Filho (2002), descreve que a arborização urbana, para propiciar benefícios à população, exige um planejamento criterioso e um manejo adequado. Para tanto, torna-se necessário o conhecimento do patrimônio arbóreo, que pode ser obtido por meio de inventário.

De acordo com Garcia (2006), atualmente a espécie mais empregada na arborização de vias, praças e parques em Manaus e a *Cenostigma tocaninum* Ducke ocorre em toda a região amazônica, pertencente à família *Fabaceae*, com tamanho aproximado de 10 metros de altura podendo chegar a 20 metros floresce o ano todo e se adapta muito bem a climas quentes.

A inexistência de áreas verdes, em especial a arborização na cidade de Manaus parece estar distante de um ideal ecológico. Tecnicamente pouco prioritária com o desenvolvimento acelerado e desordenado da cidade, grande parte da cobertura vegetal do município foi substituída pelas edificações particulares e vias públicas e o processo continua sem preocupar a o poder público e a sociedade local.

5. CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas de análise ambiental com foco na cobertura vegetal (NDVI) mostrou-se eficiente nos resultados, gerando um produto (mapa) que servira de base para criação de corredores ecológicos, praças e parques e uma melhor distribuição das áreas verdes na cidade. Tendo em vista que sua arborização se mostra deficiente e desigual privilegiando áreas nobre e deixando de se fazer presente em áreas periféricas da cidade.

REFERÊNCIAS

- [1] BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: Clima Urbano, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Francisco Mendonça – Organizadores. São Paulo: Contexto, 2003.
- [2] CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Território e Ambiente – Arborização de Vias Públicas. Manaus/AM. IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>>. Acesso em: 23 fev. 2020.
- [3] CORRÊA, Roberto Lobato. Estudos sobre a rede urbana. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2006.
- [4] GALVÃO, I. S. Métodos para Análise de Espectros de reflectância. In: Menezes, P.R.; Madeira Netto, J.S. (Eds). Sensoriamento Remoto - reflectância dos alvos naturais. Brasília, BR, Unb e EMBRAPA Cerrados, 2001. Capítulo 7, p. 225-247.
- [5] GARCIA, L.C; MORAES, R.P.; LIMA, R.M.B. Determinação do grau crítico de umidade em sementes de *Cenostigma tocaninum* Ducke. In: 28 Congresso Internacional de Sementes, 2007, Foz do Iguaçu, PR. Anais ABRATES. Pelotas, RG: UFPEL, ABRATES, 2007. v. 1. p. 59-59.
- [6] HUETE, A.R; LIU, H.Q. An error and sensivity analysis of the atmospheric and soil-correcting variants of the NDVI for the MODIS-EOS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 32(4):897-905,1994.
- [7] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Censo Demográfico – Características Gerais da População. Resultados da Amostra, 2019. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 02 maio 2019.
- [8] LOURENÇO, L. S. Aplicação da estatística multivariada no estudo da relação entre atributos do solo e da planta e a resposta espectral da cana-de-açúcar. Campinas: FEAGRI/ UNICAMP, 2005.134p. Dissertação Mestrado.
- [9] MACEDO, S. S. (1995) Espaços Livres. Em Paisagem e Ambiente Ensaios, São Paulo. 1995 n. 7 p.15-56 .
- [10] MANDU, Bentes; GOMES, Santos. Identificação de tendências no conforto térmico na região norte do Brasil: estudo de caso em Manaus-Am. Revista geonorte, 2019. p.63-81.Disponível em<<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5191>>Acesso em :13 maio 2020.
- [11] NOWAK, D.J.; ROWNTREE, R.A.; MCPHERSON, E.G.; SISINNI, S.M.; KERKMANN, E.R.; STEVENS, J.C. Measuring and analyzing urban tree cover. Landscape and Urban Planning, v.36, p. 49-57, 1996.
- [12] PORTAL DO HOLANDA. Área de invasão de terras em Manaus serve de “abrigo” para crime organizado, diz juiz. Publicado em 11/08/2019 às 4h54. Disponível em <<https://www.portaldoholanda.com.br/>> Acesso em 29 abril 2020.
- [13] ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). In: PROCEEDINGS OF THE THIRD ERTS SYMPOSIUM, SP-351 Goddard Space Flight Center, 1973, Washington: NASA, 1973, p. 309–317.
- [14] SILVA FILHO, D.F. da. Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do município de Jaboticabal, SP. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2002.
- [15] TERRA, Carlos. O jardim no Brasil no século XIX. Editora: Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, 2000.

Capítulo 5

Caracterização do solo do Parque Marinha do Brasil em Porto Alegre/RS: Um estudo realizado através do Projeto Integrador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFRS - Campus Porto Alegre

Gyselle Alves Antunes

Rosângela Leal Bjerck

Telmo Francisco Manfron Ojeda

Resumo: Devido à dificuldade de encontrar trabalhos relacionados com os parques urbanos de Porto Alegre, este trabalho é parte de um projeto integrador (curso de Gestão Ambiental, do IFRS – Porto Alegre) com o objetivo de realizar planos de gestão de parques de forma sustentável. A escolha do parque Marinha do Brasil ocorreu devido a sua importância histórico-cultural e ambiental para a cidade. O objetivo deste estudo é caracterizar o solo, verificando a sua fertilidade, toxicidade e eventuais necessidades de correções, para suportar plantas e outros organismos vivos. Para a caracterização do solo, as atividades foram divididas em três etapas: 1. coleta dos solos e observações em campo; 2. análises dos solos em laboratório do IFRS - campus Porto Alegre; e 3. análises do solo realizadas no Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Constatou-se a composição altamente arenosa, especialmente areia grossa, imprópria para o desenvolvimento de várias espécies de plantas. Os teores de nutrientes e micronutrientes são muito baixos, requerendo a adição de fertilizantes, ou até mesmo de compostos maduros de resíduos orgânicos municipais. Encontraram-se diversos poluentes derivados da presença humana, em especial objetos de plástico e papel na maioria dos pontos amostrais, porém não promovendo significativamente a toxicidade ao solo. O solo é excessivamente ácido, necessitando de um tratamento para correção de pH, como por exemplo a adição de carbonatos de cálcio e magnésio, a fim de sustentar melhor o desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Parques Urbanos. Toxicidade. Solo.

1. INTRODUÇÃO

O Projeto Integrador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, é um projeto multidisciplinar, o qual visa à integração de todas as áreas do conhecimento das ciências ambientais, proporcionando aos educandos uma experiência da vivência de atuação do gestor ambiental. Dentro desta proposta é selecionada uma área de estudo que será realizado através de um diagnóstico ambiental contendo a caracterização dos meios físico-químico, biológico e social. Devido à dificuldade de encontrar trabalhos relacionados com os parques urbanos da capital gaúcha, este projeto tem como o principal objetivo o plano de gestão de parques, auxiliado pela formação de um banco de dados que possa subsidiar a gestão ambiental de forma sustentável.

Os parques e áreas verdes são espaços urbanos abertos e acessíveis, propícios às atividades humanas e suas interações com o meio ambiente proporcionando qualidade de vida ao cidadão. Os parques urbanos são espaços remanescentes para a conservação da biodiversidade em zonas urbanas (WHATELY, 2008), destinados a sociabilidade e buscam resgatar a relação homem com a natureza. Os estudos realizados em parques públicos e áreas verdes são precários, não ocorrendo assim incentivos governamentais nestas áreas. O problema vigente não está somente em Porto Alegre, mas sim em todas as outras cidades brasileiras. A escolha do Parque Marinha do Brasil pela turma de Gestão Ambiental ingressante no segundo semestre de 2011, ocorreu devido a sua importância histórico-cultural e ambiental para a cidade, e incluiu a caracterização dos solos, microclimas, componentes aquáticos, nível de pressão sonora, flora arbórea, avi-fauna, resíduos sólidos urbanos e usuários do parque.

O Parque Marinha do Brasil localiza-se em um área construída pela deposição de material retirado pela dragagem do Lago Guaíba, tendo a sua inauguração em 1978. A idealização do parque impulsionada pelo interesse na integração da cidade com o Lago Guaíba. O fato de a área do Parque ter sido aterrada pela dragagem poderia ter provocado contaminação do terreno. Todavia, a análise dos solos pode mostrar em sua composição estes contaminantes e indicar as condições nas quais os solos se encontram quanto a sua fertilidade, acidez e toxicidade.

O objetivo deste estudo é caracterizar o solo do parque a fim de identificar os locais existentes que necessitem de ações corretivas e gerar um banco de dados que possa subsidiar um plano de manejo dos solos para o parque.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a caracterização do solo as atividades foram divididas em três etapas: coleta dos solos e observações em campo, análises dos solos em laboratório do IFRS - *Campus* Porto Alegre e análises do solo realizadas pelo Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As coletas e observações em campo foram realizadas em cinco regiões do parque, com três amostragens por região, nos seguintes pontos: 1. estacionamento; 2. quadras poliesportivas; 3. túnel verde; 4. área de campo próxima ao espelho d'água; e 5. orla do Lago Guaíba.

Os materiais utilizados em campo para as observações foram: enxada, pá de corte, máquina fotográfica e planilhas para anotação dos parâmetros a serem observados (Quadro 1). Utilizou-se as observações *in loco* com as amostragens no solo seco e úmido. O solo foi escavado até uma profundidade de 20 cm nos pontos amostrais, e as amostras foram levadas para o laboratório em frascos de plástico com tampa rosqueada, com capacidade para 0,5L. As amostras foram umedecidas com água e com ela foi feita uma modelagem do formato de um fio. Posteriormente, tentou-se formar um cilindro com a amostra (Figura 5), assim determinou-se a friabilidade e a plasticidade de cada ponto observado (SCHNEIDER, 2007).

Figura 1: Observação das amostras



Para as análises de pH, as amostras do solo foram misturadas com água destilada 1:1 (m/m), agitadas mecanicamente por dois minutos e colocadas em repouso por 30 minutos, procedendo-se as leituras com o pHmetro portátil (Marca TECNOPON, modelo PA-210P.O).

Os solos foram levados à estufa na temperatura de 60° C por 24 horas para prévia secagem antes da determinação da textura, a fim de detectar precisamente o tamanho das partículas do solo, com a utilização de peneiras para análise granulométrica (Marca Bertel, ISO 3310/1), com seis aberturas em 2.26 mm; e 850; 250; 150; 75; e 45 µm. Cada amostra (100g) foi agitada mecanicamente por 10 minutos e então pesada na balança (Marca Sartorius, modelo BP3100P) para determinação das massas correspondentes em cada peneira.

Finalmente, duas amostras de solos foram levadas para serem analisadas pelo LabSolos da UFRGS, sendo uma amostra de todos os pontos coletados na parte interna do Parque e outra das amostras coletadas na Orla do Lago Guaíba, as quais serão analisados os seguintes parâmetros: metais de transição, nutrientes e micronutrientes, e textura.

Para a análise dos dados usou-se a análise da Estatística Descritiva (Tabelas de frequência, análise gráfica e medidas resumo, tais como a média, desvio padrão, moda, máxima e mínima).

Quadro 1 - Descrição dos parâmetros analisados para a classificação dos solos.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Erosão Aparente	A erosão aparente é demonstrada pela remoção da parte superficial e sub-perficial, isto ocorre principalmente devido à chuva e ventos. O grau de erudibilidade é de acordo com a característica do solo.
Pedregosidade	Características ambientais do local (morfológica), determinada pela quantidade de calhaus e matações sobre o solo ou na massa de solo. Podendo ser classificadas como: não pedregosa, ligeiramente pedregosa, moderadamente pedregosa, pedregosa, muito pedregosa, e extremamente pedregosa.
Raízes e Organismos Vivos (macrofauna)	A presença de atividades biológicas (macrofauna) é de grande relevância, pois elas reciclam os nutrientes e participam de diversas reações e processos que ocorrem no solo, afetando suas propriedades físicas e químicas.

(Continuação)

Quadro 1 - Descrição dos parâmetros analisados para a classificação dos solos.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Cor	Características importantes do solo podem ser entendidas a partir da cor. Os solos bem drenados possuem cor uniforme. A matéria orgânica escurece o solo, e esta é tipicamente associada com as camadas superficiais do solo, onde foi realizada a coleta das amostragens. Os solos mosqueados são os solos onde o padrão da coloração está relacionado com a aeração e drenagem do solo.
Porosidade	É o espaço do solo ocupado pela solução e pelo ar dos solos sendo identificada pelo tamanho e quantidade.
Estrutura	É o arranjo espacial das partículas individuais do solo (agregados). O processo de formação dos agregados é resultante da aproximação e da união entre as partículas e de sua estabilização pela ação de forças cimentantes ou aglutinadoras.
Consistência	É a consequência da manifestação das forças físicas de coesão e adesão entre as partículas, bem como a resistência á deformação ou desagregação do solo, variando com o grau de umidade, podendo ser detectada a friabilidade em solo úmido e a plasticidade e a pegajosidade em solos molhados.
Plasticidade (solo molhado)	A plasticidade é verificada através da formação de cilindros com os solos molhados e sua flexibilidade, sendo determinada pelos graus de plasticidade: não plástica, ligeiramente plástica, plástica, muito plástica.
Pegajosidade (solo molhado)	A pegajosidade é observada através da aderência dos solos molhados entre os dedos, sendo determinados graus de pegajosidade: não pegajosa, ligeiramente pegajosa, pegajosa, muito pegajosa.
Friabilidade (solo úmido)	A friabilidade é observada pela pressão dos agregados do solo e a reconstrução, classificando-se como: solta, muito friável, friável, firme, muito firme, extremamente firme.
Textura	A textura corresponde à proporção relativa do tamanho das partículas do solo. Pode ser detectada em diferentes proporções de areia - 2.000 a 0.050 mm; silte - 0.050 a 0.002mm e argila - < 0.002 mm.

Fonte: adaptado de Meurer (2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas realizadas no Parque Marinha ocorreram no dia 16 de outubro de 2013. Os solos ácidos observados, típicos das regiões tropicais do planeta, apresentam teores elevados de alumínio, ferro e manganês, podendo ser tóxicos às plantas, prejudicando o seu desenvolvimento (MEURER,2000). O pH do solo é um dos responsáveis, direto e indireto, pela capacidade da planta de absorver os nutrientes (OLIVEIRA & COSTA, 2009). Os valores encontrados para pH e granulometria encontram-se na Tabela 1. O solo do Parque Marinha do Brasil apresentou-se como um solo ácido e arenoso com pequenas frações de argila e silte.

Tabela 1 – Média das análises do pH das amostras e granulometria

Amostras	pH	Granulometria - volume em gramas da massa em 100,00g						
		2.36 mm	850 µm	250 µm	150 µm	75 µm	45 µm	Fundo
Abertura da malha								
Orla	4,52	3,54	16,7	55,75	20,51	1,23	0,39	0,12
Estacionamento	4,83	17,23	20,2	25,38	40,7	5,65	3,31	0,01
Monumento	4,86	42,22	27,95	20,47	5,92	3,12	1,18	0,38
Quadras	4,59	33,66	28,9	22,55	7,28	4,60	1,84	1,10
Túnel Verde	5,52	21,14	27,1	3,77	11,69	5,04	1,60	0,90

Em estudo realizado na região do estádio de futebol Beira-Rio, localizado ao sul do Parque Marinha do Brasil, verificou que o terreno é constituído por materiais com granulometria bastante ampla, variando desde argila até pedregulho, e com diferentes graus de consistência e compacidade (ROSA, 2009). Destacam-se, ainda, a presença de argila orgânica e de alterações nas camadas finais da sondagem. No

trabalho de Jungblut (2007), realizado na área a leste do Parque Marinha, onde se localiza o Shopping Praia de Belas, foi verificada a baixa profundidade do lençol freático (1,6 m) e a presença de camadas estratigráficas de baixa resistência ao cisalhamento. O autor afirma ainda que a área é composta por solos aluviais (neossolos), sendo que o perfil do solo apresenta-se heterogêneo com mistura de materiais de diferentes texturas (silte, argila e areia) em seus diferentes horizontes (JUNGBLUT,2007).

Para a caracterização dos solos foi possível verificar através dos parâmetros a variabilidade e a heterogeneidade do solo nos locais em qual foram realizados os estudos.

Sendo assim, observou-se na área 1 (estacionamento), a não demonstração da erosão aparente e pedregosidade, notando-se a presença de raízes e poluentes tais como: plásticos, tampas de garrafas, tocos de cigarros em grande quantidade no solo superficial. Todavia, não foram identificadas espécies de macrofauna neste local. O solo apresentou a coloração marrom escura na superfície – cor característica da presença da matéria orgânica, sendo um solo friável, ligeiramente plástico, possuindo alta porosidade, não demonstrou ser pegajoso, e mostrou-se ser um solo ácido, arenoso e desestruturado, não apresentando a formações de torrões.

Verificou-se no solo da área 2 (quadras poliesportivas) que o uso do solo é caracterizado por um gramado com a função recreacional, não demonstrando erosão aparente. Observou-se pouca pedregosidade, presenças de raízes e poluentes visíveis, tais como: plástico e papel. No entanto, foram identificadas algumas espécies de macrofauna (especialmente insetos e anelídeos) nos solos. Todavia, a cor do solo é marrom escura e o solo mostrou-se friável, ligeiramente plástico, possuindo porosidade média e pegajosidade, sendo possível verificar a formação de um cilindro frágil. Porém, notou-se que o solo é semi-estruturado, ou seja, apresentou torrões unidos por raízes. Demonstrou-se como um solo ácido e arenoso.

A observação dos solos na área 3 (túnel verde) permitiu verificar a inexistência de erosão aparente, e pouca pedregosidade, sendo possível observar a presença de muitas raízes, além de resíduos plásticos como poluentes visíveis. Além disso, foram identificadas espécies de macrofauna em grande quantidade nesta área. A cor do solo é marrom clara. Nesta área amostral foi possível verificar ser o local com maior presença de matéria orgânica, apresentando-se como um solo muito firme, plástico, possuindo porosidade média e pegajosidade. Contudo, apresentou a formação de um cilindro maleável, mostrando-se um solo estruturado, além de ácido e arenoso.

Para a área amostral 4 (campo próxima ao espelho d'água) foi possível verificar a inexistência de erosão aparente, com pouca pedregosidade. Foram observada a presença de muitas raízes e alguns resíduos plásticos, sendo estes poluentes visíveis. Além disso, foram identificadas algumas espécies de macrofauna em grande quantidade. A cor do solo é marrom escuro, demonstrando assim a matéria orgânica presente no solo. O solo possui porosidade média, sendo plástico e pegajoso, observando-se a formação de um cilindro frágil. É um solo ácido e arenoso, firme e estruturado.

A área amostral 5 (orla do Lago Guaíba) possui leve inclinação, esta demonstrando erosão aparente. Notou-se que os solos possuem pouca pedregosidade, sendo também percebidos raízes, gravetos e uma quantidade significativa de poluentes visíveis dos mais variados tais como: velas, plásticos, papéis, tocos de cigarros, objetos de ferro e de alumínio, tecidos, etc. Não foram encontradas espécies de macrofauna no local amostrado.

A cor do solo é marrom clara na superfície e apresenta pigmentação amarelada ao fundo. É um solo muito friável, sem plasticidade e pegajosidade, porém, possuindo alta porosidade devido a fração de areia. Todavia, notou-se que o solo é semi-estruturado, apresentando assim algumas formações de torrões unidos por raízes. Novamente apresentou-se como um solo ácido.

Os solos de todas as regiões amostrais apresentaram pH na faixa de 4,5 – 5,5. Os teores de argila presentes no solo interno do parque (regiões 1, 2, 3 e 4) diferenciaram-se do teor da orla do Lago Guaíba (região 5), encontrando-se 11% e 7% respectivamente.

Com relação à fertilidade do solo, os valores encontrados para CTC (capacidade de troca de cátions), de matéria orgânica e de alguns elementos são apresentados na Tabela 2. Observa-se que o solo do parque é muito pobre de nutrientes, embora apresente um valor relativamente elevado de matéria orgânica, em geral útil na retenção de íons. Observa-se na orla do Lago Guaíba um solo com menor fertilidade quanto comparada com o solo interno do parque.

Tabela 2: Análise da fertilidade do solo no parque

Parâmetros	Orla do Lago Guaíba (mg/kg)	Parque Marinha (mg/kg)
CTC (cmol _c /dm ³)	7,5	15,6
Matéria orgânica (%)	1,7	4,8
Fósforo (mg/dm ³)	>100	96
Potássio (mg/dm ³)	226	56
Cálcio (cmol _c /dm ³)	3,9	7,8
Magnésio (cmol _c /dm ³)	0,9	2,3

Os resultados dos elementos tóxicos apresentam-se na Tabela 3. A Resolução CONAMA nº420 de 28 de dezembro de 2009 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. E pode ser utilizada como referência dos parâmetros indicativos de toxicidade do solo. O solo do parque não apresentou nível de toxicidade.

Tabela 3: Análise da toxicidade do solo no parque

Parâmetros	Orla do Lago Guaíba (mg/kg)	Parque Marinha (mg/kg)	Resolução CONAMA nº 420/2009 (mg/kg)
Mercúrio	<0.01	0.05	12
Cadmio	<02	<02	3
Níquel	3	5	70
Cromo	5	8	250
Chumbo	9	30	180
Bário	48	76	300
Arsênio	<2	<2	35

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos do Parque não apresentam textura adequada para o desenvolvimento de muitas espécies de plantas. Apresentam fração granulométrica grossa (areia) predominante. Os teores de nutrientes e micronutrientes são muito baixos, requerendo a adição de fertilizantes, ou até mesmo de compostos maduros de resíduos orgânicos municipais.

Encontraram-se diversos poluentes derivados da presença humana, em especial objetos de plástico e papel na maioria dos pontos amostrais, porém não promovendo significativamente a toxicidade ao solo.

Contudo, o solo é excessivamente ácido, necessitando de um tratamento para correção de pH, como por exemplo a adição de carbonatos de cálcio e magnésio, a fim de sustentar melhor o desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS

- [1] ANTUNES, G.A.A & OJEDA, T.F.M. Caracterização dos solos do Parque Marinha do Brasil. Diagnostico Sócio-Ambiental do Parque Marinha do Brasil. Projeto Integrador do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFRS - Câmpus Porto Alegre. Porto Alegre.,2013.
- [2] BOHRER, M. D. Conforto Ambiental de um espaço público aberto na orla do Guaíba – Estudo de Caso Parque Marinha do Brasil. Trabalho apresentado como pré-requisito para conclusão da Disciplina Padrões de Habilidade (Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre, 1997.
- [3] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Resolução CONAMA 420 de 28 de dezembro de 2009. Brasília, 2009.
- [4] DIAS, T. S., FUJIMOTO, N. S. V. M., SOARES, A. Q. Compartimentos de Relevo do Município de Porto Alegre RS. Porto Alegre.,2009
- [5] JUNGBLUT, M. Relatório de Impacto Ambiental para Expansão do Shopping Praia de Belas. Porto Alegre: Profill Engenharia e Ambiente, 2007.

- [6] KERPEN, K. R. A cidade e o elemento natural: O Parque Marinha do Brasil e as políticas públicas verdes em Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em História) - Programa de Pós-Graduação de História da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, PUCRS. Porto Alegre, 2011.
- [7] MENEGAT, R (coord.). Atlas Ambiental de Porto Alegre. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- [8] MEURER, I.J. Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Genesis, 2000.
- [9] OLIVEIRA, I.; COSTA, K. A. P. Formação de acidez do solo. FMB, 2009. Disponível em: <http://www.fmb.edu.br/ler_artigo.php?artigo=261>. Acessado em 27 de ago. 2013.
- [10] ROSA, A.N. Relatório Ambiental Simplificado para Licenciamento das Obras de Reforma e Modernização do Estádio Beira-Rio, Construção de Hotel e Edifícios Garagem. Porto Alegre: Relatório Elaborado por MRS Estudos Ambientais Ltda., 2009.
- [11] SCHNEIDER, P. ; GIASSON, E. & KLAMT, E. Morfologia do solo: subsídios para caracterização e interpretação de solos a campo. Guaíba/RS : Agrolivros, 2007.
- [12] WHATELY. M. (coord.). Parques urbanos municipais de São Paulo – subsídios para a gestão. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2008.

Capítulo 6

Avaliação da qualidade das águas subterrâneas no Município de Parauapebas (Estado do Pará) usando ferramentas quimiométricas

Henrique Sousa Chave

Denilton Galvão de Moraes

Heronides Adonias Dantas Filho

Kelly das Graças Fernandes Dantas

Antônio Thiago Madeira Beirão

Katiane Pereira da Silva

José Nilton da Silva

Vicente Filho Alves Silva

Priscilla Andrade Silva

Fabio Israel Martins Carvalho

Resumo: Amostras de águas subterrâneas foram coletadas em 20 locais de amostragem distribuídos em nove bairros do Município de Parauapebas (Estado do Pará), com o objetivo de avaliar a qualidade das águas subterrâneas captadas em poços tubulares potencialmente utilizados para consumo humano. Para todas as amostras de águas subterrâneas foram analisados nove parâmetros físico-químicos de qualidade, tais como temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), turbidez (TRB), cor, teor de cloreto (Cl-) e sólidos totais dissolvidos (STD). A partir desses resultados e para melhor entender o comportamento físico-químico dessas águas, ferramentas quimiométricas, tais como a análise de componentes principais (PCA) e análise de agrupamento hierárquico (HCA) foram usadas para proceder a uma avaliação mais completa dos dados originais. Os parâmetros físico-químicos analisados mostraram que para as águas subterrâneas coletadas em poços tubulares somente o bairro Da Paz apresentaram os valores mais elevados para sólidos totais dissolvidos (175,0 a 271,8 mg L⁻¹), condutividade elétrica (136,3 a 216,7 μ S cm⁻¹) e cor (5,0 a 15,0 uH), caracterizando uma influência de atividades antropogênicas de contaminação. Além disso, a PCA explicou 75,5% da variância total dos dados, enquanto a HCA confirmou as correlações encontradas na PCA, possibilitando avaliar o grau de similaridade entre as amostras e identificar os bairros mais propensos à contaminação de suas águas subterrâneas.

Palavras-chave: água subterrânea, análises físico-químicas, quimiometria.

1. INTRODUÇÃO

O comprometimento da qualidade das águas subterrâneas se intensifica nos grandes centros urbanos, principalmente pelo uso e ocupação do solo, gerando efluentes diversos que retornam para os corpos hídricos, interferindo em sua qualidade, e em menor intensidade pela sazonalidade (AZEVEDO, 2006; CAMPANHA et al., 2010). Por isso, o monitoramento de águas subterrâneas empregando análises químicas é uma medida importante para avaliar a sua qualidade, servindo de indicativos para identificação de possíveis fontes de contaminação, que podem alterar significativamente as propriedades químicas da água, comprometendo o equilíbrio geral do sistema, causando prejuízos econômicos e inviabilizando seu consumo (REBOUÇAS et al., 2006).

Segundo Rebouças et al. (2006), as águas subterrâneas vêm perdendo em qualidade devido à sua contaminação por fossas sépticas, aterros sanitários, contaminação por pesticidas, fertilizantes, intrusão salina, fraturas em oleodutos, poços abandonados ou mal selados, resíduos industriais, depósitos subterrâneos de produtos químicos e vazamento tanques de armazenamento subterrâneo de combustíveis, etc. A contaminação de aquíferos por diversas fonte de contaminação antropogênicas e/ou naturais vem sendo uma preocupação mundial e tem sido também muito discutida no Brasil (DÓREA et al., 2007; FORTE et al., 2007).

Na região urbana da Cidade de Parauapebas, Sudeste do Estado do Pará, uma grande quantidade de condomínios residências e domicílios particulares utilizam para abastecimento, poços tubulares e escavados do tipo “Amazonas” como fonte de captação de água de mananciais subterrâneos, proveniente de corpo hidrogeológico (CARVALHO et al., 2019). Além disso, estes poços são perfurados, na maioria das vezes, sem levar em consideração os aspectos hidrogeológicos desse manancial e as proximidades de fossas (sépticas ou rudimentares) e esgotos, nem são sempre construídos obedecendo a critérios técnicos recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentando grande vulnerabilidade à contaminação (CARVALHO et al., 2015, CARVALHO et al., 2020).

No Brasil, existem duas legislações vigentes para avaliação da qualidade da água, a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água subterrânea e superficial para consumo humano, relativas aos padrões de potabilidade (MS, 2011) e, a Resolução Nº 396/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece a classificação das águas subterrâneas e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como algumas definições relacionadas à suas características e os padrões estabelecidos conforme o seu uso (CONAMA, 2008).

Nos últimos anos a aplicação de métodos estatísticos multivariados como análise de componentes principais (PCA) e a análise hierárquica de agrupamentos (HCA) tem sido utilizado com frequência em diversos estudos reportados na literatura como ferramenta quimiométrica útil para extrair um maior número de informações obtidas através de análises de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e elementos metálicos em amostras de águas superficiais, subterrâneas, chuva e minerais (CARVALHO et al., 2015).

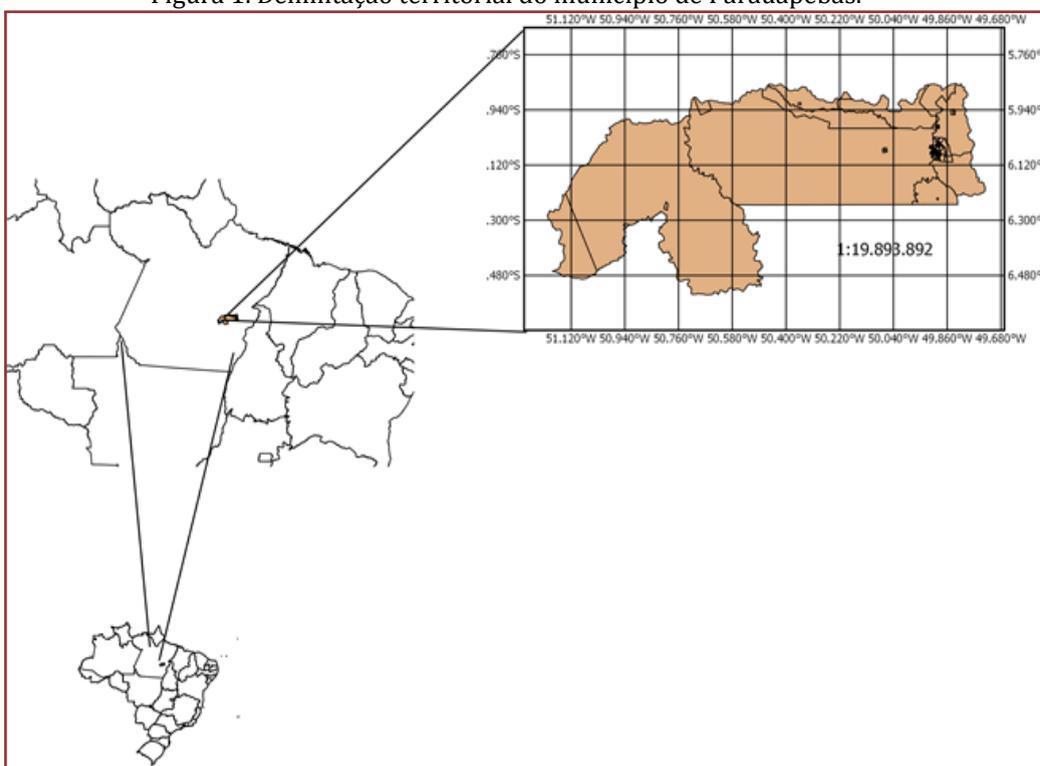
Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas subterrâneas captadas em poços tubulares potencialmente utilizados para consumo humano pela população de nove bairros localizados na Cidade de Parauapebas (Sudeste do Estado do Pará) a partir da determinação de parâmetros físico-químicos das mesmas. Além disso, a análise multivariada (PCA e HCA) foi usada para uma avaliação mais completa dos dados originais, possibilitando uma extração máxima de informações para melhor interpretar e evidenciar possíveis correlações entre amostras e variáveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na área urbana da Cidade de Parauapebas/PA, localizada ao Norte do Brasil e Sudeste do Estado do Pará, de acordo com as seguintes coordenadas: 6.0675°S e 49.9022°W, como se pode observar na Figura 1, a qual ilustra os limites territoriais do município, onde a área urbana é marcada pelo contraste mais escuro.

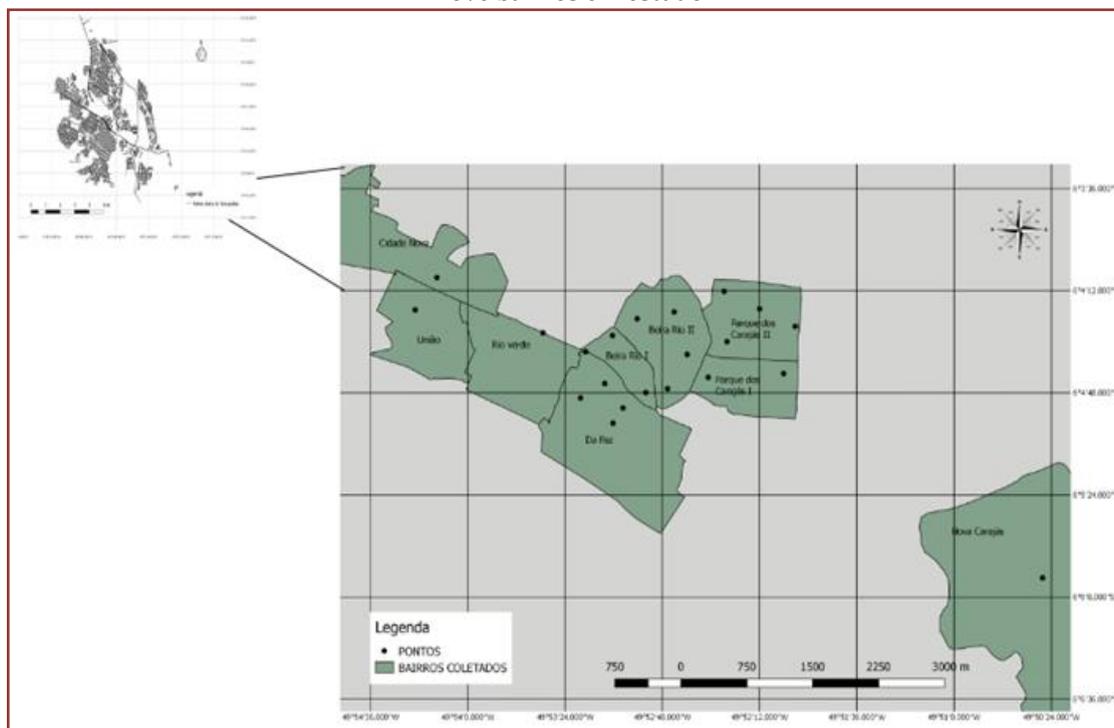
Figura 1. Delimitação territorial do município de Parauapebas.



Inicialmente foi feito um estudo da área, em consonância com a elaboração de um mapa vetorial através do programa Quantum Gis em sua versão 2.18 e com base de dados, referentes as malhas municipais do ano de 2010 (último senso demográfico), fornecidas por meio do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Como os dados obtidos não condiziam com a atualidade, foi elaborado um novo mapa com auxílio do Google Maps e da ferramenta QuickMapServices, presente no software de mapeamento utilizado. Vale ressaltar que os mapas de bairros podem não representar a realidade de forma verossímil, isso, em função da ausência de dados referentes as fronteiras de alguns desses.

Observa-se na Figura 2 a malha urbana do município seguida de um mapa de ampliado para os bairros onde foram realizadas as coletas. A zona ampliada apresenta, quase em sua totalidade, um complexo de bairros centrais, com elevada concentração habitacional e de estabelecimentos comerciais, são eles: Da Paz, Rio Verde, Cidade Nova, União, Beira Rio I e II, e Parque dos Carajás I e II; entre as latitudes 6°3'36"S e 6°5'24"S, e no intervalo das longitudes 49°54'36"W e 49°52'12"W.

Figura 2. Malha municipal de Parauapebas e ampliação dos respectivos pontos de coleta distribuídos nos nove bairros em estudo.



O maior número de coletas realizadas foi, especialmente, nos bairros da Paz, Beira Rio I e II e Parque dos Carajás I e II, devido à predominância de poços tubulares de captação de água subterrânea. A exceção foi o bairro Nova Carajás, que se encontra afastado da região central do município, no qual foi definido apenas um ponto de coleta. Nos bairros União e Rio Verde, por outro lado, as residências consultadas apresentavam, predominantemente, abastecimento da rede pública de água, reduzindo significativamente o número de amostras coletadas nos bairros citados.

Os bairros em estudo estão localizados próximos às micro-bacias hidrográficas que cortam a Cidade de Parauapebas, sendo um aspecto hidrográfico marcante, e por consequência da expansão e desenvolvimento urbano, foram transformados em esgotos a céu aberto, recebendo efluentes domésticos e industriais sem que houvesse algum tratamento prévio destes resíduos (CARVALHO et al., 2015). Todos os pontos de coleta foram georreferenciados utilizando um aparelho de localização (global positioning system, modelo Garmin Map 76).

As coletas foram realizadas em residências e condomínios residências horizontais e verticais, que fazem uso de água subterrânea proveniente do lençol freático. Os pontos de coleta, bairros, código de amostras e suas coordenadas geográficas estão descritos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos 20 pontos coletados nos nove bairros da cidade de Parauapebas-PA.

Pontos de coleta	Bairro	Código das amostras	Coordenadas geográficas
1	Rio Verde	RV1	6°4'27,12"S e 49°53'32,14"W
2	Da Paz	DP1	6°4'32,97"S e 49°53'19,85"W
3	Da Paz	DP2	6°4'49,11"S e 49°53'18,39"W
4	Da Paz	DP3	6°4'44,62"S e 49°53'5,87"W
5	Da Paz	DP4	6°4'52,4"S e 49°53'2,35"W
6	Da Paz	DP5	6°4'56,2"S e 49°53'6,24"W
7	União	UN1	6°4'16,64"S e 49°54'23,84"W
8	Cidade Nova	CN1	6°4'4,81"S e 49°54'14,04"W

(continuação)

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos 20 pontos coletados nos nove bairros da cidade de Parauapebas-PA.

Pontos de coleta	Bairro	Código das amostras	Coordenadas geográficas
9	Nova Carajás	NC1	6°5'52,81"S e 49°50'27,41"W
10	Beira Rio I	BRI(1)	6°4'27,12"S e 49°53'32,14"W
11	Beira Rio I	BRI(2)	6°4'32,97"S e 49°53'19,85"W
12	Beira Rio II	BRII(1)	6°4'49,11"S e 49°53'18,39"W
13	Beira Rio II	BRII(2)	6°4'44,62"S e 49°53'5,87"W
14	Beira Rio II	BRII(3)	6°4'52,4"S e 49°53'2,35"W
15	Beira Rio II	BRII(4)	6°4'56,2"S e 49°53'6,24"W
16	Parque dos Carajás I	PCI(1)	6°4'16,64"S e 49°54'23,84"W
17	Parque dos Carajás I	PCI(2)	6°4'4,81"S e 49°54'14,04"W
18	Parque dos Carajás II	PCII(1)	6°5'52,81"S e 49°50'27,41"W
19	Parque dos Carajás II	PCII(2)	6°4'4,81"S e 49°54'14,04"W
20	Parque dos Carajás II	PCII(3)	6°5'52,81"S e 49°50'27,41"W

2.2. AMOSTRAGEM

Entre os meses de maio e junho de 2019, vinte amostras de água subterrânea foram coletadas nos pontos de amostragem distribuídos em nove bairros da Cidade de Parauapebas (Da Paz: 5 amostras; Beira Rio II: 4 amostras; Parque dos Carajás II: 3 amostras; Parque dos Carajás I: 2 amostras; Beira-Rio I: 2 amostras; Cidade Nova: 1 amostra; Nova Carajás: 1 amostra; Rio Verde: 1 amostra e União: 1 amostra).

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno (500 mL) previamente esterilizados para realização das análises físico-químicas. Após a coleta, todas as amostras foram levadas para o Laboratório de Química do Campus de Parauapebas da Universidade Federal Rural da Amazônia devidamente identificadas, mantidas sobre refrigeração à temperatura de 4 °C e protegidas da luz para realização das análises físico-químicas. Todos os parâmetros físico-químicos foram realizados em triplicata.

2.3. INSTRUMENTOS E ACESSÓRIOS

Um termômetro de mercúrio (marca Incoterm) com escala entre 0 e 50 °C foi utilizado para medir a temperatura no momento da coleta. As demais análises foram realizadas no laboratório, com pHmetro de bancada (Marca Hanna Instruments, Modelo HI9321Q-799D), condutivímetro de bancada (Marca Hanna Instruments, Modelo HMCDB-150), turbidímetro de bancada (Marca Cheeselab, Modelo CL 1000). A cor, o teor de cloreto (Cl⁻) e os sólidos totais dissolvidos (STD) foram determinados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater from American Public Health Association* (APHA, 2005).

Os materiais de plástico de polietileno, vidrarias e frascos volumétricos foram lavados com água corrente, depois com água desionizada e, em seguida foram imersos em banho em solução de HNO₃ 10% (v/v) durante 24 h. Posteriormente, esses materiais foram lavados abundantemente com água desionizada e secos a temperatura ambiente.

2.4. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos:

A temperatura (T), o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica (CE) e a turbidez (TRB) foram medidas diretamente nas amostras brutas. A cor foi determinada pelo método de comparação visual (Método 2120B, APHA, 2005). O teor de cloreto (Cl⁻) foi determinado pelo método argentimétrico (Método 4500B, APHA, 2005). Os sólidos totais dissolvidos (STD) foram determinados pelo método gravimétrico (Método 2540B, APHA, 2005). Todas as análises foram realizadas em triplicata ($n = 3$), com exceção da temperatura somente uma replicata ($n = 1$).

2.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para o tratamento estatístico dos resultados, foram utilizados recursos básicos de estatística descritiva e métodos multivariados análise de componentes principais (PCA) e análise hierárquica de agrupamento (HCA), sendo processados com o auxílio do software Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). O nível de significância obtido para a análise estatística dos dados foi de $p < 0,05$.

Para realização da PCA e HCA, primeiramente construiu-se uma matriz de dados normalizadas contendo 20 linhas (amostras) e 7 colunas (variáveis: temperatura (T), pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (TRB), cor, teor de cloreto (Cl^-), sólidos totais dissolvidos (STD)). O tipo de pré-processamento da matriz de dados originais foi o auto-escalamento, recurso utilizado em análise estatística onde se centra os dados na média e divide-se cada um pelo desvio padrão, de forma que todas variáveis passam a ter a mesma importância, ou seja, o mesmo peso, ocorrendo à normalização dos dados, procedimento que elimina a influência de diferentes unidades de medida (BEEBE et al., 1998; MINGOTI, 2005). Em seguida, os dados auto-escalados foram submetidos à PCA e HCA para melhor interpretação das 20 amostras de águas subterrâneas.

A PCA foi utilizada neste estudo com o objetivo de reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados e detectar as variáveis mais significativas com a mínima perda dos dados originais, preservando ao mesmo tempo o máximo de informação (MINGOTI, 2005). Isto é feito através de cálculos de combinações lineares das variáveis originais, formando os componentes principais. Para isto, a matriz de dados originais é aproximada para duas matrizes menores (BEEBE et al., 1998). Desta forma, com o resultado da PCA foram obtidos gráficos bidimensionais de *scores* e *loadings*, que facilitam a visualização das informações dos dados experimentais, isto é, a distribuição das amostras e a importância das variáveis (CARVALHO et al., 2014).

Enquanto a HCA, por outro lado, é usada para analisar um conjunto de dados em termos de grupos definidos de maneira hierárquica, de acordo com a similaridade observada entre variáveis ou amostras, servindo de ferramenta complementar para PCA (MINGOTI, 2005). Neste estudo, a HCA foi realizada com base nos dados normalizados, utilizando o método Ward's, como método hierárquico aglomerativo e como medida de similaridade foi utilizada as distâncias Euclidianas normalizadas (BEEBE et al., 1998). Com base nos cálculos obteve-se o dendrograma das amostras de águas subterrâneas, o qual permite verificar o grau de similaridade entre os grupos formados (CARVALHO et al., 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os valores médios dos resultados obtidos correspondentes aos 7 parâmetros físico-químicos determinados nas amostras de águas subterrâneas estudadas estão apresentados na Tabela 2. Os resultados obtidos foram comparados com os valores padrões indicados pela legislação brasileira de referência, MS 2914/2011 e CONAMA 396/2008, acerca da qualidade de águas potável e subterrânea, respectivamente. Tabela 2. Valores obtidos para os parâmetros físico-químicos das amostras de águas subterrâneas.

Parâmetros	Unidades	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	BRII1	BRII2	BRII3	BRII4	PCII1	PCII2	PCII3	PCI1	PCI2	BRI1	BRI2	CN1	NC1	RV1	UN1
T	°C	27	26,5	27	26,5	25,5	26,5	26,5	27	27	26	26,5	25	25,5	26	27	27	27	27	26	27
pH	-	5,34	5,85	5,26	5,53	5,72	5,62	6,08	5,82	5,92	5,58	5,83	6,12	6,05	5,67	5,86	5,54	5,6	5,5	5,6	5,6
TRB	UNT	1,5	1,5	1,25	1,75	1	1,75	1,5	1,25	1,25	1	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,3	1	1	1,5
CE	$\mu\text{S cm}^{-1}$	164	176	136	158	217	87,2	74	72,2	65,5	68,3	74,1	60,2	77,3	59,4	71,7	55	54	82	51	64
Cor	uH	10	5	5	15	15	5	10	7,5	10	10	10	5	5	5	10	10	7,5	7,5	10	10
Cl^-	mg L^{-1}	21	17,4	20,4	12,7	26,1	23,2	10,6	15,3	11,8	14,1	11	18,3	15,5	12,7	12,2	10,2	15	16	26	16
STD	mg L^{-1}	178	203	186	175	272	91,5	83	87	74	76	85,5	70,5	88,5	69,3	77,5	71,5	68	79	65	57

Os valores de estatística descritiva e os valores máximos permitidos (VMP) para os parâmetros físico-químicos determinados nas amostras de águas subterrâneas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de estatística descritiva e VMP para todos os parâmetros físico-químicos determinados nas amostras de água subterrânea ($N = 20$).

Parâmetros	Unidades	Média \pm SD	Mínimo - Máximo	MS 2914/2011 ^a	CONAMA 396/2008 ^a
T pH	°C	26,45 \pm 0,46	25,0 - 27,0	-	-
	-	5,70 \pm 0,82	5,26 - 6,12	6,0 a 9,5 ¹	-
TRB	UNT	1,33 \pm 0,36	1,0 - 1,75	5	-
CE	$\mu\text{S cm}^{-1}$	93,38 \pm 45,2	51,0 - 216,7	-	-
Cor	uH	8,62 \pm 2,76	5,0 - 15,0	15	-
Cl ⁻	mg L ⁻¹	16,27 \pm 6,35	10,2 - 26,1	250	250
STD	mg L ⁻¹	107,80 \pm 64,6	56,5 - 271,8	1000	1000

SD= desvio-padrão; ^a valores máximos permitidos (VMP) e ¹ faixa recomendada pela Portaria Nº 2914/2011 do MS.

Os valores obtidos de temperatura em todas as amostras variaram de 25 a 27°C, apresentando uma amplitude térmica pequena, isto é, as temperaturas nas águas não sofreram grandes mudanças (DIAS et al., 2004).

O valor de pH nas amostras variaram de 5,26 a 6,12, observando-se que na área de estudo temos águas com características predominantemente ácidas. Somente as amostras BRII2, PCI1 e PCI3 obtiveram pH de acordo com o valor recomendado pelo MS 2914/2011 (6,0 a 9,5), enquanto as demais amostras o pH variou de 5,26 a 5,92, sendo consideradas águas levemente ácidas, refletindo a acidez característica das águas subterrâneas da região (AZEVEDO, 2006; CABRAL et al., 2006). De acordo com Carvalho et al. (2015), águas subterrâneas que apresentam pH ácido pode ser indício de contaminação dos poços tubulares por fossas e esgotos domésticos. Vale ressaltar que o pH das águas naturais influenciam na solubilidade de compostos contendo metais traços, com a ordem decrescente de solubilidade, Cd > Cu > Pb, sendo esta fração solúvel e biodisponível para interagir com organismos vivos (FONTENELLE et al., 2009).

Os valores de condutividade elétrica variaram de 51,0 a 216,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e encontram-se abaixo dos teores obtidos em estudos de outros autores (CABRAL et al., 2006; CARVALHO et al., 2015). Todas as amostras de água subterrâneas coletadas no bairro Da Paz apresentaram CE > 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, indicando altos teores de sais dissolvidos ionizados, podendo as mesmas estarem contaminadas decorrentes do despejo de efluentes domésticos, com isso aumentando o grau de salinidade destas águas (SANTOS et., 2011).

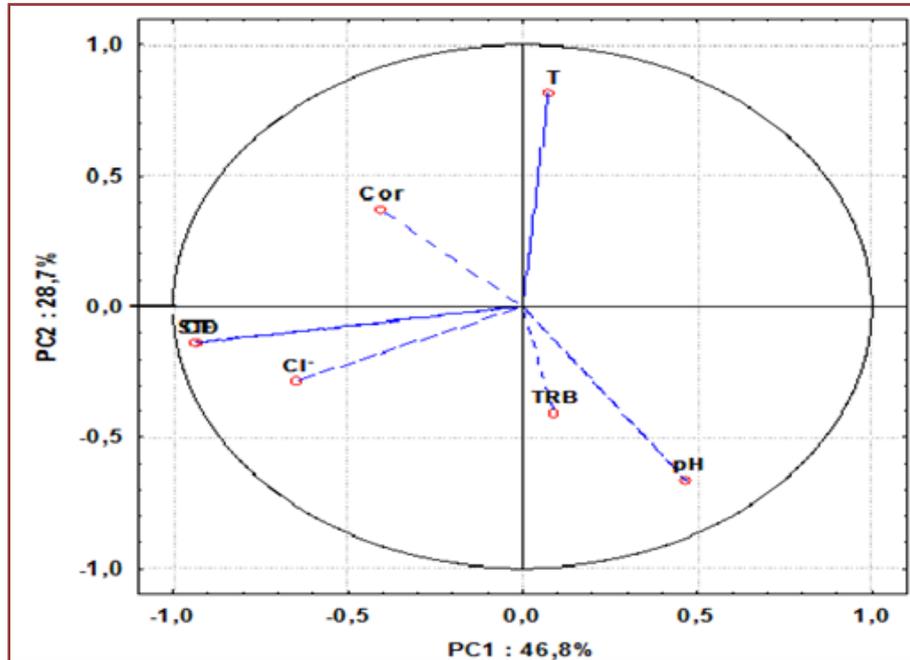
Os valores obtidos de teor de cloreto (10,2 a 25,7 mg L⁻¹), sólidos totais dissolvidos (56,5 a 271,8 mg L⁻¹) e turbidez (1,0 a 1,75 NTU), encontram-se abaixo dos valores máximos permitidos pela MS 2914/2011 e CONAMA 396/2008. Porém, as amostras com teores mais elevados de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica estão fortemente associadas à contaminação pela descarga de efluentes domésticos (SANTOS et al., 2011). A cor variou de 5,0 a 15,0 μH , mas somente as amostras DP4 e DP5 coletadas no bairro Da Paz apresentaram valores iguais ao limite máximo permitido (15,0 μH) pela MS 2914/2011. Isto ocorre porque estas amostras sofrem influência da maior carga de material sólido em suspensão (BAIG et al., 2009).

3.2. MÉTODOS MULTIVARIADOS

Para melhor extração de informações das amostras e variáveis e uma avaliação mais minuciosa dos dados, aplicou-se a análise de componentes principais (PCA) e análise hierárquica de agrupamento (HCA) a fim de conduzir a uma melhor interpretação dos dados multivariados e observar semelhanças e/ou diferenças entre as amostras de águas subterrâneas, a partir de suas características físico-químicas apresentadas na Tabela 3.

Desta forma, a PCA projetou os dados em um espaço com 7 dimensões no plano (7 PCs), sendo que de acordo com o critério de Kaiser, somente as duas componentes principais iniciais (PC1: 46,8% e PC2: 28,7%) foram consideradas as mais significativas para variância explicada dos dados, pois cada componente apresentou autovalores > 1 (CARVALHO et al., 2015; ALEX et al., 2019; ALVES et al., 2019), totalizando 75,5% da variância total dos dados originais.

Figura 4. Gráfico dos *loadings* PC1 x PC2 correspondentes aos parâmetros físico-químicos determinados nas amostras de águas subterrâneas.



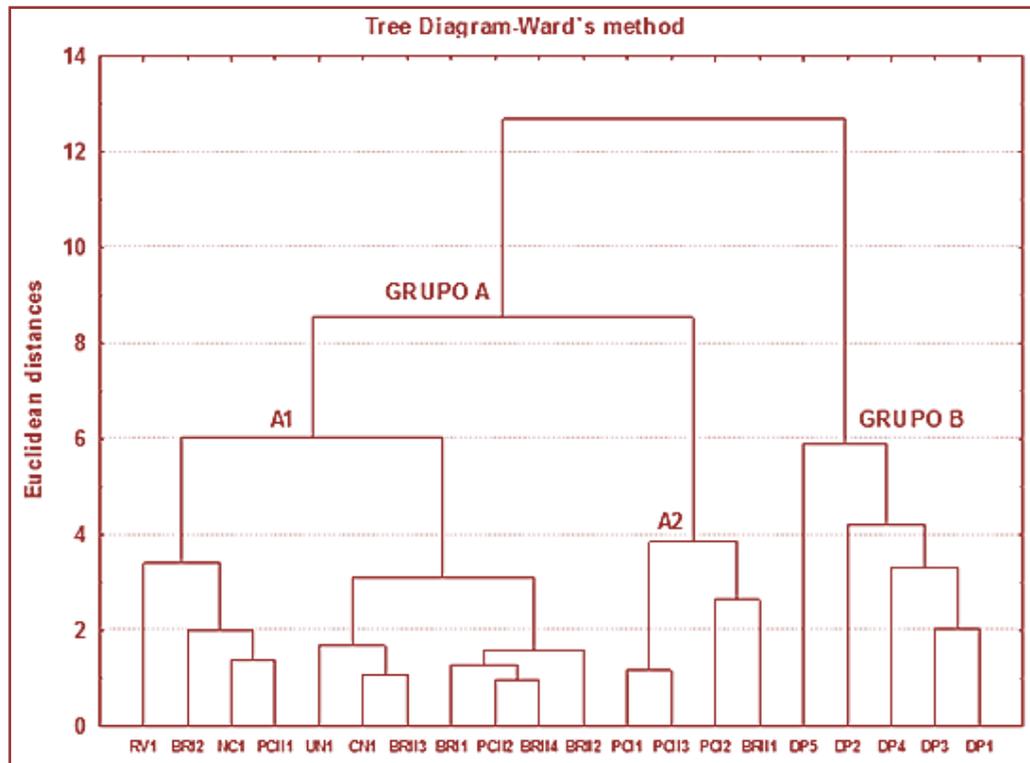
A primeira componente principal (PC1) foi a que mais contribuiu para a separação das amostras, explicando 46,8% da variância dos dados, concentrando informações a respeito das variáveis CE, STD, Cor e Cl⁻, que apresentaram correlação altamente negativa, sendo as mais significativas para a discriminação das amostras do grupo B (DP5, DP2, DP4, DP3 e DP1) em relação às amostras do grupo A (BRI1, BRI2, BRII1, BRII2, BRII3, BRII4, PCI1, PCI2, PCII1, PCII2, PCII3, CN1, NC1, RV1 e UN1), consequência dos valores mais elevados de CE, STD, Cor e Cl⁻ para amostras contidas no grupo B (Tabela 2). Por outro lado, a T, TRB e pH estão correlacionadas positivamente na PC1, exercendo certa influência na formação das amostras presentes no grupo A.

Os resultados obtidos das associações entre as variáveis físico-químicas e amostras observados através da projeção bidimensional das PCs (PC1 x PC2) com maior variância explicada (75,5%) foram confirmados pelos agrupamentos formados na HCA. No dendrograma apresentado na Figura 5, as linhas verticais representam as amostras e as linhas horizontais representam as medidas de similaridades calculadas empregando-se as distâncias Euclidianas, as quais foram responsáveis para formação de agrupamentos entre as amostras de águas subterrâneas em termos de similaridades de acordo os dados normalizados.

Inicialmente observar-se claramente no dendrograma apresentado na Figura 5, a formação de dois agrupamentos separados pela máxima dissimilaridade, identificados como agrupamentos A e B com distância Euclidiana de 12,8. Analisando o dendrograma no sentido da esquerda para direita, observa-se que o agrupamento A apresentou distância Euclidiana 8,6. Este agrupamento foi formado pelo subagrupamento A1 (amostras RV1, BRI2, NC1, PCII1, UN1, CN1, BRII3, BRI1, PC2II, BRII4 e BRII2) e subagrupamento A2 (amostras PCI1, PCII3, PCI2 e BRII1), demonstraram menor similaridade de acordo com a análise dos subagrupamentos formados na HCA, corroborando com as interpretações feitas na PCA no gráfico dos *scores* (Figura 3).

O agrupamento B apresentou distância Euclidiana 6,0. Este agrupamento foi formado pelas amostras DP5, DP2, DP4, DP3 e DP1, respectivamente, demonstrando maior similaridade quando comparado com o agrupamento A, agregando com as observações realizadas no gráfico dos *scores* da PC1 x PC2.

Figura 5. Dendrograma obtido para as amostras de águas subterrâneas a partir das distâncias Euclidianas normalizadas.



4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para todos os parâmetros físico-químicos estudados mostraram que todas as amostras de águas subterrâneas atenderam os limites estabelecidos pela Portaria MS 2914/2011 e Resolução CONAMA 396/2008, não caracterizando um potencial risco para a saúde da população dos bairros da Cidade de Parauapebas onde foram realizadas coletas de águas subterrâneas que fazem uso de poços tubulares para captação de águas subterrâneas para consumo humano. Porém, após a avaliação dos resultados mais elevados de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e cor, para as amostras de águas subterrâneas coletadas no bairro Da Paz, servindo de indicativos para identificação de possíveis atividades antropogênicas de contaminação, principalmente em relação à descarga de efluentes domésticos.

Com o auxílio de métodos multivariados, a PCA e HCA aplicada nos dados obtidos dos parâmetros físico-químicos determinados nas 20 amostras de águas subterrâneas, revelaram diferenças significativas entre as amostras estudadas, sendo possível observar a formação de dois grupos distintos (A e B).

Os parâmetros físico-químicos mais significativos para a separação dos dois grupos foram temperatura, pH, condutividade elétrica, cor, teor de cloreto, sólidos totais dissolvidos. Assim, a análise estatística multivariada dos dados obtidos pela PCA e HCA serviu como uma ferramenta exploratória na análise e interpretação dos dados originais. Foi possível extrair informações relevantes e capazes de identificar semelhanças e diferenças apresentadas pelas amostras de águas subterrâneas, correlacionando-as com os parâmetros físico-químicos estudados.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, B. S. F.; JUNIOR, J. B. P.; CARVALHO, F. I. M.; FILHO, H. A. D.; FERNANDES DANTAS, KELLY G.. Mineral Composition of Amazonian Fruits by Flame Atomic Absorption Spectrometry Using Multivariate Analysis. *Biological Trace Element Research*, v. 189, p. 259-266, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1451-6>

- [2] APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), 21th. ed. Washington, DC, USA, 2005.
- [3] AZEVEDO, R. P.. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 3, p. 312-320, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300004>
- [4] BAIG, J. A.; KAZI, T. G.; ARAIN, M. B.; AFRIDI, H. I.; KANDHRO, G. A.; SARFRAZ, R. A.; JAMAL, M. K.; SHAH, A. Q.. Evaluation of arsenic and other physicochemical parameters of surface and groundwater of Jamshoro, Pakistan. *Journal of Hazardous Materials*, v. 166, p. 662-669, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.069>
- [5] BEEBE, K. R.; PELL, R. J.; SEASHOLTZ, M. B.. *Chemometrics: A Practical Guide*, John Wiley & Sons: New York, 1998.
- [6] CABRAL, N. M. T.. Teores de (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺) nas águas do aquífero Barreiras nos bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal – Belém/PA. *Química Nova*, v. 30, p. 1804-1808, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000800003>
- [7] CABRAL, N. M. T.; LIMA, L. M.. Comportamento hidrogeoquímico das águas do aquífero Barreiras nos bairros centrais de Belém, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 1, n. 1, p. 149-166, 2006.
- [8] CAMPANHA, M. B.; MELO, C. A.; MOREIRA, A. B.; FERRARESE, R. F. M. S.; TADINI, A. M.; GARBIN, E. V.; BISINOTI, M. C.. Variabilidade espacial e temporal de parâmetros físico-químicos nos rios turvo, preto e grande no Estado de São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v. 33, n. 9, p. 1831-1836, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000900002>
- [9] CARVALHO, F. I. M.; DANTAS FILHO, H. A.; DANTAS, K. G. F.. Simultaneous determination of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons in groundwater by GC-FID after solid-phase extraction. *SN Applied Sciences*, 1:804, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0839-z>
- [10] CARVALHO, F. I. M.; LEMOS, V. P.; DANTAS FILHO, H. A.; DANTAS, K. G. F.. Assessment of Groundwater Quality from the Belém Based on Physicochemical Parameters and Levels of Trace Elements Using Multivariate Analysis. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 6, p. 2221-2241, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150132>
- [11] CHAVES, H. S.; MORAIS, D. G.; COSTA, K. A. D.; DANTAS, K. G. F.; SILVA, C. R.; SILVA, J. N.; SILVA, J. P.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A.; CARVALHO, F. I. M.. Estudo da qualidade das águas subterrâneas de abastecimento em bairros na cidade de parauapebas a partir de parâmetros físico-químicos. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, v. 11, p. 113-121, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0011>
- [12] CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 396 de 3 de abril de 2008. *Diário Oficial da União*, 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 20/03/2019.
- [13] CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; SOUZA, A. D. G.; NAVARRO, G. R. B.. Anthropogenic influences on annual flux of cations and anions at meio stream basin, São Paulo State, Brasil. *Water, Air, and Soil Pollution*, n. 205, p. 79-91, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0057-1>
- [14] DIAS, J. C.; LIMA, W. N.. Comparação de métodos para a determinação de matéria orgânica em amostras ambientais. *Revista Científica da UFPA*. V. 4, P. 1-16, 2004.
- [15] DÓREA, H. S.; BISPO, J. R. L.; ARAGÃO, K. A. S.; CUNHA, B. B.; NAVICKIENE, S.; ALVES, J. P. H.; ROMÃO, L. P. C.; GARCIA, C. A. B.. Analysis of BTEX, PAHs and metals in the oilfield produced water in the State of Sergipe, Brazil. *Microchemical Journal*, v. 85, p. 234-238, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2006.06.002>
- [16] FONTENELE, A. P. G.; PEDROTTI, J. J.; FORNARO, A.. Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas subterrâneas na cidade de São Paulo. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 839-844, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000400003>
- [17] FORTE, E. J.; AZEVEDO, M. S.; OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, R.. Contaminação de aquífero por hidrocarbonetos: Estudo de caso na Vila Tupi, Porto Velho - Rondônia. *Química Nova*, v. 30, n. 7, p. 1539-1544, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000700008>

- [18] MARTINS, A. S.; JUNIOR, J. B. P.; GOMES, A. A.; CARVALHO, F. I. M.; FILHO, H. A. D.; DAS GRAÇAS FERNANDES DANTAS, K. G. F.. Mineral Composition Evaluation in Energy Drinks Using ICP OES and Chemometric Tools. *Biological Trace Element Research*, v. 194, p. 284-294, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01770-y>
- [19] MINGOTI, S. A. *Análise de Dados através de Métodos de Estatística Multivariada*. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- [20] MS. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. *Diário Oficial da União*, 2011. Disponível em <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 20/03/2019.
- [21] PANERO, F. S.; DA SILVA, H. E. B.. Application of exploratory data analysis for the characterization of tubular wells of the North of Brazil. *Microchemical Journal*, v. 88, p. 194-200, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2007.11.020>
- [22] REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- [23] SANTOS, J. S.; DOS SANTOS, M. L. P.; Alexandrino, D. M.. Comparative study of the salinalization process in surface water reservoirs located in two distinct regions in southwestern Bahia, Brasil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 22, n. 8, p. 1418-1425, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532011000800004>

Capítulo 7

Qualidade hídrica do Rio Jardim, no Distrito Federal, Brasil

Lucas Duarte Oliveira

Wellmo dos Santos Alves

Maria Antonia Balbino Pereira

Resumo: Diante dos impactos decorrentes das atividades antrópicas nos recursos hídricos, objetivou-se analisar a concentração (mg.L^{-1}) de oxigênio dissolvido (OD), fósforo total (FT) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do Rio Jardim, no Distrito Federal. As amostragens foram feitas em quatro pontos. As coletas e análise das amostras foram realizadas pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA). Os resultados foram obtidos entre nos anos de 2001 a 2014, os quais foram disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA). As médias foram comparadas com os limites para OD, FT e DBO estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1, 2, 3 e 4 de água doce. Valores médios de alguns pontos para FT não atenderam aos limites para classe 1, 2 e 3, podendo estar relacionados às atividades antrópicas presentes na área de contribuição dos pontos amostrais, como a agropecuária, granjas e áreas urbanas. Esses resultados são de suma importância para subsidiar a gestão ambiental desse corpo hídrico.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Recursos hídricos; Resolução CONAMA 357/2005.

1. INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas, caracterizadas pelo uso do solo, que produzem erosão, sedimentação, poluições, contaminações em grande escala, estão afetando os corpos hídricos (TUNDISI; MATSUMURA TUNDISI, 2015).

Lamparelli (2004) afirma que um dos principais problemas que afetam os corpos hídricos é o lançamento excessivo de nutrientes em tais ambientais, alterando suas características e afetando seu uso. Sendo assim, o excesso de nutrientes em um curso hídrico aumenta seu grau de trofia, podendo ocasionar o fenômeno da eutrofização, caracterizado principalmente pela presença de fósforo (WIEGAND; PIEDRA; ARAÚJO, 2016).

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) em um corpo hídrico está relacionada ao seu grau de trofia (BARRETO et al., 2013). Já a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), de acordo com Libânio (2010), indica a intensidade do consumo de oxigênio (mg.L^{-1}) necessário para a estabilização da matéria orgânica (MO) pelas bactérias.

O Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA pertence a Agência Nacional de Águas (ANA), que objetiva ampliar os conhecimentos pertinentes à qualidade das águas superficiais no Brasil. Metadados de vários cursos hídricos brasileiros são fornecidos por esse programa.

Com isso, objetivou-se investigar os níveis de OD, Fósforo total (FT) e DBO durante o período de 2001 a 2014, nas águas do Rio Jardim, localizado no Distrito Federal (DF), através de dados fornecidos pela ANA (ANA, 2016), e compará-los com os limites estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) para água doce (BRASIL, 2005).

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado sobre a qualidade da água do Rio Jardim, localizado no DF, onde o mesmo integra a Bacia Hidrográfica do Rio Preto. Mesquita (2017) afirma que a bacia supracitada no DF abrange atividades ligadas à agropecuária e núcleos rurais.

A coleta foi feita em quatro pontos, nomeados de ponto 1 (P1), com local nas coordenadas geográficas $15^{\circ}48'18,58'' \text{ S} / 47^{\circ}33'39,36'' \text{ W}$, 11 km da nascente, ponto 2 (P2), com local nas coordenadas geográficas $15^{\circ}49'39,55'' \text{ S} / 47^{\circ}31'26,50'' \text{ W}$, 19,25 km da nascente, ponto 3 (P3), com local nas coordenadas geográficas $15^{\circ}51'35,57'' \text{ S} / 47^{\circ}28'32,35'' \text{ W}$, 29,35 km da nascente, e ponto 4 (P4), com local nas coordenadas geográficas $15^{\circ}56'51,61'' \text{ S} / 47^{\circ}26'45,39'' \text{ W}$, 47,25 km da nascente.

Os resultados foram obtidos pela ADASA entre 2001 e 2014, com número de amostras (NU), valor mínimo (MI), máximo (MA), média (ME) e desvio padrão (DP) para cada ponto amostral e fornecidos pela ANA (2016), sendo as médias comparadas com os limites de OD, FT e DBO estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, de 17 de março de 2005, para água doce classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1, 2 e 3, são apresentados os valores encontrados para OD, FT e DBO respectivamente.

As médias obtidas em todos os pontos analisados (Tabela 1) para OD atenderam ao limite para classe 1 de água doce ($\geq 6,0$) definido pelo CONAMA. Porém, foram observados alguns valores que não atenderam aos limites para classe 1 (P2), classe 2 (P1) e classe 3 (P3 e P4), sendo os limites para essas classes $\geq 6,0$; $\geq 5,0$ e $\geq 4,0$ respectivamente. Tais valores podem estar relacionados ao carreamento de detritos orgânicos oriundos de atividades agrícolas, granjas e efluentes de áreas urbanas presentes na área de contribuição do corpo hídrico.

Tabela 1. Resultados de oxigênio dissolvido (OD), de 2001 a 2014, no Rio Jardim, Distrito Federal, Brasil

Ponto amostral	NU	MI	MA	ME	DP
1	19	4,3	8	7	0,9
2	18	5,3	8,1	6,9	0,8
3	24	3,5	8,8	6,9	1,1
4	20	3,1	8,1	6,7	1,3

NU: número de amostras; MI: valor mínimo; MA: valor máximo; ME: média; SD: desvio padrão.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de resultados extraídos de metadados disponibilizados pela ANA (2016).

Segundo Von Sperling (2017), o OD é o principal parâmetro de caracterização da poluição da água causada por detritos orgânicos, onde atividades ligadas à agricultura e concentrações urbanas são importantes fontes causadoras do excesso de nutrientes nos corpos hídricos.

No estudo de Oliveira (2011), no Rio Preto, DF, os valores médios obtidos em quatro pontos analisados no corpo hídrico, no ano de 2009, durante as estações chuvosa e seca, foi de 3,77 e 4,62 mg.L⁻¹, respectivamente. A autora afirma que os valores de OD podem ser influenciados pela erosão das margens dos cursos hídricos e de focos de poluição.

Os valores médios do P1 e P2 (Tabela 2) para FT atenderam aos limites estabelecidos para água doce classe 1 (<0,1) pela resolução supracitada. Porém, as médias do P3 e P4 não atenderam aos limites para classe 2 e classe 3 (≤0,1 e ≤0,15 respectivamente). A presença antrópica na região pode ter influenciado nos resultados.

Tabela 2. Resultados de fósforo total (FT), de 2001 a 2014, no Rio Jardim, Distrito Federal, Brasil

Ponto amostral	NU	MI	MA	ME	DP
1	19	0,000	0,126	0,025	0,033
2	17	0,000	0,300	0,031	0,073
3	23	0,000	1,125	0,118	0,293
4	19	0,000	4,970	0,300	1,136

NU: número de amostras; MI: mínimo; MA: máximo; ME: média; SD: desvio padrão.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de resultados extraídos de metadados disponibilizados pela ANA (2016).

Segundo Pellegrini (2005), o fósforo é o elemento que mais contribui para o desencadeamento da eutrofização nos corpos hídricos.

As médias obtidas para DBO de todos os pontos analisados (Tabela 3) atenderam ao limite estabelecido pela referida resolução para água doce classe 1 (limite ≤3,0). Porém, alguns valores (4,9; 3,8 e 6,9 mg.L⁻¹) não atenderam aos limites de classe 1 e classe 2 para água doce (limites ≤3,0 e ≤5,0 respectivamente). Os valores altos para DBO podem estar relacionados ao aumento da concentração de MO nos corpos hídricos em decorrência do carreamento de resíduos oriundos das atividades antrópicas na área de contribuição.

Tabela 3. Resultados de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), de 2001 a 2014, no Rio Jardim, Distrito Federal, Brasil

Ponto amostral	NU	MI	MA	ME	DP
1	19	0,2	2,8	1,3	0,8
2	17	0,1	4,9	1,6	1,2
3	23	0,3	3,8	1,4	1
4	19	0,4	6,9	1,6	1,3

NU: número de amostras; MI: mínimo; MA: máximo; ME: média; SD: desvio padrão.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de resultados extraídos de metadados disponibilizados pela ANA (2016).

Por consequência do despejo de efluentes que contêm altas concentrações de MO, há o aumento de microrganismos, ocasionando em maior demanda de oxigênio para as atividades metabólicas dos mesmos (GIULIATTI et al., 2017).

No trabalho feito por Alves (2016) no Ribeirão das Abóboras, GO, foram realizadas oito campanhas em oito pontos amostrais nos períodos de chuva e seca. Para DBO, os maiores valores médios obtidos nos períodos analisados foram nos pontos denominados P5 e P7. O autor afirma que atividades humanas na área de contribuição, como agricultura e pastagens, podem ter influenciado no aumento da concentração de MO no corpo hídrico, implicando assim, na proliferação de microrganismos.

4. CONCLUSÕES

Considerando os valores médios obtidos de cada ponto amostral e o fato do Rio Jardim estar enquadrado na classe 2 para água doce, todos atenderam aos limites da Resolução CONAMA 357/05 para OD e DBO. Porém, para FT, alguns pontos analisados apresentaram médias abaixo do estabelecido para classe 1, classe 2 e classe 3, podendo estar relacionado a impactos oriundos da presença antrópica na região, através da agricultura, granjas e áreas urbanas. Esses resultados subsidiarão a gestão e planejamento ambiental desse corpo hídrico.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, W. S. Aspectos Físicos e Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Abóboras, no Município de Rio Verde, Sudoeste de Goiás. 2016. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás (UFG). Jataí, GO, 2016.
- [2] ANA – Agência Nacional de Águas. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA). Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- [3] ANA – Agência Nacional de Águas, 2016. Indicadores de qualidade de água (2001 a 2014). Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 12 abr. 2018.
- [4] BARRETO, L. V. et al. Eutrofização em Rios Brasileiros. Enciclopédia Biosfera, Goiânia – GO. v. 9, n. 16. p. 2165 – 2179, 2013.
- [5] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Seção 1, 18 de março de 2005, p. 58-63.
- [6] GIULIATTI, N. M. et al. Demanda bioquímica e química de oxigênio no Rio Uraim e o processo de urbanização no município de Paragominas-PA, In: Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade, 9.; 15.; 3., 2017, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: 2017. p. 938-948.
- [7] LAMPARELLI M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 235 f. Tese (Doutorado em ciências na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, 2004.
- [8] MESQUITA, L. F. G. Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Preto: atores, ações e conflitos. 2017. 182 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília (UNB), Brasília, DF, 2017.
- [9] OLIVEIRA, A. C. Fitoplâncton e qualidade de água nos Rios Preto e São Bartolomeu, do Distrito Federal. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, 2011.
- [10] PELLEGRINI, J. B. R. Fósforo na Água e no sedimento na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino - Agudo – RS. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, 2005.
- [11] TUNDISI, J. G.; TUNDISI T. M. As múltiplas dimensões da crise hídrica. Revista USP, São Paulo – SP. n.106. p. 21-30, 2015.
- [12] VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte – MG: UFMG, 2017.
- [13] WIEGAND, M. C.; G. M.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). Eng Sanit Ambient, Rio de Janeiro – RJ. n. 2, v. 21, p. 415 – 424, 2016.

Capítulo 8

Análise da presença de coliformes fecais na praia dos Amores, Barra da Tijuca-RJ

Maira Rodrigues Lima

Julia Cristina da Silva

Beatriz de França Roque

Luciana Batista Sabbatini

Ana Claudia Pimentel de Oliveira

Resumo: A praia dos Amores apresenta uma pequena faixa de areia com apenas 200 metros. Esta praia é frequentada principalmente por moradores da região e familiares da colônia de pescadores e amigos da Barra da Tijuca. O presente estudo tem como objetivo avaliar a balneabilidade da Praia dos Amores utilizando como parâmetro a presença de coliformes fecais e *E. coli*. A avaliação da praia dos Amores para a balneabilidade foi feita através dos dados disponíveis pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente – INEA. No período amostral de 2015 a 2019 foram analisadas 12 amostras para Coliformes Termotolerantes e 20 para *E. coli*. Destas 32 amostras, todas as amostras foram positivas para a presença de Coliformes Termotolerantes ou *E. coli*. No entanto, cabe ressaltar que somente a amostra agosto de 2015 apresentou um número inferior ao máximo permissível de 2.500 NMP/100 mL, conforme limite proposto pelo CONAMA 357/2005. A praia dos Amores foi classificada com balneabilidade imprópria, logo essas águas contaminadas podem causar diversos problemas à saúde pública via contato primário.

Palavras-chave: Balneabilidade, Praia dos Amores, Lagoa da Tijuca, INEA

1. INTRODUÇÃO

A praia dos Amores apresenta uma pequena faixa de areia com apenas 200 metros. Esta praia é frequentada principalmente por moradores da região e familiares da colônia de pescadores e amigos da Barra da Tijuca. Apresenta águas calmas devido ao quebra-mar, localizado no canto esquerdo da praia da Barra, colado no morro e no canal da Joatinga. O morro tem como principal finalidade a de proteger a costa da força das ondas do mar. Enquanto, o canal da Joatinga é indispensável nas trocas das águas salobras da Lagoa da Tijuca com Oceano Atlântico, a praia do Pepê na Barra da Tijuca.

As águas da praia dos Amores (Figura 1) estão quase sempre rasiinhas, transparentes e menos gelada do que as águas da vizinha praia do Pepê. Por essas características a praia dos Amores é bastante utilizada para banho, principalmente para famílias com crianças, além de diversos esportes aquáticos como Stand up paddle, caiaque e jet-ski. Em dias de mar calmo, é possível também fazer a travessia até as Ilhas Tijuca.

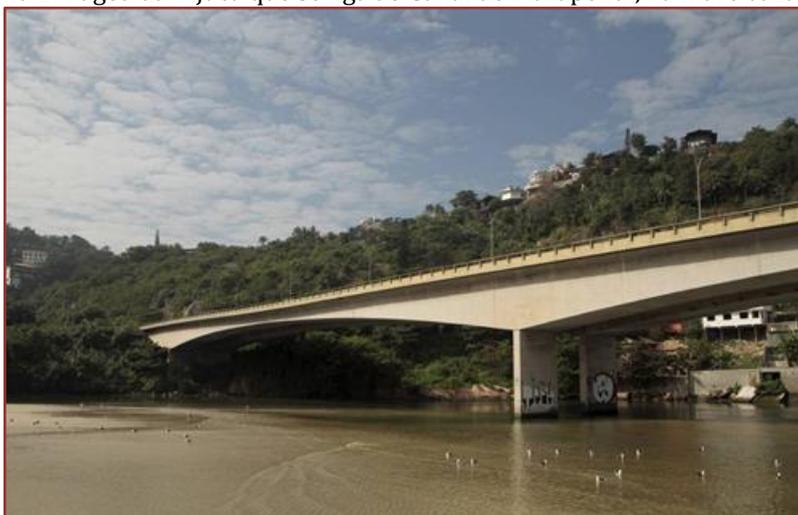
Figura 1: Canal de Marapendi com a Praia dos Amores, na maré cheia.



Fonte: Blog te vejo pelo mundo, 2018.

Entretanto, no período de maré vazante das águas do Complexo lagunar de Jacarepaguá, a praia dos Amores pode apresentar características pouca atrativa aos banhistas devido às qualidades das águas desse complexo, principalmente da Lagoa da Tijuca (Figura 2) que se liga com o Canal de Marapendi, o que prejudica a sua balneabilidade.

Figura 2: Lagoa da Tijuca que se liga ao Canal de Marapendi, na maré vazante.



Fonte: O Globo, 2014.

A lagoa da Tijuca possui 4,8 km² de extensão e pertence ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá, localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro, que abrange também as lagoas de Camorim, Marapendi, Lagoinha e Jacarepaguá (DOMINGOS, 2001).

O complexo lagunar como um todo recebe uma grande carga de esgoto da região, esses efluentes não tratados ou tratados inadequadamente causam um desequilíbrio na qualidade hídrica desse complexo, alcançando a área litorânea. Essa instabilidade ambiental torna necessária o monitoramento biomonitoramento da qualitativa da água para a balneabilidade, a qual frequentemente é utilizado como parâmetro, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Os coliformes se difundem com maior regularidade na água, possuem resistência a altas temperaturas de até 45°C e são abundantemente distribuídos na natureza, nem sempre são patogênicos, contudo é um indicador de contaminação e de poluição e sua presença pode causar riscos à saúde humana (MATTOS & SILVA, 2002; ANDRADE, 2008; CARVALHO, 2007). Enquanto, as *E. coli* têm como principal habitat o trato intestinal humano e animal, servindo como bioindicador contaminação de amostras de água por fezes (WINN et al, 2008; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O presente estudo tem como objetivo avaliar a balneabilidade da Praia dos Amores utilizando como parâmetro a presença de Coliformes Termotolerantes e *E. coli*.

2. METODOLOGIA

A avaliação da qualidade da água da praia dos Amores para a balneabilidade foi feita através dos dados disponibilizados pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente – INEA. O período amostral foi de 2015 a 2019, quando foram analisadas 12 amostras para Coliformes Termotolerantes e 20 para *E. coli*, durante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados das 32 amostras, onde pode-se verificar que todas as amostras apresentaram resultados positivos para a presença de Coliformes Termotolerantes ou *E. coli*. No entanto, cabe ressaltar que somente a amostra de agosto de 2015 apresentou um número inferior ao máximo permissível de 2.500 NMP/100 mL, que a classifica como satisfatória, ou seja não representa risco aos banhistas por contato primário, conforme limite proposto pelo CONAMA 357/2005.

Nas demais amostras que totalizam 31, ou seja 96,87% das amostras, os resultados revelaram NMP/100 mL de amostra para coliformes termotolerantes ou *E. coli* variando de 4.100 NMP/100 mL a 1.260.000 NMP/100 mL. Estes resultados permitem inferir de acordo com o índice de qualidade de água proposto pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) como águas de péssima qualidade, logo imprópria para banho devido à presença de organismos patogênicos, o que configura um risco para a saúde pública.

Tabela 1: Valores (NMP/100 mL) de presença de coliformes nas amostras analisadas.

Mês	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	-	811.500	1.458	4.100	86.150
Fevereiro	1.260.000	-	-	-	-
Março	730.000	104.500	19.864	44.500	-
Abril	89.500	811.500	7.050	-	34.000
Maio	73.500	309.500	-	-	484.500
Junho	824.500	286.500	-	-	-
Julho	817.500	-	635.000	-	-
Agosto	200	43.000	-	91.500	-
Setembro	31.000	86.500	-	-	-
Outubro	160.000	-	17.000	72.000	-
Novembro	17.150	-	175.100	240.00	-
Dezembro	119.500	9.818	-	-	-

Fonte: Adaptado, INEA. (-) não realizado.

De acordo com o CONAMA 357/2005, a praia dos amores apresentou as condições permissíveis somente para as atividades de contato secundário.

Para a balneabilidade, segundo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 274/00, as praias são classificadas em 2 categorias: própria e imprópria, sendo que a primeira reúne 3 categorias distintas: excelente, muito boa e satisfatória (tabela 2).

De acordo com os dados apresentados na tabela 1 e 2, as águas da Praia dos Amores imprópria a banho apresentaram valores superiores a 1.000 UFC/100 mL em mais que 20% das amostras. Para *E. coli*, o CONAMA 274/00 determina como impróprio valor superior a 800 UFC/100 mL em mais que 20% das amostras.

Tabela 2: Limites de Coliformes Termotolerantes e *E. coli* em UFC /100 mL de água, para cada categoria.

CATEGORIA		COLIFORMES TERMOTOLERANTES (UFC/100ML)	ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML)
	Excelente	Máximo de 250 em 80% mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo
PRÓPRIA	Muito boa	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 m em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição

Fonte: Adaptado, CONAMA 274/00.

4. CONCLUSÕES

A praia dos Amores foi classificada com balneabilidade imprópria, logo essas águas contaminadas podem causar diversos problemas à saúde pública via contato primário. De acordo com o Ministério da Saúde, a maioria das doenças associadas à veiculação hídrica é causada por bactérias patogênicas presentes nos coliformes como desintetrias e infecções gastrointestinais. Winn (2008) cita que a *Escherichia coli* ainda é considerada uma das principais causas de quadros diarreicos em crianças menores de 5 anos de idade devido à baixa imunidade.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, N. J. Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008.
- [2] CARVALHO, V. F. O direito à água é um direito humano e a sustentabilidade de seu uso não deve ser só econômica, mas humana, cultural, ambiental e política. Eco Viagem, 2007.
- [3] CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000.
- [4] CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Resolução nº 357 de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.
- [5] DOMINGOS, P. Dominância de cianobactérias produtoras de microcistinas na lagoa de Jacarepaguá. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- [6] MATTOS, M.L.T.; SILVA, M.D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica. Arroio Passo do Pilão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002.
- [7] MINISTÉRIO DA SAÚDE. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília- DF, 2006.
- [8] WINN, W. J.; ALVES, S.; JANDA, W.; KONEMAN, E.; PROCOP, G.; SCHRECHERBERGER, P. Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido. 6. Ed. Rio de Janeiro, 2008.
- [9] O GLOBO. Medo de desapropriações aflige moradores da Praia dos Amores, na Barra da Tijuca, 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/bairros/medo-de-desapropriacoes-aflige-moradores-da-praia-dos-amores-na-barra-da-tijuca-13180523>.
- [10] TE VEJO PELO MUNDO. Quebra mar: um cantinho especial na Barra da Tijuca, 2018. Disponível em: <https://www.tevejopelomundo.com.br/quebra-mar-da-barra-da-tijuca/>.



UNIDADE II

**As atividades empresariais e o
desafio ambiental**

Capítulo 9

Novas tecnologias e educação ambiental ao público externo: Análise dos cinco maiores bancos Brasileiros

Silvana de Souza Moraes

Gerson Luiz de Moraes

Rosane Aparecida Gomes Battistelle

Resumo: O objetivo deste artigo é analisar a existência ou não de ofertas de cursos referentes ao tema meio ambiente nos sites dos cinco principais bancos brasileiros. Para isto foi realizada a revisão de literatura sobre gestão ambiental, educação ambiental empresarial e novas tecnologias aplicadas em educação além de visita aos sites dos bancos público-alvo do estudo para a coleta de dados que atendessem ao objetivo proposto. Os resultados mostraram que, mesmo havendo divulgação de compromisso com a sustentabilidade em todos os sites visitados, a oferta de cursos sobre a temática ambiental para o público externo ocorre em apenas dois dos cinco bancos analisados, assim como cursos em outros temas como a educação financeira.

Palavras-chave: Educação ambiental. Bancos. Público externo. Novas tecnologias.

1. INTRODUÇÃO

A grande preocupação ambiental trazida pela escassez dos recursos naturais como água e petróleo, fez com que legislações mais rígidas fossem implantadas em todo o mundo, obrigando empresas, governos e sociedade a agirem de modo mais responsável para com o meio ambiente. As empresas que querem se manter competitivas no mercado passaram a adotar práticas operacionais e de gestão visando minimizar seus impactos negativos ao meio ambiente, comunicando estas práticas aos seus *stakeholders*. González-Benito e González-Benito (2006) identificaram três conjuntos de práticas ambientais, sendo elas o planejamento e organização (que refletem o grau de desenvolvimento e implantação de um sistema de gestão ambiental), práticas operacionais (divididas naquelas relacionadas a produtos e as relacionadas a processos) e práticas comunicacionais (que são as práticas de comunicação ao ambiente social e institucional das ações em favor do meio ambiente). Atualmente, as práticas comunicacionais são executadas pelas organizações a partir de documentos como o Relatório de Sustentabilidade, além de divulgação dos projetos executados por meio dos sites institucionais. Sarkis et al. (2010) analisou a influência dos *stakeholders* na adoção das práticas ambientais de uma empresa, concluindo que estes tem grande influência nesta adoção. Para Svendesen (1998), os *stakeholders* são todas as pessoas ou “partes interessadas”. Aqueles que mais se relacionam com a empresa são chamados primários (acionistas, funcionários, clientes, fornecedores, comunidade e meio ambiente) e os que não são diretamente influenciados ou atingidos pelas ações empresariais, os secundários (mídia e os grupos de pressão). Já Vassallo (2000, p. 9), afirma que no novo ambiente de negócios do mundo contemporâneo, os interesses dos acionistas dividem espaço com as demandas da comunidade e dos clientes, funcionários e fornecedores.

Para Hourneaux Junior et al. (2005) os ganhos empresariais com a atenção aos *stakeholders* podem ser traduzidos no fortalecimento da imagem organizacional, na fidelidade à marca e ao produto, no acesso a novos mercados e capitais, no maior empenho e motivação dos funcionários em produzir, na diminuição de conflitos, no retorno publicitário, no retorno financeiro para os acionistas e investidores, na capacidade de recrutar e de manter talentos e, por fim, em ganhos sociais, pelas mudanças de comportamento da sociedade. Afirma também que as empresas tem buscado interagir de forma dinâmica com o público externo, buscando o envolvimento das partes interessadas, por meio de disponibilização de cursos ao público externo para formação da comunidade em relação a temas relacionados a suas atividades produtivas.

Eboli (2004) afirma que os públicos internos e externos são considerados quando as organizações reforçam, em suas iniciativas de educação corporativa, os princípios de sucesso como conectividade, disponibilidade, cidadania, parcerias internas e parcerias externas. Para esta nova educação contemporânea, as novas tecnologias são ferramentas essenciais, pois como afirmam Rodrigues e Colesanti (2008), nas sociedades contemporâneas a tecnologia vai ocupando cada vez mais um lugar de destaque na organização das práticas sociais, gerando efeitos em todo o universo social e criando dinâmicas diferenciadas onde o conhecimento passa a tomar um lugar central.

Diante da importância da questão ambiental algumas empresas estão investindo, além da formação dos funcionários, também na formação ambiental do público externo, utilizando para isso as novas tecnologias da informação e comunicação. Silva (2002) observa que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) estão presentes ao longo de todo o processo de desenvolvimento humano, considerando tecnologia de informação toda configuração comunicativa que utiliza como apoio as tecnologias disponíveis no seu contexto histórico.

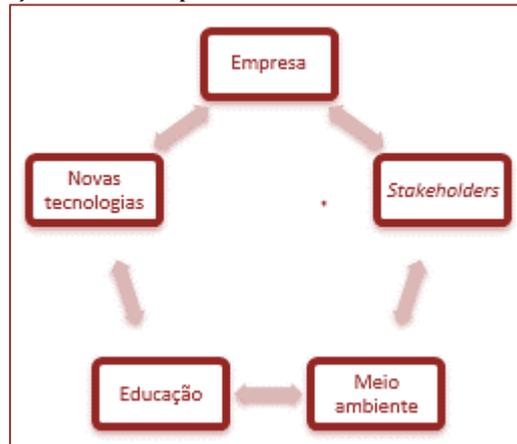
Rodrigues e Colesanti (2008) afirmam que em relação à Educação Ambiental, o uso das novas tecnologias de informação e comunicação representa um avanço, já que a integração da informática e dos multimeios propiciam a sensibilização e o conhecimento de ambientes diferenciados e dos seus problemas intrínsecos, por mais distantes espacialmente que estejam. Afirmam ainda que a virtualidade nesse sentido pode representar um novo esforço na construção e incorporação de conhecimentos ambientais por meio de estratégias mais atrativas de comunicação.

Moran (2001) analisou os recursos de mídia utilizados em cursos de educação ambiental em sites de educação ambiental, sobre os quais concluiu que eram predominantemente, carregados de informações e textos, com linguagem ainda bastante formal, e destinada a para quem já conhece o assunto e com formação avançada, com poucos recursos avançados para a época, apresentando um grupo falando para os demais, como porta-vozes, de comunicação unilateral, sem muito interação. Os temas centravam-se em natureza, no desmatamento, na flora e na fauna, faltando uma visão mais política, mais abrangente e estrutural da questão ambiental. Para Rodrigues e Colesanti (2008), as novas tecnologias implicam

mudanças nas atitudes, valores e comportamentos, nos processos mentais e perceptivos, necessitando novos métodos educacionais aderentes às necessidades das novas gerações, já que o processo educacional é um ato comunicativo e se não há sintonia não há comunicação.

A figura I mostra a relação entre os temas meio ambiente, educação, novas tecnologias e stakeholders tratadas neste artigo.

Figura 1 – Relação de interdependência entre os temas tratados neste artigo.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Entendendo que existe forte interação entre os elementos apresentados na figura I e diante da relevância do tema educação ambiental empresarial para público externo e o uso das novas tecnologias para este fim, este trabalho tem como objetivo analisar os sites dos cinco maiores bancos brasileiros (FEBRABAN, 2014), analisando as informações disponíveis sobre projetos de sustentabilidade e a disponibilização ou não de cursos ao público externo relacionados ao tema Meio ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho teve início com pesquisa em bases de dados científicos sobre os temas gestão ambiental, educação ambiental empresarial e novas tecnologias aplicadas em educação. Definiu-se como público-alvo desta investigação os cinco maiores bancos brasileiros (FEBRABAN, 2014), por sua relevância na economia do país e pelo fato de que mantém comunicação constante com a sociedade e interação via internet com seus clientes. Para verificar se os bancos oferecem ou não ao público externo algum tipo de curso voltado à educação ambiental realizou-se a visita aos sites das empresas pesquisadas, verificando-se a disponibilidade de oferta de cursos voltados ao tema, a forma de acesso e os temas abordados. Para a realização da pesquisa foram escolhidos os cinco maiores bancos brasileiros, em número de depósitos total, conforme dados divulgados em setembro de 2014 pela FEBRABAN, assim identificados neste trabalho: Banco A, Banco B, Banco C, Banco D, Banco E. Na visita aos sites, verificou-se que todos apresentam a aba sustentabilidade, que traz a descrição de projetos desenvolvidos na área, após acessar estas informações foi verificado especificamente os conceitos, projetos e ações que envolviam o meio ambiente e a existência ou não de cursos oferecidos ao público que acessa o portal, especialmente os que tratam do tema meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bancos analisados possuem reconhecimento externo de suas ações ambientais conforme descrito abaixo:

Banco A:

Banco de economia mista, está listado entre as 100 melhores empresas de Cidadania Corporativa em 2014, realiza inventário de suas emissões (escopo do consumo de combustíveis fósseis utilizados nos geradores próprios de energia, do volume de energia elétrica adquirida das concessionárias e dos deslocamentos aéreos de funcionários por necessidade de serviço) e por este recebeu Selo ouro+

Inventário GEE. É listada no Índice Dow Jones de Sustentabilidade e Índice de Sustentabilidade Empresarial Bovespa – ISE, além de ser Empresa Amiga da Criança - Fundação Abrinq. Possui sistema de Gestão Ambiental implantado que é externalizado por meio do Programa de Ecoeficiência, possui certificação ISO 14001 em um de seus prédios, constando de sua Agenda 21 a meta estratégica de buscar novas certificações em prédios de todo o país.

O Programa de Ecoeficiência foi lançado em janeiro de 2006 e tem como uma de suas bases os “3Rs” – Reduzir, Reutilizar e Reciclar - tendo como objetivos a disseminação desta cultura e prática entre os funcionários e os públicos de relacionamento, melhoria de processos para reduzir o consumo e o desperdício de insumos, destinação adequada dos resíduos gerados (conforme Decreto 5.940/06, Lei 12.305/10 e Agenda 21 empresarial), integração da ecoeficiência na política de compras; desenvolvimento de ferramentas de acompanhamento e monitoramento, capacitação de funcionários e formação de educadores para a promoção e a disseminação do programa na empresa. As ações de educação ao público externo iniciaram-se em 2009, com lançamento do jogo educacional Projeto Bate-Bola Financeiro, com 3 níveis de dificuldade, que ensina os princípios de finanças pessoais aos jogadores. Em 2010, foi lançada a página de Educação Financeira, oferecendo orientações e dicas de planejamento financeiro e de investimento. É composta de jogos virtuais, cartilhas e vídeos. Na página principal da instituição também há um link para a Universidade Corporativa da instituição que oferece ao público externo os cursos Saúde Financeira, Planejamento Financeiro Pessoal e Introdução à ação voluntária.

Os cursos referentes ao tema meio ambiente são disponibilizados por meio do link do Programa Água Brasil que é uma parceira da instituição com o Ministério do Meio Ambiente e WWF para desenvolver projetos socioambientais em 14 microbacias, distribuídas em Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nos biomas Pantanal/Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia, Caatinga e Pampa. As atividades educacionais são em forma de jogos, filmes de ações ambientais, dicas de conservação da água, disponibilização de imagens para facebook.

Banco B:

Banco público, assinou o Pacto Global (julho de 2000), Princípios do Equador (2009), Protocolo Verde (1995), é signatário do Pacto Nacional pela Erradicação do Trabalho Escravo, possui Compromisso Corporativo no Enfretamento da Violência Sexual contra Crianças e Adolescentes. Divulga como princípios a responsabilidade, transparência, comportamento ético. Declara que por meio da Gestão participativa promove a participação dos seus públicos de relacionamento, em especial os empregados, nas operações fundamentais da organização: planejamento, avaliação e controle, com o objetivo de viabilizar melhor desempenho e competitividade para alcance da sustentabilidade da empresa, atuando de forma a minimizar riscos e potencializar os impactos positivos ao meio ambiente em todas as suas atividades, acreditando na compatibilidade entre lucratividade e sustentabilidade social e ambiental; declara que busca influenciar sua cadeia produtiva para a adoção de sustentabilidade nos seus negócios a fim de beneficiar a sociedade e o meio ambiente.

Por meio de sua universidade corporativa oferece ao público externo cursos online, ou download para cursá-los off-line nos temas Inovação, Pequenos Negócios e Empreendedorismo, Microfinanças, Informações Básicas Sobre Crédito, Remessa do Exterior, Produtos e Serviços Bancários, Planejamento Financeiro Familiar, Fundamentos da Educação Financeira, Coleta Seletiva Solidária, esta última tendo como objetivo trazer informações para reflexão sobre hábitos para motivação a mudança, por atitudes que terão efeitos diretos no melhor uso dos recursos naturais, na diminuição da produção de resíduos e na conservação do meio ambiente.

Banco C:

Instituição privada, possui programa de ecoeficiência implantado, visando a diminuição do consumo de água e energia, utilizando em obras e reformas materiais de maior ganho energético efetuando a gestão de custos, e investindo em mudanças de atitude dos gerentes e colaboradores. A empresa possui o Programa Contador de Sustentabilidade que constitui que a cada contrato de câmbio assinado digitalmente é contabilizada a quantidade de folhas de papel poupadas e a emissão de gases de efeito estufa evitada na produção dessas folhas. No Programa TI Verde estimula o desenvolvimento de novas tecnologias e a otimização de equipamentos e softwares, buscando a economia no uso de recursos. Desde 2009, realiza o inventário de emissão de gases de efeito estufa (GEEs) de acordo com o GHG Protocol.

São disponibilizados no site do banco dicas de livros, filmes e sites sobre o tema meio ambiente, porém não há nenhum curso disponível para a comunidade.

Banco D:

Listado no ISE Bovespa e Carbono eficiente. Realizou entre 2006 a 2014 o Programa de Papa-pilhas que consistia na coleta de pilhas, baterias, celulares e acessórios. Afirma atuar no tema governança climática por meio das dimensões inventário, redução, compensação, negócios de carbono, articulação e transparência. Já na aba sustentabilidade existe um link com o tema Educação, que ao ser acessado aparecem negócios voltados à educação (financiamentos). No site da instituição há menção à educação e meio ambiente nos resultados apresentados por meio de um gráfico que demonstram ações sobre sustentabilidade, meio ambiente e educação para o público interno. Não há no site nenhum curso disponível ao público externo sobre o tema meio ambiente ou quaisquer outros temas.

Banco E:

Adota os indicadores econômicos e socioambientais do Índice Dow Jones de Sustentabilidade, do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE, da BM&FBovespa) e do Índice Carbono Eficiente (BM&FBovespa), bem como da Global Reporting Initiative (GRI), e do Protocolo Verde. Signatário dos Princípios do Equador desde 2004, é um dos membros fundadores da Empresas pelo Clima (EPC). Adota o CDP e o CDP Supply Chain, desde 2006 e 2008, respectivamente, visando divulgar informações relacionadas ao tema de Mudanças Climáticas aos stakeholders, principalmente investidores. Tem implantado o Programa Gestão da Ecoeficiência cujo objetivo é reunir ações e metas dentro das temáticas papel, água, energia elétrica, plástico, emissões de GEEs e geração de resíduos, adota também o programa TI verde. A empresa afirma adotar a Avaliação socioambiental na concessão de crédito, nos investimentos e de fornecedores.

A aba sustentabilidade aparece no mapa do site e direciona a produtos e serviços como para aquisição ligados à acessibilidade, aquecedor solar e fundos que investem em ações de companhias pertencentes ao Índice de Sustentabilidade Empresarial. Não há nenhum curso disponibilizado ao público externo nesta área.

O quadro I mostra quais bancos oferecem cursos ao público externo, a forma de oferta dos mesmos e os temas tratados.

Quadro I: Cursos oferecidos ao público externo relacionados ao Meio Ambiente.

Bancos	Cursos ao público externo	Formas de oferta	Temas
Banco A	Sim	Página Água Brasil Universidade Corporativa Página Educação Financeira	Meio ambiente; Planejamento Financeiro; Voluntariado
Banco B	Sim	Universidade Corporativa	Inovação; e Empreendedorismo; Planejamento Financeiro; Meio ambiente
Banco C	Não	Apenas dicas de livros, filmes e sites sobre o tema meio ambiente.	
Banco D	Não		
Banco E	Não		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os bancos analisados possuem reconhecimento externo de suas práticas ambientais favoráveis ao meio ambiente por meio de certificações, assinatura de pactos, implantação de sistemas de gerenciamento, ser listado em índices ambientais nas bolsas de valores, instituição de processos e criação de produtos/serviços com requisito ambiental. Estas práticas segundo González-Benito e González-Benito (2006) são identificados em três conjuntos sendo eles o planejamento e organização (desenvolvimento e implantação de um sistema de gestão ambiental), práticas operacionais relacionadas a produtos e relacionadas a processos e práticas comunicacionais demonstram ao ambiente social e institucional as ações em favor do meio ambiente.

Embora todas as instituições analisadas afirmarem por meio de seus sites o compromisso com o meio ambiente e programas de sustentabilidade, principalmente relacionados ao conceito de ecoeficiência, que é um instrumento utilizado para a análise da sustentabilidade, indicando uma relação entre as atividades econômicas e o custo ambiental ou o valor do impacto ambiental gerado (HUPPES e ISHIKAWA, 2005), apenas duas das cinco organizações estudadas apresentavam ofertas de cursos ao público externo, porém, é interessante observar que mesmo colocando o conceito de ecoeficiência como orientador das políticas

ambientais empresariais o Banco A, além de cursos na área econômica e ambiental apresenta também curso na área social com o tema voluntariado. No Banco B os cursos referem-se à área financeira e ambiental. Já nos Bancos C, D e E não há oferta de cursos em nenhum dos temas relacionados à sustentabilidade ou mesmo outros temas.

A ausência da oferta de cursos por três das cinco empresas estudadas, contrapõe-se à importância dos diversos stakeholders apresentada nos estudos de Sarkis et al. (2010) e Vassallo (2000) e os ganhos obtidos por esta atenção a todos os públicos de relacionamento apresentados por Hourneaux Júnior (2005).

Comparando-se ao estudo realizado por Moran (2001) percebe evolução na maneira com que os temas são tratados, percebendo-se uma visão mais crítica e participativa nos cursos disponíveis, assim como a evolução nas ferramentas utilizadas. Isto pode ser explicado pelo fato de que a tecnologia ocupa cada vez mais um lugar de destaque na organização das práticas sociais, tornando-se importante ferramenta de ensino aprendizagem, como afirma Silva (2002), possibilitando a construção e incorporação de conhecimentos ambientais de forma atrativa (RODRIGUES e COLESANTI, 2008).

4. CONCLUSÕES

O estudo analisou o site dos cinco maiores bancos brasileiros observando a disponibilização ou não de cursos relacionados ao tema Meio ambiente em sua página na internet. Concluiu-se que desta amostra apenas dois disponibilizam cursos ao público externo, usando para isso sua Universidade corporativa e links a sites parceiros. Diante do resultado alcançado, fica clara a necessidade de maior relacionamento com o público externo por meio de ofertas de cursos por parte de três dos cinco bancos analisados, assim como o Banco B poderá aprimorar sua divulgação dos temas na área de sustentabilidade por meio de cursos também na área social.

A crise ambiental no mundo reflete os modelos de sociedade e de produção e consumo predominantes, porém uma nova forma urge ser incorporada, devido às crises ambientais que se instalam em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil, destacando-se a crise hídrica que o país enfrenta, mesmo tendo em seu território importantes bacias hidrográficas. Há necessidade de disseminação de novas ideias e ações que indiquem para uma sociedade mais comprometida com o ambiente da qual faz parte. Neste contexto, as empresas, como detentoras de recursos avançados no campo das novas tecnologias, devem comprometer-se com seus *stakeholders* no sentido de informar e formar para a atitudes ambientalmente corretas, por meio de novos saberes e conhecimentos, investindo parte de seus lucros na formação ambiental externa, incluindo-se aí seus atuais e futuros clientes.

REFERÊNCIAS

- [1] ÁGUA BRASIL. Blog do Programa Água Brasil. Disponível em <<http://bbaguaabrasil.com.br/#modal-todo-dia-e-dia-da-agua>> Acesso em 28 jan. 2015.
- [2] BANCO BRADESCO. Site institucional. Disponível em <<http://bancodoplaneta.com.br/site/>>. Acesso em 28 jan. 2015.
- [3] BANCO DO BRASIL. Site institucional. Disponível em <<http://www.bb.com.br/portallbb/home29,8305,8305,1,0,1,6.bb>>. Acesso em 28 jan. 2015.
- [4] BANCO ITAÚ. Site institucional. Disponível em <<https://www.itau.com.br/sustentabilidade/>>. Acesso em 01 fev. 2015.
- [5] BANCO SANTANDER. Site institucional. Disponível em <<http://sustentabilidade.santander.com.br/pt/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 30 jan. 2015.
- [6] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Site institucional. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 30 jan. 2015.
- [7] EBOLI, M. Educação Corporativa no Brasil: Mitos e Verdades. São Paulo: Gente, 2004.
- [8] FEBRABAN, 2014. Disponível em <<http://www4.bcb.gov.br/fis/TOP50/port/Top50P.asp>>. Acesso em 25 jan. 2015.
- [9] GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. A review of determinant factors of environmental proactivity. Business Strategy and the environmental, v. 15, p. 87-102, 2006.

- [10] HOURNEAUX JÚNIOR, F. IVANOFF, G.B, EBOLI, M. P., MANCINI, S. A Participação das partes interessadas na concepção dos sistemas de educação corporativa no Brasil. 2005. Disponível em <<http://www.educor.desenvolvimento.gov.br/public/arquivo/arq1229431862.pdf>>. Acesso em 07 fev. 2015.
- [11] MORAN, J. A. Educação Ambiental na Internet: Avaliando a Educação Ambiental no Brasil. São Paulo: Petrópolis – ECOAR, 2001, páginas 99-138.
- [12] RODRIGUES, G. S. S. C. ; COLESANTI, M. T. M. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. Sociedade & Natureza, Uberlândia, n.20, v.1, p. 51-66, 2008.
- [13] SARKIS, J.; GONZALEZ-TORRE, P.; ADENSO-DIAZ, B. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, v. 28, n.2, p. 163-176, 2010.
- [14] SILVA, B. D. A inserção das tecnologias de informação e comunicação. Repercussões e exigências na profissionalidade docente. In: MOREIRA, A. F. B.; MACEDO, E. F. Currículo, Práticas Pedagógicas e Identidades. Portugal: Porto Ed., 2002. p. 65-91.
- [15] SVENDSEN, A. The stakeholder strategy: profiting from collaborative business relationships. EUA, São Francisco: Berrett-Koehler Publisher, 1998.
- [16] VASSALLO, C. Um novo modelo de negócios. *Revista Exame: guia de boa cidadania corporativa*. São Paulo: Editora Abril, n. 728, p. 8-11, 2000.

Capítulo 10

Aplicabilidade do Google Earth Pro para a Análise de Áreas de Influências (AID e AII) de pequenas centrais hidroelétricas

Eduardo Vinícius Rocha Pires

Patricia Helena Mirandola Garcia

Renan de Almeida Silva

Resumo: O presente artigo visa mostrar a aplicabilidade das geotecnologias para a análise de áreas que sofrem influências diretas e indiretas de Pequenas Centrais Hidroelétricas, tais como sua eficácia e precisão de análise. Para estudo de caso, foi utilizado o projeto da PCH Areado, a qual será construída na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, subsistema da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Para a delimitação das áreas de Influência e sua respectiva análise, foi utilizado o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) do projeto e utilizado os softwares Google Earth Pro, Spring e Global Mapper. O referencial teórico se baseia exclusivamente à Teoria Geral dos Sistemas.

Palavras-Chave: Geotecnologias. Teoria Geral dos Sistemas. Pequena Central Hidroelétrica.

1. INTRODUÇÃO

A importância de se ter um ambiente equilibrado no mundo de hoje é necessário para o efetivo desenvolvimento do ser humano. Uma bacia hidrográfica é considerada uma unidade biogeofísica bem definida, e através do levantamento histórico das atividades econômicas e sociais desenvolvidas nesta área, através de uma análise geográfica da parte física, química e biológica da área estudada. Não se pode, portanto, considerar isoladamente a sobrevivência humana, mas sim o ambiente como um todo.

Portanto, a análise ambiental, no contexto global, tende a erigir-se em utilíssimo instrumento de investigação interdisciplinar. Certamente será um campo de investigação dos mais profícuos, e mesmo imprescindível, tendo em vista a degradação imposta à superfície terrestre e ao próprio planeta como um todo pela contínua, acelerada, desavisada e muitas vezes desastrosa, intervenção humana.

Dentre as várias necessidades para a vida humana, uma delas, e talvez a principal para os dias atuais, é a energia. Diante disso, o homem desenvolveu tecnologias para obtenção da mesma por meio dos recursos naturais existentes. A forma como a energia é produzida e utilizada poderá causar algum tipo de impacto ambiental que contribuirá para o crescente aumento da degradação do ambiente. As usinas hidrelétricas são um exemplo desta questão.

Segundo ORTIZ FLÓREZ (2011) *apud* PIRES (2014), a premissa básica de impacto ambiental é que o projeto, ao utilizar os recursos e valores ambientais, não gere uma perda maior de bem-estar que o ganho obtido com ele. Por essa razão, o principal propósito é buscar formas em que se possa desenvolver o projeto com os mínimos danos possíveis ao ambiente, e que, ao mesmo tempo, se promova o desenvolvimento econômico e social.

MENDONÇA (1991) corrobora que, se por um lado, a natureza desenvolve-se e evolui de acordo com suas próprias leis, a sociedade, pela sua própria característica de entidade teleológica, desenvolve-se e evolui de acordo com objetivos próprios, traçados por indivíduos e/ou grupos que, utilizando a faculdade de pensar, produzem as transformações sociais na busca de satisfazer desejos e necessidades humanas.

Nas atuais condições de intensificação da produção social, tem-se dado cada vez mais importância ao papel da avaliação da informação com o objetivo de organizar de forma racional as estruturas produtivas e a tecnologia industrial contemporânea, estando condicionado ao intenso desenvolvimento da informática, como um amplo campo de elaboração automática da informação em todas as esferas da atividade humana (DAVIDCHUK e LINNIK, 1989).

Usando a premissa básica de que estamos inseridos em sistemas, segundo Bertalanffy (1972) *apud* PIRES(2011), existe uma relação entre todos os elementos e constituintes da sociedade. Os fatores essenciais dos problemas públicos, das questões e programas a adotar devem sempre ser considerados e avaliados como componentes interdependentes de um sistema total.

Portanto, entende-se que as construções e/ou áreas construídas de Pequenas Centrais Hidrelétricas geram áreas que sofrem influências diretas e indiretas em todos os aspectos. No campo da Geografia, então, utilizamos as geotecnologias como ferramenta que auxilia a identificação, delimitação e análise dessas áreas.

Segundo MENEGUETTE, 2015, o *software* Google Earth Pro pode ser usado por arquitetos, engenheiros e geógrafos, através de passeios virtuais, medições de áreas, entre outras ações. Já os órgãos de governo, ONGs e demais grupos de pesquisa podem usar os recursos de mapeamento e importação de dados de GIS (no caso, Shapefile) para análise e compartilhamento de dados geográficos.

O GEP funciona sem a necessidade de pagamento de licença para seu uso, é um *software* que traz um globo interativo em 3D que pode ser usado em diversas tarefas, desde o planejamento, análise e apoio à tomada de decisões.

No caso da presente pesquisa, o GEP foi utilizado para a análise, identificação e auxílio na delimitação da Área de Influência Direta, devido à qualidade de imagem disponível para visualização. Foi utilizado também para fazer a simulação de como e qual o espaço que as futuras instalações da PCH Areado irão ocupar na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá grande, por sobreposição de camadas de arquivos “.SHP”.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é mostrar a eficiência das geotecnologias, mais precisamente da utilização do software Google Earth Pro, para o auxílio na identificação, delimitação e análise de áreas de influência direta e indireta de PCHs, utilizando como estudo de caso a Pequena Central Hidrelétrica Areado, localizada na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Indaiaí Grande, pertencente ao Sistema Bacia Hidrográfica Rio Sucuriú.

Para os estudos aplicados à essa pesquisa, a qual tem o objetivo de delimitar as áreas que sofrerão influências da PCH Areado com uso de geotecnologias, foram definidas áreas, tanto de modo geral, quanto para considerar especificidades dos meios físicos, bióticos e socioeconômico, com base no Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul e fazendo algumas adaptações coerentes à pesquisa, para auxiliar na precisão da delimitação.

3. METODOLOGIA

As áreas de influência são aquelas afetadas direta ou indiretamente pelos impactos, positivos ou negativos do empreendimento, durante as fases de planejamento, implantação e operação.

Assim, para o empreendimento proposto, as áreas de influência direta e indireta são aquelas considerando o espaço geográfico que será potencialmente afetado, direta e indiretamente pelas ações a serem desenvolvidas, tanto na fase de instalação, quanto na fase de operação do mesmo, sobre os diferentes meios (físico, biótico e antrópico/socioeconômico), enfocando a Bacia Hidrográfica do Rio Indaiaí Grande no qual o empreendimento está inserido, contemplando tanto aqueles inventariados (propostos) bem como aqueles em implantação, mostrados no Quadro 1.

Quadro 1: Limites das Áreas de Influência Direta e Indireta

MEIO DE CONHECIMENTO		ÁREA CONSIDERADA COMO LIMITE	
		AII	AID
FÍSICO	Geologia e Geomorfologia	Bacia hidrográfica de contribuição do rio Indaiaí Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno (APP)
	Pedologia e Aptidão Agrícola	Bacia hidrográfica de contribuição do rio Indaiaí Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno (APP)
	Recursos Hídricos	Bacia hidrográfica de contribuição do rio Indaiaí Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno (APP)
BIÓTICO	Cobertura vegetal e Uso do solo (flora)	Formações vegetacionais relevantes na região e no entorno do futuro reservatório.	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno (APP)
	Fauna	Remanescentes florestais e outros habitats potenciais para registro da fauna terrestre existentes nas proximidades do empreendimento	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno (APP)
	Ecosistemas aquáticos	Bacia hidrográfica do rio Sucuriú e sub-bacia do rio Indaiaí Grande	Área do futuro reservatório da PCH Areado e área imediatamente a jusante da barragem
SOCIOECONÔMICO	Socioeconômico	Municípios nos quais está inserido o empreendimento.	Propriedades atingidas pela PCH Areado, reservatório e sua faixa de entorno (APP)
	Arqueologia	Municípios nos quais está inserido o empreendimento.	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório.

Fonte: Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, 2010

Entendem-se como Áreas de Influência os diferentes espaços geográficos nos quais serão sentidas as alterações diretas e indiretas do empreendimento nas fases de implantação e de operação.

A sua delimitação é peça-chave nos estudos, uma vez que somente a partir de seu reconhecimento é que será possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como a intensidade das alterações a serem provocadas pelo empreendimento.

Na delimitação das diferentes áreas de estudo, ELETROBRAS (2000) recomenda, dentre outras, as seguintes variáveis:

- Características e abrangência do projeto (área do reservatório, canteiro de obras, áreas de empréstimo e de bota-fora, acessos, acomodação da mão-de-obra, etc.);
- Bacia hidrográfica;
- Características específicas da região; alternativas de localização de barramentos;
- Possíveis interferências ambientais no trecho do rio a jusante do empreendimento;
- Possíveis interferências com comunidades e suas atividades no entorno do barramento e do reservatório, inclusive nas vias de comunicação;
- Legislação ambiental pertinente, principalmente no que se refere à delimitação da faixa de preservação permanente ao longo do reservatório.

A partir dessa delimitação, foi possível então gerar uma simulação das áreas que serão afetadas direta e indiretamente pela construção da barragem da PCH Areado, para que possa ser feito um levantamento e análise das classes do uso e ocupação da terra pré-existentes e que serão afetadas diretamente (suprimidas) e as afetadas indiretamente. Para isso, fez-se necessário a utilização das matrizes para classificação das alterações e o mapeamento temático nessas áreas.

A área de influência é uma porção territorial passível de sofrer os potenciais efeitos decorrentes da implantação e operação ao longo da vida útil do empreendimento, nos aspectos físicos, químicos e socioeconômicos. (RIMA-PCH Areado, 2012)

Segundo RIMA (2012), para definição e delimitação destas áreas foram consideradas características referentes a área de abrangência do empreendimento, a diversidade e especificidade dos ambientes afetados, compreendendo os locais e áreas sujeitas aos efeitos diretos e indiretos da fase de obras e fase de operação.

Calcula-se a área de influência direta por diversos meios: físico (geologia, geomorfologia, pedologia, aptidão agrícola, recursos hídricos), biótico (cobertura vegetal, uso do solo, fauna, ecossistemas aquáticos) e socioeconômico. Esses meios possuem uma área considerada limite e sendo confirmadas por meio de análise do RIMA, por meio de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e trabalho de campo.

Considera-se que, para os meios físico e biótico foi estabelecida como área de influencia direta, segundo RIMA (2012) a região onde haverá supressão da vegetação e perda de área terrestre para as obras civis do reservatório, barragem e casa de força, acrescida de uma faixa de 100m de Área de Preservação Permanente (APP) às margens do reservatório. Essa área irá corresponder, então, a uma extensão de aproximadamente 13km ao longo do Rio Indaiá Grande.

Para o meio antrópico foi estabelecida como AID, além dos itens citados correspondentes ao meio físico e biótico, estão inclusas as propriedades rurais localizadas dentro do raio de 5km a partir e ao longo do eixo da barragens.

Sabendo disso, chegou-se a conclusão de que a AID da PCH Areado possui quatro principais limites:

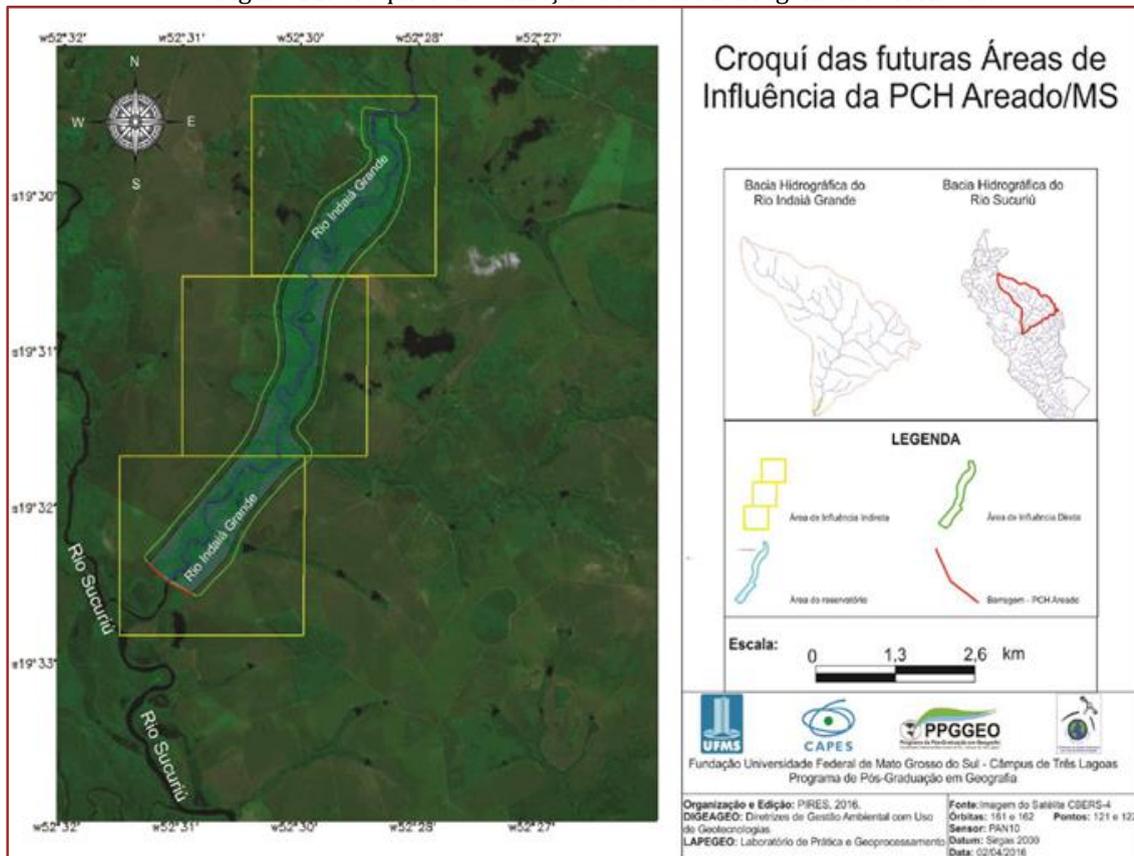
- Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu futuro reservatório;
- Faixas de APP (entorno);
- Área imediatamente a jusante da barragem;
- Propriedades atingidas pela PCH Areado;

4. RESULTADOS

A PCH Areado será instalada no rio Indaiá Grande, que se insere na Macro-Bacia do rio Paraná. A usina estará localizada na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Chapadão do Sul (margem direita) e Inocência (margem esquerda). Neste trecho, o rio Indaiá Grande possui corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades.

Para os meios físico e biótico, a delimitação da Área de Influência Indireta (AII) foi determinada segundo RIMA (2012) como a AID acrescida de quadrantes de 3km² ao longo do Rio Indaiá Grande. Já com relação aos aspectos geológicos, geomorfológicos e Hidrogeográficos, a área de influência indireta compreende parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, mais precisamente 15km à montante do barramento e 15km à jusante do barramento.

Figura 11: Croquí de Localização da Futura Barragem da PCH Areado



Organização: PIRES, 2016

5. CONCLUSÕES

Em relação aos resultados obtidos, é preciso pensar em sua análise integrada, levando em conta os efeitos antrópicos e naturais.

Segundo FERREIRA (2010) apud PIRES (2013) planejar significa elaborar planos de melhoria, que significa encontrar diretrizes para corrigir os espaços mal organizados e improdutivos. Significa, também, encontrar meios e propiciar condições para interferir nos setores menos favoráveis de uma estrutura ou de uma conjuntura.

O resultado auxilia na compreensão da dinâmica das futuras alterações ambientais das áreas de influência direta e indireta da PCH Areado ao longo das décadas e fazer a previsão de impactos e alterações ambientais, para mitigá-los no futuro.

REFERÊNCIAS

- [1] AB'SÁBER, Aziz, Nacib. Geografia e planejamento. In: 2 geografia e planejamento. Instituto de geografia da Universidade de São Paulo. Edane: São Paulo, 1969.
- [2] BERTALANFFY, L.v. - Teoria Geral dos Sistemas. Vozes, Petrópolis, 1972.
- [3] DAVIDCHUK, V.N. e LINNIK, V.G. O bloco paisagístico do sistema de informação geográfica. Revista da Universidade Estadual de Moscou. N.5, 1989.
- [4] FERREIRA, C.C. Uso de imagens de sensoriamento remoto para mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú- MS-BR. II Simpósio Internacional da Cartografia na Geografia. São Paulo. 2010.
- [5] IMASUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. RIMA da PCH Areado – MS. Campo Grade, 2010.
- [6] MENDONÇA, Francisco. Geografia Física: ciência humana? – 2ª Ed. São Paulo: Contexto, 1991.
- [7] ORTIZ FLÓREZ, Ramiro. Pequenas Centrais Hidroelétricas. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- [8] RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da e CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 3º Edição. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

Capítulo 11

Comparação das normas utilizadas para avaliação do ruído ferroviário no Brasil

Thiago Antonio Fiorentin

Yesid Ernesto Asaff Mendoza

Laura Dacoreggio Volpato Braz

Amanda Conradt

Giovana Gorniack da Silva

Iara Cosmo da Rocha

Resumo: A exposição aos altos níveis de ruído provenientes de sistemas de transportes pode ser prejudicial à saúde. Para evitar esses problemas existem normas que devem ser atendidas. Neste artigo, são aplicadas e comparadas as norma ABNT NBR 10151 e ABNT NBR 16425-4, que ainda está em fase de projeto, para avaliação de ruído ferroviário. É realizada uma medição do NPS gerado durante a passagem de composições ferroviárias na cidade de Joinville - SC. Os dados obtidos são aplicados conforme as duas normas e os resultados são comparados buscando identificar as principais diferenças entre elas. Essa análise indica maior flexibilidade no nível de ruído aceitável de acordo com a NBR 16425-4 e maior detalhamento da metodologia de medição a ser empregada quando comparada com a NBR 10151.

Palavras-chave: Ruído; normas; medições; ferrovia; comparações.

1. INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído gerado por sistemas de transporte pode ser prejudicial à saúde, especialmente quando o nível de pressão sonora (NPS) excede 60 dB(A). Doenças cardiovasculares, distúrbios do sono e incômodo são os efeitos nocivos mais relatados resultantes dessa exposição (STASSEN; COLLIER; TORFS, 2008; BARREIRO; SÁNCHEZ; VILADRICH-GRAU, 2005). Nos últimos anos vários trabalhos foram desenvolvidos no sentido de prever e reduzir o ruído gerado por máquinas e equipamentos (FIORENTIN; MIKOWSKI; SILVA JUNIOR; LENZI, 2017; OLIVEIRA; FIORENTIN; SILVA, 2008).

Sistemas ferroviários têm grande potencial de geração de ruído e costumam causar incômodo à população que vive em áreas próximas, um dos motivos para oposição à implantação de novas linhas. Por isso, foram elaboradas leis que limitam o nível de ruído aceitável visando o conforto da comunidade (JIANG; HANSON; DOWDELL, 2015; THOMPSON, 2009).

Como as medições de NPS em ferrovias estão sujeitas a variações causadas por mudanças de temperatura, umidade, vento, velocidade dos trens, quantidade de vagões, entre outros fatores, a obtenção de resultados comparáveis se torna uma tarefa complexa (THOMPSON, 2009; DITTRICH; JANSSENS, 2000). Por conta disso, organizações de padronização desenvolveram normas para fixar as condições necessárias para medição dos níveis de ruído emitidos por sistemas de transporte. No Brasil, a norma utilizada para medição de ruído de fontes móveis é a NBR 10151, que estabelece as condições para avaliação do ruído em comunidades, especificando o método de medição, e limites para avaliação sonora (ABNT, 2000). Essa norma, porém, não é específica para avaliar ruído ferroviário. A NBR 16425-1, em vigor desde 2016, aborda os aspectos gerais para medição e avaliação do NPS proveniente de sistemas de transportes. A Parte 4 desta norma diz respeito, especificamente, à medição de ruído em sistemas ferroviários e esteve em consulta pública no ano de 2017, porém ainda não entrou em vigor. Ela define os descritores sonoros para análise do NPS gerado por sistemas ferroviários, o procedimento de medição a ser executado, e os limites de ruído permitidos (ABNT, 2016).

Objetiva-se, então, a análise e aplicação das normas ABNT NBR 10151 e NBR 16425-4 para medição de ruído ferroviário na Estação da Memória em Joinville. Serão comparados os resultados dos níveis de ruído ambiente/residual e também dos níveis de ruído gerado durante a passagem dos trens obtidos a partir da utilização das normas.

2. METODOLOGIA

O Quadro 1 sintetiza as principais condições de medição exigidas pelas normas estudadas. Além das condições descritas no quadro, ambas exigem que as medições sejam realizadas em períodos de operação normal da ferrovia e em condições meteorológicas favoráveis - ausência de chuvas fortes, trovões e ventos. Deve-se equipar o microfone com um paravento e posicioná-lo em um local onde a influência de fontes de ruído externas seja a menor possível.

Quadro 1 - Síntese das condições de medição exigidas pela NBR 10151 e pela NBR 16425-4

	NBR 10151	NBR 16425-4
Ponto de medição	Fora do limite da ferrovia, ou em local indicado pelo reclamante.	Junto a receptores potencialmente críticos (RPC).
Altura do medidor	1,2 m	1,2 – 1,5 m
Intervalo de medição	Não especificado. Deve ser definido de maneira que possibilite a caracterização do ruído em questão.	A partir do momento em que o NPS da ferrovia superar em 5 dB o NPS do som residual, até voltar a esse valor.
Cálculo do NPS gerado pela ferrovia	Nível de pressão sonora equivalente medido durante a passagem de uma composição. Pode envolver uma única amostra ou uma sequência.	Média do NPS medido durante a passagem de mais de três trens. Considera o tempo médio de passagem do trem e a quantidade de trens que trafegam pelo trecho em cada período.
Ruído residual	Deve ser medido no local e horário considerados, na ausência do ruído investigado. Não é especificado um intervalo de tempo.	Deve ser medido durante 60 minutos no período diurno e 30 minutos no período noturno, contínuos ou não.
Critério de avaliação	Valores estabelecidos em função da ocupação da área em que é feita a medição.	Valores de referência dependem do ruído residual medido.

A metodologia utilizada neste estudo consiste no registro de dados de pressão sonora durante a passagem de composições ferroviárias para posterior aplicação nas duas normas investigadas, seguida da comparação entre os resultados obtidos. Foi registrado o NPS gerado durante a passagem de três trens, bem como o nível de ruído ambiente/residual, na região da Estação da Memória, em Joinville - SC. Foi utilizado um medidor de pressão sonora tipo 2270 e um microfone tipo 4189, fabricados pela Brüel&Kjaer. O equipamento foi posicionado a 1,2 m do solo e 37 m de distância do centro da ferrovia, local escolhido como RPC a ser estudado.

Figura 1 - Medidor de pressão sonora posicionado no local da medição.



O ruído ambiente foi medido durante 30 min a noite, e no período diurno foram realizadas duas medições totalizando 60 min. Os resultados obtidos foram aplicados conforme as orientações das duas normas estudadas e serão apresentados na seção a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para sintetizar a apresentação dos resultados, estes serão descritos na forma de quadros comparativos dos valores obtidos pela aplicação de cada norma e seus métodos de medição e cálculo. Primeiro serão comparados os resultados de nível de ruído ambiente/residual, seguidos do nível de ruído gerado durante a passagem dos trens, e por fim a avaliação sonora proposta pelas normas.

No Quadro 2 é possível observar os resultados do NPS do ruído ambiente/residual. Para esse caso, a NBR 10151 não especifica intervalos de medição, nem indica como calculá-lo caso seja necessária mais de uma amostra. Por isso, foi considerada, neste estudo, a média logarítmica das medições feitas no período diurno. Já a NBR 16425-4 indica tempos de medição para cada período, além do cálculo do NPS do ruído residual em 24 h. No entanto, não é especificado o cálculo do ruído residual em cada período caso as medições não sejam contínuas. Nesse caso, optou-se por utilizar a média logarítmica das medições realizadas durante o período diurno. Os valores de NPS do ruído ambiente/residual foram 68,32 dB(A) e 73,79 dB(A) para a NBR 10151 e NBR 16425-4, respectivamente.

Quadro 2 - Comparação entre NPS do ruído ambiente/residual

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de medição	Não especificado	30 min no período noturno e 60 min no período diurno
Método de cálculo	Não especificado	Média ponderada do NPS registrado no período diurno e noturno
NPS do ruído ambiente/residual	68,32 dB(A)	73,79 dB(A)

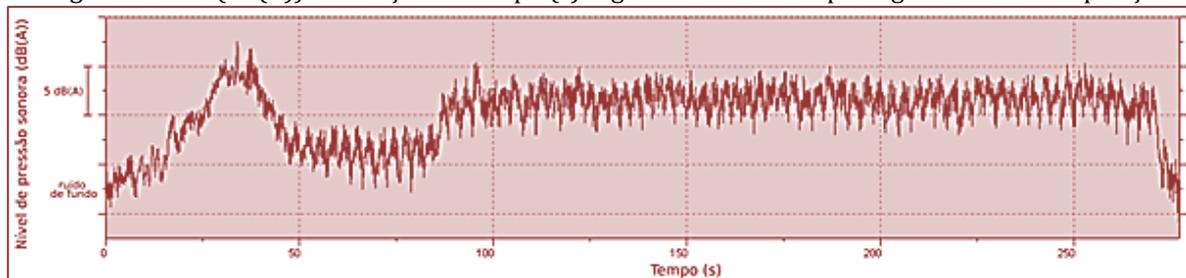
No Quadro 3 é feita uma comparação do método de medição e de cálculo adotado por cada norma para obter o NPS gerado durante a passagem das composições, bem como os valores resultantes obtidos. A NBR 10151 não define o número de amostras necessário para caracterizar o ruído em questão, tampouco especifica um método de cálculo caso seja utilizada mais de uma amostra. Sendo assim, optou-se por utilizar a média logarítmica do NPS gerado pelas três composições analisadas, que resultou em 75,7 dB(A). A NBR 16425-4 indica que deve ser registrada a passagem de, no mínimo, três trens, exceto quando o trecho analisado tiver densidade de tráfego inferior a 3 composições/dia, e o método de cálculo leva em consideração o ruído ambiente e o número de composições que circula em cada período, resultando em 63,16 dB(A).

Quadro 3 - Comparação entre NPS gerado durante passagem das composições

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de medição	Uma ou várias amostras	No mínimo, três amostras, exceto caso a densidade de tráfego seja inferior a esse valor
Método de cálculo	Não especificado	Considera a média logarítmica do NPS registrado durante a passagem dos trens, o número de trens circulando em cada período e a duração de cada período
NPS gerado durante passagem das composições	75,70 dB(A)	63,16 dB(A)

Na Figura 1, para exemplificar a variação no nível de ruído devido à passagem de um trem, é apresentado um gráfico que mostra o NPS, em função do tempo, registrado durante a passagem de uma das composições analisadas. Nota-se, inicialmente o nível de ruído registrado logo antes da aproximação do trem, seguido, nos primeiros 50 s pela buzina da composição. Entre 50 s e 80 s, nota-se, novamente, o ruído de fundo, porém já sob influência da chegada do trem. A partir de 80 s, é registrado o ruído emitido pela composição, que se mantém constante até aproximadamente 280 s, quando o NPS volta para o nível do ruído de fundo.

Figura 1 - NPS (dB(A)) em função do tempo (s) registrado durante a passagem de uma composição.



O Quadro 4 apresenta o método de cálculo do nível de ruído aceitável por cada norma. A NBR 10151 apresenta valores tabelados em função do zoneamento da região estudada, exceto quando o ruído ambiente medido superar os valores tabelados - nesse caso, o nível de ruído limite assume valor igual ao nível de ruído ambiente. De acordo com a NBR 16425-4, a definição do nível de ruído aceitável depende do nível do ruído residual/ambiente medido. Para ferrovias construídas antes de 2013, se o nível de ruído residual for inferior a 65 dB, o NPS máximo permitido é de 70 dB; se for superior a 65 dB, o nível de ruído aceitável é calculado somando 5 dB no nível de ruído residual.

Quadro 4 - Comparação entre nível de ruído aceitável pelas normas

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de cálculo	Valores tabelados em função do zoneamento, ou igual ao nível de ruído ambiente medido	Definido em função do ruído residual/ambiente medido
Nível de ruído aceitável	68,32 dB(A)	78,79 dB(A)

No Quadro 5 são apresentados os resultados finais obtidos pela aplicação de cada norma. De acordo com a NBR 10151, o ruído gerado pela operação ferroviária na região estudada está fora dos limites permitidos pela norma. Já segundo a NBR 16425-4, o nível de ruído está dentro dos limites aceitáveis. Portanto, nota-se que a norma que está sendo proposta pela ABNT gera um resultado diferente da NBR 10151, já vigente.

Quadro 5 - Comparação entre o resultado obtido a partir da aplicação das normas

	NBR 10151	NBR 16425-4
NPS gerado durante passagem das composições	75,70 dB(A)	63,16 dB(A)
Nível de ruído aceitável	68,32 dB(A)	78,79 dB(A)
Ruído gerado pelas composições atende o limite definido pela norma?	Não	Sim

4. CONCLUSÃO

As duas normas investigadas diferem no detalhamento sobre a obtenção de dados, incluindo o período a serem realizadas as medições e a quantidade necessária de amostras para que seja válida.

Os resultados obtidos refletem a maior flexibilidade oferecida pela NBR 16425-4, visto que esta considera o ruído ambiente da região estudada para a definição dos níveis aceitáveis de ruído, além de levar em conta as características da operação ferroviária. A NBR 10151, além de não ter sido elaborada especificamente para sistemas ferroviários, não detalha o suficiente a metodologia a ser empregada nas medições, permitindo que algumas decisões sejam tomadas pelo responsável pela medição, como o número de amostras e alguns métodos de cálculo, podendo comprometer os resultados.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16425: Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes. Rio de Janeiro, 2016.
- [3] BARREIRO, Jesús; SÁNCHEZ, Mercedes; VILADRICH-GRAU, Montserrat. How much are people willing to pay for silence? A contingent valuation study. *Applied Economics*, [s.l.], v. 37, n. 11, p. 1233-1246, 20 jun. 2005. Informa UK Limited.
- [4] DITTRICH, M. G.; JANSSENS, M. H. A. Improved measurement methods for railway rolling noise. *Journal of Sound and Vibration*, Elsevier BV, v. 231, n. 3, p. 595-609, mar. 2000.
- [5] FIORENTIN, T. A.; MIKOWSKI, A.; SILVA JUNIOR, O. M.; LENZI, A. Noise and Vibration Analysis of a Heat Exchanger: a Case Study. *International Journal of Acoustics and Vibration*, v. 22, p. 270-275, 2017.
- [6] JIANG, J.; HANSON, D.; DOWDELL, B. At-source control of freight rail noise: A case study. *Acoustics Australia*, Springer Nature, v. 43, n. 3, p. 233-243, 2015.
- [7] OLIVEIRA, A; FIORENTIN, T. A.; SILVA, M. G. Design of System and Components - NVH view - Test and Simulation. *SAE Technical Paper Series*, v. 2008, ed. 2008-36-0239, 2008.
- [8] STASSEN, Kristien Ria; COLLIER, Pieter; TORFS, Rudi. Environmental burden of disease due to transportation noise in Flanders (Belgium). *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, [s.l.], v. 13, n. 6, p. 355-358, ago. 2008. Elsevier BV.
- [9] THOMPSON, D. J. *Railway Noise and Vibration: Mechanisms, modelling and means of control*. Oxford: Elsevier, 2009.

Capítulo 12

Toxicidade aguda de efluente simulado de refinaria antes e após tratamento por ozonização catalítica utilizando óxido de ferro proveniente da drenagem ácida de mina dopado com cobre

Gidiane Scaratti

Thalita Grando Rauen

Alessandra Hoerning

Regina de Fátima Peralta Muniz Moreira

Resumo: A ozonização catalítica tem sido recentemente proposta como alternativa para o tratamento de efluentes líquidos da indústria petroquímica, mostrando-se eficaz na descontaminação ambiental. A formação de subprodutos tóxicos é um dos aspectos importantes a serem investigados, pois embora seja possível reduzir a concentração dos compostos inicialmente presentes no efluente líquido, a formação de subprodutos mais tóxicos do que os presentes antes do tratamento deve ser investigada com cautela. Este trabalho objetivou investigar a eficiência de redução da toxicidade de um efluente simulado de refinaria após o processo de ozonização catalítica utilizando goetita (GO), hematita (HE) e goetita dopada com cobre (HECu-10) como catalisadores. Os catalisadores foram caracterizados quanto à área superficial BET, DRX, MET e composição elementar. A atividade catalítica foi avaliada em ensaios cinéticos de mineralização, resultando na seguinte ordem: HECu-10 > GO = HE. Os catalisadores foram caracterizados quanto à área superficial BET, DRX, MET e composição elementar. Os catalisadores HE e HECu-10 foram utilizados nos estudos de toxicidade aguda. A toxicidade do efluente tratado por ozonização catalítica utilizando HECu-10 foi 20 % menor do que a reação não catalítica. Ensaios de lixiviação mostraram que somente 2% de Cu foi lixiviado após os 360 min de reação, comprovando boa estabilidade e uma alternativa viável para aplicação na ozonização catalítica.

Palavras-chave: Efluente petroquímico, ozonização, catalisador, toxicidade.

1. INTRODUÇÃO

Efluentes petroquímicos são constituídos por diversas substâncias químicas altamente tóxicas, recalcitrantes e difíceis de serem removidas, pois são estáveis a luz e ao calor. As técnicas convencionais de tratamento desses efluentes não permitem a remoção completa dos poluentes orgânicos das águas, portanto, a degradação de poluentes tóxicos só é possível utilizando tecnologias não biológicas (MA et al., 2009).

A ozonização tem sido citada na literatura como uma tecnologia promissora e inúmeras aplicações em escala real já podem ser encontradas nas áreas de tratamento de águas de abastecimento e de efluentes industriais, sendo também associados a processos biológicos (ASSÁLIN; DURÁN, 2007).

O uso de óxidos de metais tem sido proposto para acelerar a velocidade de mineralização, agindo como catalisadores do processo (NAWROCKI; KASPRZYK-HORDEN, 2010). Algumas investigações têm mostrado que a presença de catalisadores sólidos pode aumentar a eficiência de oxidação de uma série de poluentes orgânicos, assim como reduzir o consumo de ozônio (LEE et al., 2014; ROSHANI et al., 2014; ZHU et al., 2014).

Os óxidos de ferro são de grande interesse no emprego para o tratamento de efluentes industriais, devido à sua ampla disponibilidade natural, propriedades químicas e físicas, baixa toxicidade e custo relativamente baixo. Alguns estudos têm demonstrado que óxidos de ferro podem degradar satisfatoriamente compostos recalcitrantes quando combinados à aplicação de ozônio (OPUTU et al., 2015; HU et al., 2017).

Há também estudos que demonstram que o processo de dopagem melhora significativamente a atividade catalítica dos óxidos de ferro (XU et al., 2015; LV et al., 2012). A co-dopagem da maghemita com cobalto e manganês, melhorou a atividade catalítica na mineralização do ácido 2,4-diclorofenoxiacético em solução aquosa com ozônio. O aumento da atividade catalítica foi atribuído ao aumento de grupos hidroxila superficiais e a quantidade de água quimissorvida (LV et al., 2012) na superfície dos óxidos de ferro. Entretanto, a toxicidade das nanopartículas ou dos efluentes tratados por processo de ozonização catalítica ainda é um assunto a ser tratado com cautela, devido à formação de subprodutos tóxicos.

Assim, este trabalho tem como objetivo investigar a redução da toxicidade de um efluente simulado de refinaria após o processo de ozonização catalítica utilizando óxido de ferro dopado com cobre.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os catalisadores utilizados foram obtidos a partir da goetita (GO) proveniente da drenagem ácida de mina de uma das carboníferas do estado de Santa Catarina. O catalisador dopado com 10 % de cobre (HECu-10) foi preparado de acordo com o proposto por Andersen et al., (2011), utilizando nitrato de cobre II trihidratado (Vetec). Um catalisador sem impregnação de metal (HE) também foi preparado, aplicando o mesmo tratamento térmico.

A área superficial BET foi obtida por meio das isotermas de adsorção e dessorção de N₂ a 77K, no equipamento Autosorb-1, Quantachrome, na Central de Análises do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC. As amostras foram aquecidas previamente a 140 °C por 12h. A área superficial específica foi calculada pelo método BET com região de pressão relativa de 0,05 até 0,30.

Para a avaliação do tamanho e morfologia de partícula, foram realizadas análises de microscopia eletrônica de transmissão (MET), no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da UFSC, utilizando o microscópio eletrônico de transmissão JEM-1011. As amostras foram preparadas colocando-se gotas de suspensões do sólido em etanol em grades de cobre revestidas com carbono e, secas a temperatura ambiente.

As análises de DRX foram realizadas pelo Laboratório de Materiais da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) utilizando um Difratômetro Shimadzu XRD-6000, com radiação de cobre, diferença de potencial de 25 kV, corrente de 25 mA e varredura na faixa de 10 a 80 ° (2θ).

Foram determinadas as concentrações de ferro e cobre nos catalisadores preparados por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando o espectrofotômetro Agilent 240FSAA, disponível no LEMA/EQA/UFSC.

Uma solução aquosa (ESR) foi utilizada para simular o efluente de refinaria de petróleo, como proposto por Lin e colaboradores (2001). A solução continha a seguinte formulação: ácido benzóico (500 mg L⁻¹) e ácido amino benzóico (100 mg L⁻¹), solução de tampão inorgânico, composta de (NH₄)₂SO₄ (250 mg L⁻¹), K₂HPO₄ (222 mg L⁻¹), KH₂PO₄ (8,5 mg L⁻¹), NaHPO₄.H₂O (44,6 mg L⁻¹), NH₄Cl (1,7 mg L⁻¹), MgSO₄.7H₂O (2,25 mg L⁻¹), NaHCO₃ (800 mg L⁻¹) e FeCl₃.6H₂O (0,03 mg L⁻¹). A DQO dessa solução aquosa é 1146,0 mg L⁻¹ e a concentração de carbono orgânico total (COT) é de 410 mg L⁻¹.

Um reator com capacidade de 1,5 L foi utilizado para os ensaios cinéticos de ozonização catalítica (dosagem de catalisador = 0,5 g L⁻¹) e não catalítica. O reator era operado de forma semi-contínua, pela alimentação contínua de ozônio (gerador de ozônio Philozon O₃R modelo ID-05). Em intervalos determinados de tempo, uma alíquota do líquido foi retirada e filtrada em membrana de PVDF (Milipore) (0,22 µm) para a determinação analítica de COT e toxicidade. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

Os ensaios de toxicidade aguda foram realizados no Microtox®, com bactéria produzida no país pela BIOLUX®, *Vibrio fischeri* Lyo05, de acordo com a metodologia proposta pela ISO 11348-3.

A bactéria liofilizada foi reidratada com solução tampão de reativação, fornecida pela BIOLUX®, e mantida a 4±0,5°C durante todo o período de ensaios. A primeira leitura da luminescência da bactéria foi realizada antes de serem acrescentadas as amostras nas cubetas. Após a leitura inicial (I₀) foi realizada a transferência de cada amostra para as cubetas contendo a bactéria e 30 minutos depois foi feita a segunda leitura de luminescência (I₃₀).

O ajuste osmótico foi realizado com solução de NaCl 22 %, sendo que para cada 10 mL de amostra foi adicionado 100 µL de solução. A metodologia empregada (ISO 11348-3) é composta por oito diluições: 80 %, 50 %, 33,33 %, 25,0 %, 16,67 %, 12,5 %, 8,33 % e 6,25 %, as quais foram feitas com solução de NaCl 2 %.

Na avaliação da toxicidade das nanopartículas em suspensão aquosa, 1,5 L de água destilada era alimentado ao reator juntamente com 0,5 g L⁻¹ de catalisador. O reator era operado de forma semi-contínua e, em intervalos determinados de tempo, uma alíquota de 20 mL era retirada. Desta alíquota, 10 mL foram filtrados para a separação das nanopartículas e os outros 10 mL foram analisados na presença das nanopartículas com o objetivo de verificar a toxicidade da água após o tratamento com e sem a presença de catalisador. Para avaliação da toxicidade do ESR após tratamentos de oxidação as amostras coletadas foram submetidas ao procedimento descrito acima.

O teste de toxicidade fornece o valor de CE_{50,30min}, que é a porcentagem de uma amostra diluída (v/v) que provoca 50 % de redução na bioluminescência das bactérias em 30 minutos de contato. A variabilidade dos resultados dos ensaios pode ser analisada através do coeficiente de variação (CV) obtida pela Equação 1. O método é considerado bom quando o valor de CV for inferior ou igual a 30 %.

$$CV = \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) * 100 \quad (1)$$

A avaliação da redução da toxicidade aguda foi realizada através da transformação dos valores de CE_{50,30min} em Unidades Tóxicas (UTs). Os valores de UTs são diretamente proporcionais a toxicidade e foram obtidos pela Equação 2:

$$UT = \frac{100}{CE(50)} \quad (2)$$

Os autores Günesf, Günes e Talinli (2008), estabeleceram uma classificação em escala de UT para os efluentes analisados. De acordo com esta escala, amostras foram classificadas como “não tóxico” (UT = 0; NT), “levemente tóxico” (UT < 1; LT), “tóxico” (UT = 1-10; T), “muito tóxico” (UT = 1-100; MT) e “extremamente tóxico” (UT > 100; ET).

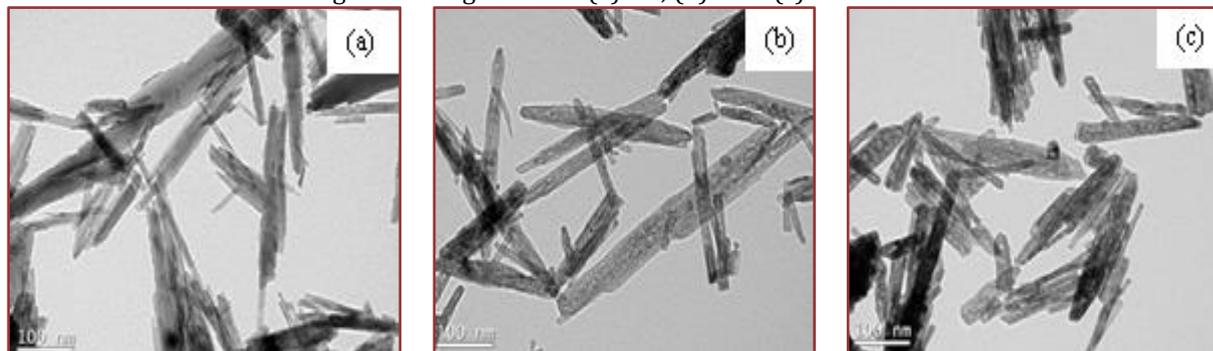
Esta classificação será utilizada na discussão dos resultados neste trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas BET obtidas para os catalisadores GO, HE e HECu-10 foram $58,6 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, $66,8 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e $37,3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. Observa-se que a área superficial da GO aumentou cerca de 12,0 %, enquanto ocorreu a transformação da fase goetita para a fase hematita, no tratamento térmico. Isso ocorre devido à formação de microporos durante a dehidroxilação da goetita submetida ao tratamento térmico. Subsequentemente, a dopagem do catalisador também contribui para uma redução ainda maior da área BET, reduzindo cerca de 36,0 % a área superficial da GO com a dopagem de 10% de Cu, podendo ser atribuído a ocupação dos sítios ativos pelos metais de transição impregnados.

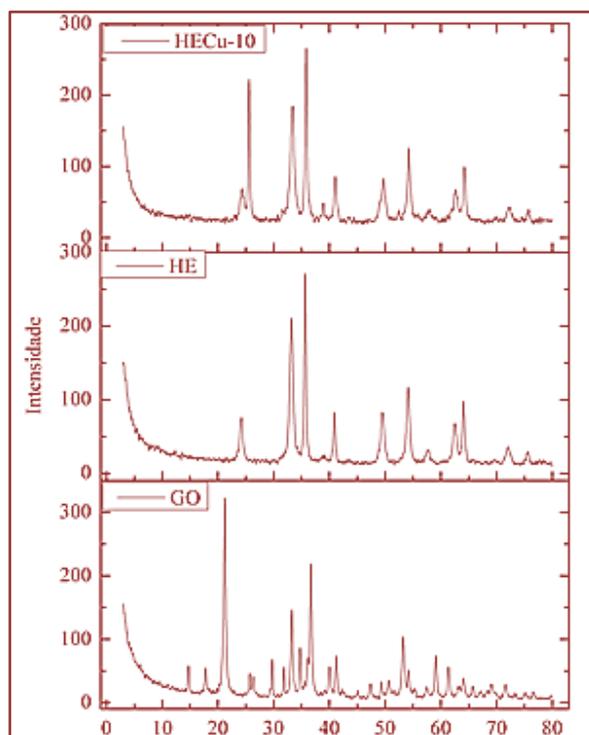
Como pode ser observado na Figura 1, todos catalisadores apresentaram geometria acicular, com diâmetros em torno de 12,2 e 83,6 nm, confirmando serem nanopartículas. Segundo PAS71 (2005), são consideradas nanopartículas as que possuem uma ou mais dimensões menores do que 100 nm.

Figura 1: Imagens MET: (a) GO; (b) HE e (c) HECu-10.



Os difratogramas de raios-X da GO, HE e HECu-10 estão apresentados na Figura 2. A amostra de GO apresentou como fase cristalina somente picos relativos à goetita e o tratamento térmico do mesmo a $450 \text{ }^\circ\text{C}$ mostrou que toda amostra mudou de fase para hematita. Após o tratamento térmico, somente picos de hematita são observados. Os picos referentes à hematita são para $2\theta = 24,35; 33,27; 35,7; 40,93; 49,78; 54,09; 62,55$ e $64,02$ (JCPDS-01-089-0598). Observa-se que a presença do Cu não interfere na estrutura cristalina ou no grau de cristalinidade da HE. Há a presença do pico de $(\text{Cu, Fe})\text{SO}_4\text{H}_2\text{O}$ ($2\theta = 25,6^\circ$) e dos picos referentes ao CuO ($2\theta = 36,2^\circ; 39^\circ$).

Figura 2: Difratogramas de raios-X da goetita (GO), hematita (HE) e da hematita dopada com 10% de Cu (HECu-10).



A hematita e os catalisadores dopados com diferentes concentrações de cobre foram caracterizados quanto à concentração de Fe e Cu, com o objetivo de verificar a eficiência de dopagem. Como pode ser observado na Tabela 1 a concentração de cobre foi de 19,05, 42,41 e 83,33 ppm para os catalisadores dopados com 5, 10 e 20 % de cobre, respectivamente.

Tabela 1: Composição Fe e Cu nos catalisadores.

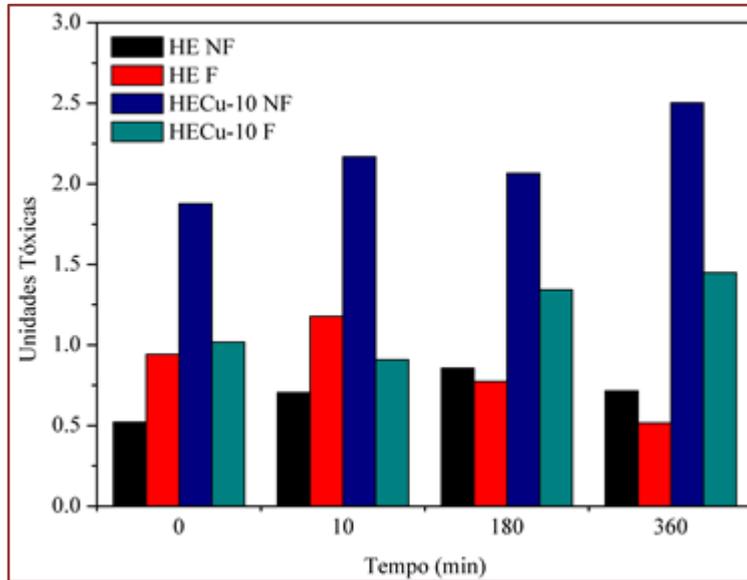
Catalisadores	Fe (%)	Cu (%)
GO	99,98	-
HE	99,95	-
HECu-10	85,98	14,02

As reações catalisadas com GO e HE apresentaram a mesma percentagem de remoção de COT (75,37%), enquanto que o catalisador HECu-10 apresentou 96,21% de remoção de COT nas seis horas de reação. As cinéticas de mineralização do ESR estão descritas de acordo com o modelo de pseudo-primeira ordem em relação à concentração de COT na presença e ausência de catalisador, sendo que a constante k obtida na reação catalisada com HECu-10 é 2,41 vezes maior que a reação não catalisada.

Amostras da solução final de reação foram avaliadas quanto a concentração de Cu, cerca 0,9 ppm de Cu (~2%) foi lixiviado após 360 min de reação.

A fim de avaliar a toxicidade aguda das nanopartículas HE e HECu-10 em água ozonizadas por 6 horas, foram coletadas amostras nos seguintes tempos de coleta: 0, 10, 180 e 360 min. Foram avaliadas amostras filtradas (F) e não filtradas (NF). Os resultados obtidos nos testes de toxicidade das nanopartículas estão apresentados na Figura 3.

Figura 3: Unidades tóxicas das nanopartículas HE e HECu-10 filtradas e não filtradas (NF = Não filtrado; F = Filtrado).

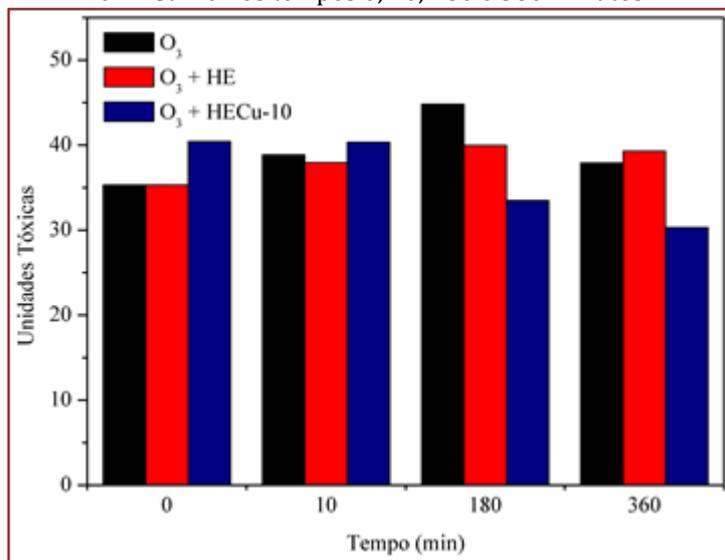


Nota-se que aos 180 e 360 min de reação as amostras NF apresentaram unidades tóxicas superiores em relação às amostras F. As amostras contendo o catalisador HECu-10 são mais tóxicas que o catalisador HE, devido a presença de cobre, aumentando assim a toxicidade do meio.

Para os testes de toxicidade do efluente antes e depois da ozonização catalítica foi necessário diluir 100 vezes as amostras antes das análises, devido a sua alta toxicidade.

Na Figura 4, é possível observar a toxicidade do ESR após o tratamento de ozonização na presença e na ausência de catalisador. Após 360 min, observou-se nas reações utilizando catalisador HE e sem catalisador praticamente a mesma toxicidade, 39,3 e 37,9 unidades tóxicas, respectivamente. Já a reação com o catalisador HECu-10 apresentou 30,3 unidades tóxicas, cerca de 20% a menos que a reação de ozonização isenta de catalisador.

Figura 4: Toxicidade do ESR em diferentes tempos de reação de ozonização, ozonização catalítica com HE e HECu-10 nos tempos 0, 10, 180 e 360 minutos.



Na Tabela 2 estão apresentados os valores de CE₅₀, UT e a classificação das amostras após o tratamento de ozonização.

Tabela 2: Valores de CE₅₀, UT e classificação das amostras após o tratamento de ozonização (NF = Não filtrado; F = Filtrado).

Amostra	CE ₅₀ (ppm)	UT (100/CE ₅₀)	Classificação
HE NF	139,7	0,716	LT
HE F	193,55	0,517	LT
HECu-10 NF	39,94	2,504	T
HECu-10 F	69	1,449	T
O ₃	2,64	37,897	MT
O ₃ + HE	2,54	39,299	MT
O ₃ + HECu-10	3,3	30,292	MT

A toxicidade final da reação com o catalisador HECu-10 foi 20% menor que a reação de ozonização não-catalisada, mas não reduziu o suficiente para mudar a classificação, permanecendo muito tóxico como a reação isenta de catalisador.

Observa-se um aumento da toxicidade após 10 e 180 minutos para a reação não-catalisada e a reação catalisada com HE. Este aumento de toxicidade também foi evidenciado pelos autores Velegraki e Mantzavinos (2008), que estudaram a degradação fotocatalítica de uma solução de ácido benzóico 50 ppm, utilizando TiO₂ como fotocatalisador, possivelmente devido à formação de subprodutos parcialmente oxidados. A solução de ácido benzóico utilizada não apresentou toxicidade aguda utilizando o organismo *Vibrio fischeri*, mas após 15 e 30 minutos de reação a porcentagem de inibição atingiu valores de 96% e 87%, respectivamente. Ao decorrer da reação a porcentagem de inibição diminuiu e a solução tornou-se não tóxica aos 60 minutos de reação, devido à reação de decomposição dos subprodutos tóxicos e/ou mineralização, formando CO₂ e H₂O.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, a impregnação da GO com Cu promoveu a aceleração da mineralização do ESR e apresentou baixa lixiviação de íons de Cu. Apesar do catalisador HECu-10 apresentar maior toxicidade do que a HE, ocorreu uma redução de 20% da toxicidade do efluente tratado em comparação a reação isenta de catalisador. Conclui-se, portanto, que os catalisadores produzidos a partir dos subprodutos da mineração de carvão são uma alternativa viável para a aplicação a ozonização catalítica.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior CAPES/Brasil e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq/Brasil pelo suporte financeiro e ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da UFSC pelas análises de MET.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDERSEN, S. L. F.; FLORES, R. G.; MADEIRA, V. S.; JOSÉ, H. J.; MOREIRA, R. F. P. M. Synthesis and Characterization of Acicular Iron Oxide Particles Obtained from Acid Mine Drainage and Their Catalytic Properties in Toluene Oxidation. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 51, n. 2, p. 767-774, 2011.
- [2] ASSÁLIN, Márcia Regina; DURÁN, Nelson. Novas tendências para aplicação de ozônio no tratamento de resíduos: ozonização catalítica. *Revista Analytica*, v. 26, p.76-85, 2007.
- [3] HU, E.; WU, X.; SHANG, S.; TAO, X.; JIANG, S.; GAN, L. Catalytic ozonation of simulated textile dyeing wastewater using mesoporous carbon aerogel supported copper oxide catalyst. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 4710-4718, 2016.
- [4] LEE, Y.; KOVALOVA, L.; MCADELL, C. S.; VON GUNTEN, U. Prediction of micropollutant elimination during ozonation of a hospital wastewater effluent. *Water Research*, v. 64, p. 134-148, 2014.

- [5] LIN, C.-K.; TSAI, T.-Y.; LIU, J.-C.; CHEN, M.-C. Enhanced biodegradation of petrochemical wastewater using ozonation and bac advanced treatment system. *Water Research*, v. 35, n. 3, p. 699-704, 2001.
- [6] LV, A.; HU, C.; NIE, Y.; QU, J. Catalytic ozonation of toxic pollutants over magnetic cobalt-doped Fe₃O₄ suspensions. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 117-118, p. 246-252, 2012.
- [7] MA, F.; GUO, J.-B.; ZHAO, L.-J.; CHANG, C.-C.; CUI, D. Application of bioaugmentation to improve the activated sludge system into the contact oxidation system treating petrochemical wastewater. *Bioresource Technology*, v. 100, n. 2, p. 597-602, 2009.
- [8] NAWROCKI, J.; KASPRZYK-HORDERN, B. The efficiency and mechanisms of catalytic ozonation. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 99, n. 1-2, p. 27-42, 2010.
- [9] OPUTU, O.; CHOWDHURY, M.; NYAMAYARO, K.; FATOKI, O.; FESTER, V. Catalytic activities of ultra-small β -FeOOH nanorods in ozonation of 4-chlorophenol. *Journal of Environmental Sciences*, v. 35, p. 83-90, 2015.
- [10] PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATIONS. Vocabulary – Nanoparticles. PAS71:2005, British Standards, UK.
- [11] ROSHANI, B.; MCMASTER, I.; REZAEI, E.; SOLTAN, J. Catalytic ozonation of benzotriazole over alumina supported transition metal oxide catalysts in water. *Separation and Purification Technology*, v. 135, n. 0, p. 158-164, 2014.
- [12] VELEGRAKI, T.; MANTZAVINOS, D. Conversion of benzoic acid during TiO₂-mediated photocatalytic degradation in water. *Chemical Engineering Journal*, v. 140, n. 1-3, p. 15-21, 2008.
- [13] XU, B.; QI, F.; ZHANG, J.; LI, H.; SUN, D.; ZHONG, R.; CHEN, Z. Cobalt modified red mud catalytic ozonation for degradation of bezafibrate in water: Catalyst surface properties characterization and reaction mechanism. *Chemical Engineering Journal*, v. 284, p. 942-952, 2016.
- [14] ZHU, H.; SHEN, Z.; TANG, Q.; JI, W.; JIA, L. Degradation mechanism study of organic pollutants in ozonation process by QSAR analysis. *Chemical Engineering Journal*, v. 255, n. 0, p. 431-436, 2014.



UNIDADE III

**Intervenções, Propostas e Ferramentas
frente ao desafio ambiental**

Capítulo 13

Estudo da percepção de impactos ambientais na Comunidade Quilombola do Cuxiú, Bonito, Pará, Brasil

Nazareno de Jesus Gomes de Lima

Fernanda Campos de Araújo

Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção de impactos ambientais, na visão dos moradores da comunidade de remanescentes quilombolas do Cuxiú, município de Bonito/PA, com o intuito de oferecer subsídios para políticas de gestão ambiental comunitárias, capazes de fortalecer as formas locais de gestão dos recursos naturais e a conservação do meio ambiente. Para o alcance do mesmo foi realizada a aplicação de questionários semiestruturados, contendo perguntas relacionadas à temática socioambiental, tendo como foco a investigação da percepção dos moradores sobre o uso dos recursos naturais e as mudanças ocorridas na paisagem da comunidade a partir da expansão de empreendimentos agropecuários no entorno do território comunitário. O perfil socioeconômico dos entrevistados revelou que as atividades agrícolas são as principais na composição da renda das famílias da comunidade, sendo o produto mais comercializado a farinha, derivado da mandioca. O estudo da percepção de impactos ambientais evidenciou que as mudanças ambientais na comunidade estão ligadas a alterações na quantidade e na qualidade dos corpos d'água. Atividades como o desmatamento foi o problema mais citado pela comunidade, apontado como consequência da expansão dos empreendimentos agropecuários no entorno do território comunitário. O tradicional sistema de corte e queima, utilizado pelos comunitários para o cultivo de culturas alimentares, é uma problemática a ser trabalhada pela comunidade, visando à conservação dos seus recursos naturais.

Palavras-chave: comunidade de remanescentes quilombolas; atividades agrícolas; mudanças na paisagem.

1. INTRODUÇÃO

Convivemos com uma desolada realidade de uma civilização de massas, tecnológica, internacional, abrangendo a terra, a humanidade, na qual os valores culturais e a criatividade dos velhos mecanismos são substituídos por novos dispositivos, havendo um interesse maior nas relações de estímulos respostas, sem a atenção devida para o meio ambiente e para as relações culturais tradicionais, como por exemplo, a forma de convivência de uma pequena comunidade e a interação com todos os sistemas ali presentes (BERTALANFFY, 2015).

As comunidades quilombolas são grupos étnicos – predominantemente constituídos pela população negra rural ou urbana, que se auto definem a partir das relações específicas com a terra, o parentesco, o território, a ancestralidade, as tradições e práticas culturais próprias (INCRA, 2015).

O reconhecimento das comunidades de remanescentes quilombolas é um elemento importante para o resgate da história dessas populações e para a valorização destas comunidades, dando a devida importância para o seu valor cultural, social e econômico (MACIEL, 2012).

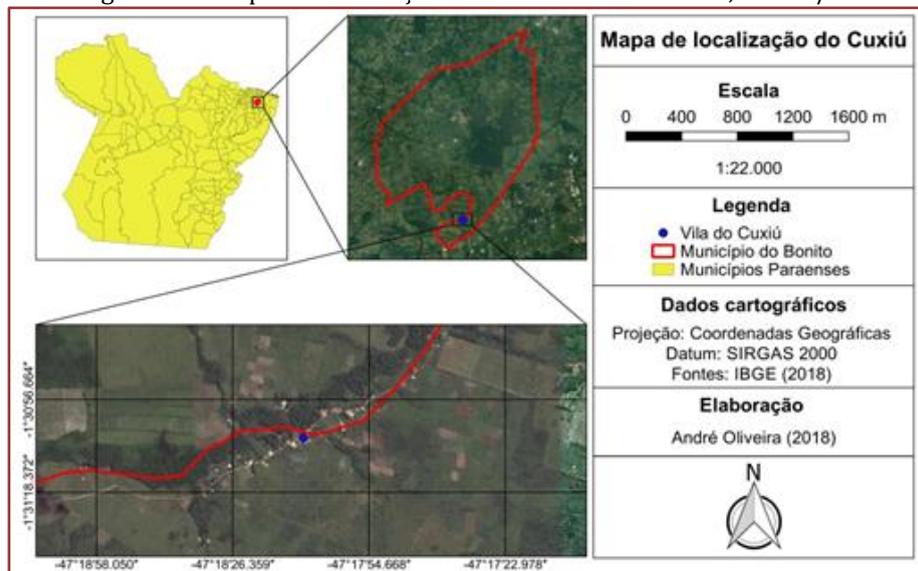
Como ressalta Capra (2006), uma sociedade sustentável é aquela que satisfaz suas necessidades sem diminuir as perspectivas das gerações futuras, sendo este o grande desafio da nossa sociedade. Neste trabalho, parte-se do pressuposto de que o modelo produtivo e o modo de vida que mais se aproximam dessa almejada sustentabilidade são o das pequenas comunidades (SCHUMACHER, 1979). No caso da comunidade quilombola do Cuxiú, a expansão da agropecuária no entorno do território comunitário tem causado, em tese, transformações na gestão comunitária dos recursos naturais e nas atividades produtivas agrícolas e não agrícolas.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção de impactos ambientais, na visão dos moradores da comunidade de remanescentes quilombolas do Cuxiú, município de Bonito, Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, com o intuito de oferecer subsídios para políticas de gestão ambiental comunitárias, capazes de fortalecer as formas locais de gestão dos recursos naturais e a conservação do meio ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Comunidade do Cuxiú está localizada a 25 quilômetros do município de Bonito, situado na Mesorregião Nordeste Paraense, Microrregião Bragantina, nas proximidades do limite territorial entre Capanema, Peixe Boi, Santa Maria, São Miguel do Guamá e Ourém (Figura 01). Bonito tinha uma população estimada em 15.834 habitantes no ano de 2017 (IBGE 2018).

Figura 01 – Mapa da localização da comunidade do Cuxiú, Bonito/PA.



Fonte: Oliveira (2018).

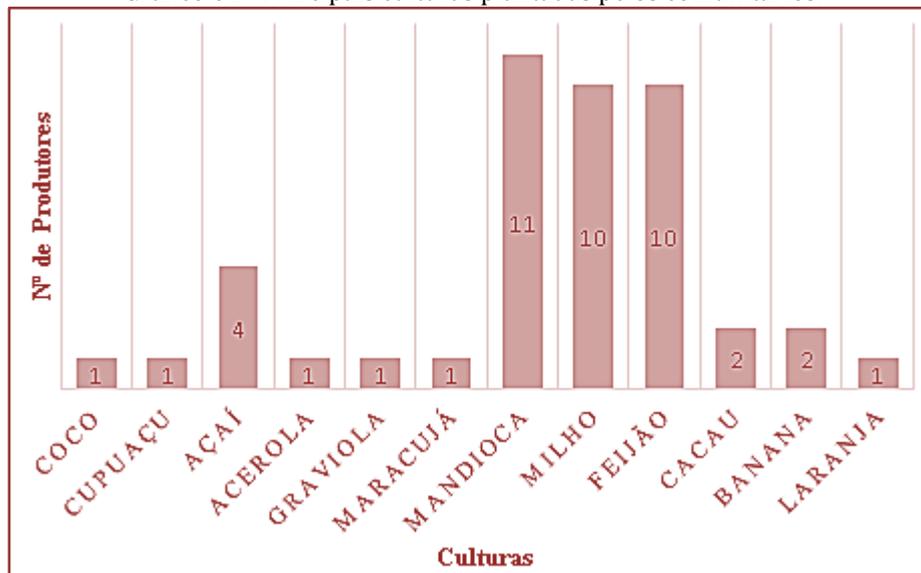
Para a coleta dos dados primários da pesquisa, foram aplicados 12 questionários semiestruturados (YIN, 2015), nos dias 06 e 07 de abril de 2018, contendo perguntas relacionadas à temática socioambiental, tendo como foco a investigação da percepção dos moradores sobre o uso dos recursos naturais e as mudanças ocorridas na paisagem da comunidade a partir da expansão de empreendimentos agropecuários no entorno do território comunitário. Além disso, foram realizadas observações diretas e registros fotográficos e audiovisuais para as análises das relações dos comunitários com os recursos naturais. Para a tabulação e sistematização dos dados, utilizou-se o *software Microsoft Excel 2013* e para a elaboração do mapa o *software QGis 2.14.22-ESSEN*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E MUDANÇAS NA PAISAGEM

Na comunidade de remanescentes quilombolas do Cuxiú, residem 17 famílias, em uma área de 480 ha demarcada pelo INCRA em 2013. O território é de uso comunitário, no qual todos têm direitos iguais em relação ao uso do espaço para o desenvolvimento de suas atividades, com destaque para a produção agrícola (lavoura) e para as plantações de frutíferas. Os principais produtos provenientes da produção agrícola da localidade são o milho, o feijão e a mandioca, culturas produzidas pela maioria das famílias entrevistadas (Gráfico 01).

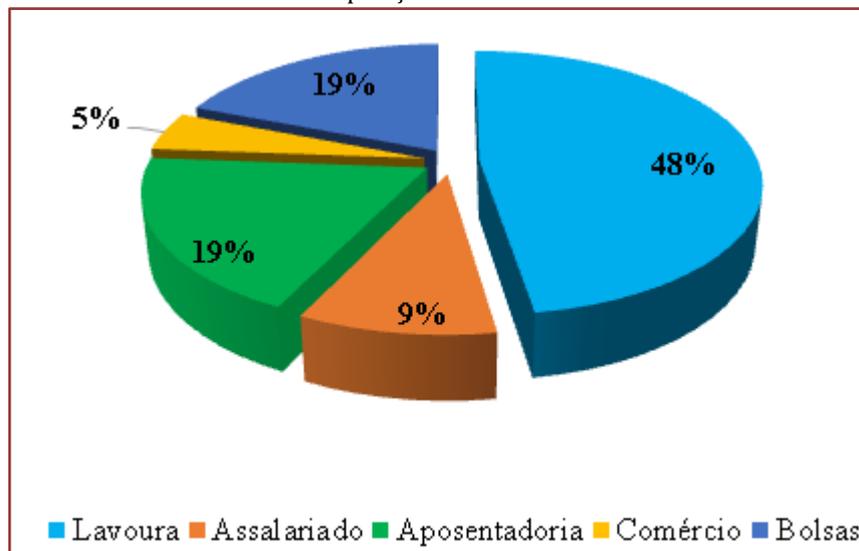
Gráfico 01– Principais culturas plantadas pelos comunitários.



Fonte: Dados de campo (2018).

As atividades agrícolas são as principais na composição da renda das famílias da comunidade, sendo responsáveis por 48% da renda. Nesse quesito, o produto mais comercializado é a farinha, derivado da mandioca. As atividades agrícolas são desenvolvidas, majoritariamente, pela própria família. Outras atividades de destaque na composição da renda familiar são a aposentadoria (19%) e as bolsas (19%), como mostra o (Gráfico 02).

Gráfico 02– Composição da renda dos moradores.



Fonte: Dados de campo (2018).

Constatou-se que 83,4% dos moradores já perceberam mudanças na paisagem nos últimos 15 anos, sendo a mudança mais percebida aquela relacionada à perda de vegetação. Isso se deve ao intenso crescimento da atividade pecuária e das queimadas no entorno da comunidade. Diante desse quadro, nota-se um grande empenho, por parte dos moradores, para a recuperação da vegetação, fato evidente quando analisamos os quintais das casas, que possuem diversas espécies de árvores frutíferas, como o açaí, a laranja, o cacau e a mangueira, além da presença de diversas ervas medicinais.

3.2. GESTÃO E USO DA ÁGUA

Em relação ao uso da água, 100% dos moradores usam para abastecimento (consumo e atividade doméstica), enquanto que 83,7% usam para lazer e 8,3% usam para a irrigação. A água utilizada pelos comunitários é oriunda do sistema de distribuição, equipado com uma caixa d'água, alimentada por um poço artesiano. Esse sistema abastece 91,7% das casas. Entretanto, existem alguns moradores que ainda usam o igarapé, além de pequenas "cacimbas" (pequenas nascentes) para realizar as suas atividades diárias que demandam o uso da água. Quando perguntados sobre a qualidade da água para o consumo, 100% dos entrevistados afirmaram que a água é de boa qualidade, pois é "*limpa e não tem gosto*" (relato do Sr. V. A. S, entrevistado no dia 07/04/2018). Os moradores também relataram que não há casos de doenças relacionadas ao uso da água.

Entretanto, o igarapé que margeia a comunidade (Figura 02) vem sofrendo algumas perturbações. Quando perguntados se houve mudanças no igarapé, 100% dos moradores afirmaram que sim, com destaque para a diminuição do nível da água e na quantidade de peixes, o desmatamento da mata ciliar, a presença de mau cheiro ocasionada pelas excretas de suínos e bovinos criados em uma fazenda nas proximidades do igarapé, além da presença de alguns lixos domésticos descartados na água. Porém, notou-se uma disparidade entre a percepção dos moradores no que seriam poluição e mudanças no igarapé. Quando foram indagados sobre a poluição no rio, 58% dos moradores disseram que o mesmo está poluído e os outros 42% acreditam que o rio está limpo, dado que evidencia que as pessoas que mais utilizam o igarapé são as que mais percebem essas alterações.

Figura 02 – Igarapé Cuxiú.



Fonte: Acervo dos autores (2018).

4. CONCLUSÃO

As mudanças na paisagem da comunidade quilombola do Cuxiú estão ligadas, na visão dos seus moradores, às alterações na quantidade e na qualidade dos corpos d'água. Atividades como o desmatamento foi o problema mais citado pelos comunitários, apontado como consequência da expansão dos empreendimentos agropecuários no entorno do território quilombola. No que diz respeito à gestão comunitária da produção, conclui-se pela importância da atividade agrícola familiar, sendo a tradicional prática de corte e queima para o cultivo das culturas alimentares uma problemática a ser trabalhada pela comunidade, visando à conservação dos seus recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- [1] BERTALANFFY, L. V. Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimentos e aplicações. Tradução de Francisco M. Guimarães. 6ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015. p. 360.
 - [2] CAPRA, F. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006. p. 249
 - [3] INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Quilombolas. Brasília: INCRA, 2015. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/quilombola>. Acesso em: 07 abr. 2018.
 - [4] IBGE. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/bonito/historico>. Acesso em: 07 abr. 2018.
 - [5] MACIEL, A. S. O. Resistência, história e memória da organização da comunidade Quilombola do Cuxiú no município de Bonito-Pa. Escola estadual de ensino fundamental e médio Charles Assad, Bonito-Pa, jul. 2012. p. 5
 - [6] SCHUMACHER, E. F. O negócio é ser pequeno (small is beautiful): um estudo de economia que leva em conta as pessoas. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015.

Capítulo 14

Proposta de um Plano de Recuperação de área degradada para uma área de manguezal de Aracaju-SE

Allana Karla Costa Alves

Fabírcia Vieira

Vanessa Guirra Almeida

Lucivaldo de Jesus Teixeira

Inaura Carolina Carneiro da Rocha

Resumo: O Código Florestal (CFLOR) afirma que os manguezais inseridos em zona rural ou urbana são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP), tendo como obrigação legal sua proteção, havendo somente a possibilidade de intervenção seguindo os critérios citados nesta lei. Apesar de sua reconhecida importância ecossistêmica, o manguezal vem sendo constantemente modificado em decorrência da expansão demográfica, por meio de desmatamento e aterramento, do plantio de espécies exóticas, e de lançamentos de resíduos sólidos e efluentes. Tal se fez que surgiu a necessidade de recuperar essas áreas, ainda que por dever legal. Este trabalho tem por objetivo propor um plano de recuperação de área degradada para um trecho de manguezal da cidade de Aracaju-SE, a fim de proporcionar o restabelecimento de processos ecológicos que ocorrem nas regiões de mangue, conforme disposto na Resolução CONAMA nº 429/2011, que dispõe de metodologias de recuperação das APP's, e na Instrução Normativa Ibama nº 04, que orienta procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada PRAD - ou Área Alterada. A área em tela possui 9,4 ha em APP e está inserida às margens do estuário do rio Sergipe. Assim sendo, mediante visitas técnicas realizadas no mangue para diagnóstico do cenário e origem da degradação, foi constatado que a área sofre com o lançamento de efluentes advindo do canal do bairro 13 de julho, que na condição funcional serviria para drenagem das águas pluviais e contenção de avanço das marés. Ademais, identificadas as fontes e os danos causados ao ambiente, foram selecionadas as técnicas físicas e de recuperação para a área degradada, bem como elaborado o inventário florístico para identificação das espécies propícias. Por fim, foram delineadas e justificadas as principais ações de recuperação para um PRAD, divididas em etapas como pré-implantação, na qual se propõe primordialmente cessarem-se as fontes de despejo de efluentes doméstico; implantação, fase de plantio de mudas de mangue a partir de propágulos; e monitoramento da área ao longo dos três anos de execução do projeto.

Palavras-chave: manguezal, PRAD, degradação;

1. INTRODUÇÃO

Os mangues são zonas úmidas, sendo definida como “ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés” [1].

Os manguezais, inseridos em zona rural ou urbana, são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP), tendo como obrigação legal sua proteção, havendo somente a possibilidade de intervenção seguindo os critérios citados no Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) [2]. Esse ecossistema possui diversas funções, destacando-se: proteção da linha de costa contra a ação erosiva de ondas e marés; área natural de deposição dos sedimentos carregados pelos rios; filtragem biológica natal de matéria orgânica; concentração de nutrientes, renovação da biomassa costeira e função de estabilizado climático [3].

Apesar da sua importância para a manutenção e preservação das funções ecossistêmicas, o manguezal vem sendo constantemente modificado pela ação humana. Com a expansão demográfica, a sociedade vem alterando o manguezal por meio de desmatamentos, aterramentos, e lançamentos de resíduos sólidos e efluentes [4]. Surge então a necessidade de recuperar essas áreas, dada à sua importância e/ou Lei Federal. De acordo com o SNUC, a recuperação preocupa-se em restabelecer a área degradada, mesmo que não siga o modelo estrutural de antes da perturbação do meio [5].

Ainda no tocante à recuperação de áreas degradadas, constam como diretrizes de suporte, além do CFLOR: a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 9.985/2000; Resolução CONAMA nº 429/2011, que dispõe de metodologias de recuperação das APP's; e a Instrução Normativa Ibama nº 04, que estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada.

O presente trabalho tem como objetivo propor diretrizes para um plano de recuperação da área degradada por processos antrópicos, tendo em perspectiva uma área de preservação permanente localizada no município de Aracaju, estado de Sergipe.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área em questão possui 9,4 ha em APP e está inserida às margens do estuário do rio Sergipe, município de Aracaju, Sergipe, entre as latitude 10°56'1,97" e longitude 37°2'51,4" (Figura 1). A região estuarina do rio Sergipe estende-se aproximadamente 44 km da foz até a confluência com o rio Jacarecica, no estuário superior, e seus principais afluentes são os rios: Ganhamoroba, Parnamirim e Pomonga (na margem esquerda); Jacarecica, Contiguiba, Sal, Poxim (na margem direita) [6]. O acesso se dá através da pela Avenida Beira Mar, a partir do bairro Treze de Julho, o qual fica próximo ao Mirante.

Pôde ser observado que a degradação da área objeto sofreu influência por lançamento de efluentes doméstico, possivelmente advindo do canal da Treze de Julho, que tem como condição original de projeto a drenagem das águas pluviais e a contenção de avanço das marés. O lançamento de efluentes *in natura* ocasiona a alteração da qualidade da água, que em consequência, gera condições impróprias para banho e consumo, pois tais efluentes são caracterizados por uma elevada carga orgânica, podendo ainda conter desde organismos patógenos a poluentes emergentes originados de fármacos, hormônios e outros [7].

Ademais, é de conhecimento dos aracajuanos que a área sazonalmente exala odor e acumula resíduos sólidos (Figura 2), descartados muitas vezes pela própria população ou carregados pelos rios Poxim e Sergipe. O descarte de forma inadequada desses resíduos pode causar contaminação nos corpos d'água [8], redução de biodiversidade, indisponibilidade de recursos naturais e, entre outros problemas, constituir risco à saúde pública [9]. Sabe-se que a supressão da vegetação nativa e o aterramento das áreas de manguezais para construções habitacionais, como parte do desenvolvimento da cidade de Aracaju (SE), elevaram o desequilíbrio do ecossistema, que pode ser causa da mortandade de espécies da fauna e flora. Assim, identificadas as fontes e possíveis danos ao ambiente, foram selecionadas as técnicas físicas e de recuperação para a área degradada, bem como foi elaborado o inventário florístico para identificação das espécies proícias.

Fig. 1 Localização da Área de Estudo em Aracaju (SE). Mapa elaborado com base no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (2016).

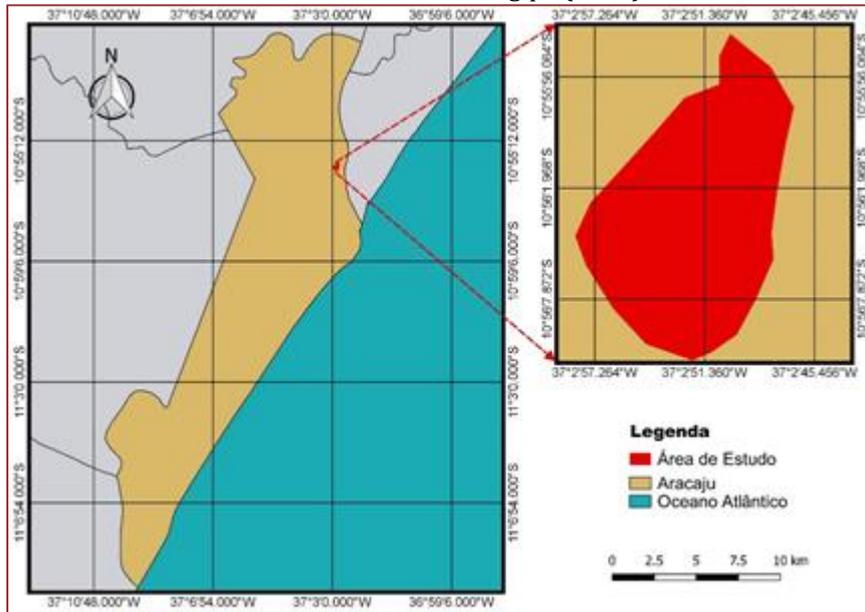


Fig. 2 Ponto direto de lançamento de esgoto doméstico, na área de estudo.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram delineadas e justificadas as principais ações de recuperação para um PRAD, divididas em etapas como pré-implantação, implantação e monitoramento.

3.1 PRÉ-IMPLANTAÇÃO

Na etapa de pré-implantação deve-se cessar as fontes de despejo de efluentes domésticos, que, por sua vez, são pontos de poluição frequentes na região. Essa carga poluidora é direcionada para o manguezal de forma direta, influenciando a biota, fauna e microfauna local. Assim, recomenda-se a realocação das tubulações de esgoto, redirecionando-as para a Estação de Tratamento de Esgoto, antes do descarte em corpo hídrico.

Posteriormente deve-se isolar a área para prover a recuperação da vegetação nativa, no qual se faz necessário a fixação de tapumes no limite do passeio; uma placa alusiva, informando que é um bioma de Área de Preservação Permanente e que fica proibido o descarte de resíduos sólidos na referida área; além da fixação de lixeiras em alguns pontos durante o passeio.

A limpeza da área também é de extrema importância, visto que foram identificados diversos pontos de descarte de resíduos sólidos oriundos da construção civil. A remoção desses entulhos é dever do serviço público de limpeza urbana (atualmente, a EMSURB), porém podem ser realizadas campanhas privadas ou até mesmo de movimentos sociais para limpeza de mangue.

Em seguida faz-se necessário realizar um levantamento florístico da área objeto de estudo e adjacentes, inventariando-se todas as espécies encontradas, além de suas características ecológicas, conforme recomendações propostas por Shaeffer-Novelli e Cintrón [10]. As espécies predominantes para a área de estudo foram as do tipo *Laguncularia racemosa* conforme apontado no Quadro 1.

Quadro 1 Gêneros da composição florística da área de estudo

Espécies	Aspectos Gerais
<i>Avicennia</i> sp.	Espécie arbórea, adaptada ao desenvolvimento salino, sendo capaz de eliminar o excesso de sais através de glândulas excretoras na superfície de suas folhas. Suas raízes desenvolvem-se horizontalmente, com prolongamentos verticais que crescem de baixo para cima.
<i>Laguncularia racemosa</i>	Árvore de pequeno porte ou arbustiva, com ramificações horizontais que partem das raízes e das quais crescem prolongamentos verticais que ficam visíveis acima da linha do solo.
<i>Rhizophora mangle</i>	Árvore de até 10 metros de altura. Atuando na contenção de sedimento lodoso nas margens dos manguezais, sendo comum nas áreas mais próximas ao leito do estuário.

3.2 IMPLANTAÇÃO

Uma vez realizado o inventário florístico, torna-se possível determinar a seleção das espécies utilizadas no processo de recuperação da vegetação. A técnica proposta para a área é o plantio de mudas de mangue a partir de propágulos. Primeiramente, deve ser feita a coleta de propágulos, uma vez que não existe no Brasil produção comercial de mudas de manguezal. Para fins de manutenção da variabilidade genética da população, os propágulos deverão ser coletados em diferentes localidades e em diferentes matrizes. Os propágulos deverão ser plantados diretamente em sacos de plásticos onde ficarão até a fase de campo. Os sacos-de-muda recomendados são de 22x14 cm.

Todo o processo de produção de mudas pode ser realizado em viveiro, o qual, por questões de logística, pode ser montado no arredor do local de plantio. Como as condições devem ser minimamente controladas, para aumento das chances de êxito do PRAD, recomenda-se a rustificação das mudas, ou seja, torná-las mais resistentes e adaptáveis, aumentando assim as suas chances de sobrevivência e desenvolvimento. Para tal, as mesmas devem ser expostas a agentes estressantes (incidência solar e a salinidade) como etapa precedente ao plantio.

Para tanto, propõe-se que sejam cultivadas o total de 800 mudas, considerando a necessidade de replantio, nas quais: 50% correspondem a *Laguncularia*, 30 % *Avicennia* e 20% *Rhizophora*, conforme ordem de predominância. Sugere-se também haver o acompanhamento dos seguintes parâmetros: taxa de sobrevivência, altura média da planta e produção de folhas associados ao crescimento das mudas. As plântulas devem estar com mais de 150 mm de altura e pelo menos um par de folhas.

O plantio deverá ser realizado no terceiro trimestre do ano de implantação do PRAD e deve envolver a limpeza da área, por meio do roçado de plantas arbustivas e ervas daninhas, que por sua vez, podem vir a competir com as mudas por luz, nutrientes e espaço. Possíveis espécies que não vinguem podem ser mantidas no local, pois servem como fonte de nutrientes, quando em decomposição, e auxiliam a proteção do solo.

Nesse cenário, segundo a recomendação do Guia Prático para Elaboração de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas em APP, a abertura das covas deverá ter 40x40x40 cm e espaçamento de 2x3 m. Logo, sugere-se inserir a muda na cova, completando o espaço com o solo retirado da mesma, cravando estacas para identificação e demarcação, em 50% da quantidade de cada espécie, para monitoramento de crescimento e desenvolvimento.

Por último, recomenda-se que o coroamento seja realizado uma vez por mês, ao menos, evitando assim que as plantas daninhas sufoquem as mudas, e que o plantio de seja realizado durante o início da estação chuvosa, pois neste período são registradas as menores médias de salinidade de água e do solo.

3.3 MONITORAMENTO

O monitoramento da área deve ser conduzido após três anos da implantação e deve conter registros fotográficos das condições de *background* e de execução ao longo do projeto. Constarão os seguintes parâmetros:

- Avaliação da percentagem de cobertura do solo;
- Avaliação da contenção ou persistência de processos erosivos;
- Avaliação da sobrevivência de mudas implantadas;
- Avaliação da abundância e densidade de espécies vegetais;
- Avaliação da regeneração natural.

Para tal, nesta fase, deve ser elaborado o Diagnóstico e Caracterização Geral da Área em Recuperação, verificando o solo, a hidrografia, a cobertura vegetal e a fauna da área, para fins de análise e comparativo dos efeitos do PRAD.

Ressalta-se que é primordial avaliar alguns indicadores como: a quantidade de mudas que não se desenvolveram ou morreram; se houve a propagação de espécies; e se há a presença de animais dispersores de sementes que contribuem para processo de regeneração natural, a fim de serem estimulados. O replantio deve ser considerado caso ocorra insucesso no desenvolvimento da mudas e a(s) causa(s) identificada(s).

4. CONCLUSÃO

Ratifica-se neste estudo a importância do cumprimento da legislação ambiental vigente para que os fatores antrópicos não prejudiquem o equilíbrio e o bem-estar ambiental de áreas tão reconhecidas como os manguezais. A área degradada em tela possui 9,4 ha em APP e está inserida às margens do estuário do rio Sergipe, na cidade de Aracaju. Todavia, faz-se necessário a elaboração e execução de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para que o mesmo proveja a reintrodução de espécies estratégicas e ecologicamente importantes ao meio ambiente local.

REFERÊNCIAS

- [1] SCHAEFFER, N.Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995, p. 7).
- [2] BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651> Acesso em: 21 fev. 2019.
- [3] PEREIRA FILHO, O.; ALVES, J. R. P. Conhecendo o manguezal. Apostila técnica. 4. ed. Rio de Janeiro: Grupo Mundo da Lama, 1999, 10 p.
- [4] FEMAR:SEMADS, Manguezais: educar para proteger / Organizado por Jorge Rogério Pereira Alves. Rio de Janeiro: 96 p.: il. 2001
- [5] BRASIL. Lei Nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 18 julho 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm> Acesso em: 21 fev. 2019.
- [6] SEMARH. Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe. Aracaju, SE: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH, 2015.
- [7] SANTANA, L. M.; COSTA, L. V.; ABESSA, D. M. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil - Revisão. Arquivos de Ciências do Mar, v. 48, n. 2, p. 93-115, 2015

- [8] AMBROZEVICIUS, A. P.; ABESSA, D. M. DE S. Acute toxicity of waters from the urban drainage channels of Santos (São Paulo, Brazil). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 3, n. 2, p. 108-115, 2008.
- [9] DO CARMO, C. A.; ABESSA, D. M. DE S.; MACHADO NETO, J. G. Metals in muscles of mullet (*Mugil curema*) from a contaminated estuary: evidences of potential risks to public health. *Natural Resources*, v. 2, n. 2, p. 81-94, 2013.
- [10] SCHAEFFER, N.Y.; CITRRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1986.

Capítulo 15

Realização de minicursos sobre Tecnologia Micorrízica como oportunidade rápida de prospecção e aplicação de conhecimento em biotecnologia para a agroecologia

Maíra Cristina Marcolino

Márcia Marília de Souza Silva

Thainara Kauanne Pacheco Almeida

João Cleme Ananias de Sousa Junior

Victoria Galdino Ramos

Karinne de Albuquerque Campos do Prado

Cauê Barbosa Coelho

Maryluce Albuquerque da Silva Campos

Regina Lúcia Félix de Aguiar Lima

Resumo: Com objetivo de promover capacitação sobre tecnologia micorrízica realizada de forma rápida e acessível para estudantes e profissionais, foi planejado e realizado minicurso teórico e prático. Foi apresentada a micorriza arbuscular como ferramenta biotecnológica e seu potencial para aplicação em agroecossistemas e na recuperação de áreas degradadas. O curso foi divulgado com uso de redes sociais com inscrições abertas para estudantes de graduação, pós-graduação ou profissionais. A carga horária foi de doze horas, distribuídas em três dias, nos quais se abordou de forma teórica e prática os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e seu uso no semiárido brasileiro, como recurso biotecnológico para promoção do desenvolvimento vegetal e da qualidade do solo em agroecossistemas e também como bioindicadores em ambientes naturais. A realização do minicurso proporcionou oportunidade de divulgação do conhecimento sobre os FMAs e as metodologias para seu estudo e avaliação. Entretanto, ainda se faz necessário a inclusão dos produtores rurais no ambiente acadêmico, principalmente aqueles que possuem baixa capacitação técnica.

Palavras-chave: Fungos micorrízicos arbusculares; Semiárido brasileiro; Bioindicador ambiental; Agroecossistema sustentável; Manejo agroecológico.

1. INTRODUÇÃO

A fitogeografia do semiárido brasileiro é dominada pelas Caatingas (AB'SÁBER, 1999), nome este atribuído ao tipo de vegetação predominante nesta região (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). De acordo com suas características biogeográficas, na classificação mundial de biomas terrestres, o semiárido, faz parte do bioma de florestas sazonais tropicais/savanas, que tem como características: baixo nível de precipitação anual, temperaturas elevadas, secas pronunciadas, vegetação decídua ou semidecídua com folhas pequenas que desfolham durante o período de seca, desenvolvimento de espinhos para proteção contra a herbivoria e economia de água (RICKLEFS E RELYEA, 2016).

A agricultura no semiárido brasileiro é exposta a fatores limitantes de ocorrência intrínseca ao ambiente, como baixa pluviosidade e fertilidade do solo e altas temperaturas e incidência luminosa (LIMA, *et al.*, 2013; SILVA, *et al.*, 2018), dessa forma, os modelos dos agrossistemas precisam se adaptar para conviver com essas condições expostas pelo ecossistema semiárido. Todavia, alguns modelos não levam em conta o manejo adequado de culturas agrícolas, solo e disponibilidade hídrica, limitando o potencial resiliente do ambiente. No semiárido brasileiro se pratica tanto a agricultura tradicional de sequeiro quanto a agricultura industrial irrigada, sendo que Petrolina está inserida no polo de fruticultura do submédio do Vale do São Francisco, o qual tem grande importância econômica e social na região.

Partindo desses pressupostos e analisando que o solo é a base estrutural para os mais diversos organismos e que esses em interações fazem o ecossistema, Accioly *et al.*, (2017) reiteram que o conhecimento sobre os tipos de solos e suas coberturas são essenciais para estudos voltados para o meio ambiente. Os organismos do solo possuem importância fundamental no ciclo ecológico, são bioindicadores da qualidade do solo, e sofrem com o avanço da degradação. Dentre eles, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) se destacam por contribuir para o crescimento e nutrição das plantas uma vez que estão em associação simbiótica com elas, além de desempenhar papel fundamental nos ecossistemas terrestres, pois regulam os ciclos de nutrientes, carbono e influenciam a estrutura do solo e a multifuncionalidade dos ecossistemas (VAN DER HEIJDEN *et al.* 2015).

Dessa forma, o conhecimento e difusão de informações biotecnológicas sobre a implantação de agroecossistemas que sejam biologicamente sustentáveis, podem proporcionar, a longo prazo, a conservação do ambiente semiárido mantendo a cultura agrícola local e a geração de renda. Com isso, este capítulo descreve a realização de minicurso sobre FMA como ferramenta biotecnológica em agroecossistemas, mas antes aborda visão geral da agroecologia e dos FMA nestes.

2. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM AGROECOSSISTEMAS: CONHECIMENTO E UTILIZAÇÃO

Os agrossistemas são agrupamentos ecológicos alterados e manejados para aumentar a produtividade local, onde a implantação ocorre com a retirada da fauna e flora nativas para a inserção de espécies agrícolas (Pimentel, 1996). Dentro deste conceito pode estar planejado a inserção e estruturação de agroecossistemas sustentáveis baseados na agroecologia.

A estabilidade do agroecossistema depende de características e fatores socioecológicos como: riscos de eventos naturais extremos e sazonais; a vulnerabilidade local da cultura agrícola implantada e da capacidade de reação do produtor em responder as demandas de caráter natural ou antrópica (ALTIERI E NICHOLLS, 2013). Logo, o nível de conhecimento do produtor pode interferir na resiliência do agroecossistema e na sua produtividade.

A reestruturação dos agroecossistemas em ambientes agrícolas biologicamente sustentáveis pode promover a estabilidade e resiliência dos mesmos (CANUTO, 2017). Nesse sentido, Altieri e Nicholls (2010), concluíram que uma maior diversidade biológica nos agroecossistemas, proporciona maior estabilidade e resistência a eventos de impacto negativo, seja em nível climático, biológico ou econômico.

2.1. AGRICULTURA E AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) tem como finalidade o planejamento e realizações de medidas de redução de emissão de gases de efeitos estufa nos mais diversos setores produtivos e promover a mitigação e adaptação aos eventos climáticos (BRASIL, 2020).

Para a agricultura no semiárido brasileiro, o Plano-ABC pode trazer suporte tecnológico para a implantação de agroecossistemas sustentáveis, que proporcionem a conservação dos solos e a resiliência dos ecossistemas, melhorando a eficiência na utilização dos recursos biológicos. Para isso, o plano prevê a integração lavoura-pecuária-floresta, recuperação de áreas degradadas, eficiência energética e reestruturação dos rebanhos (GAMARRA-ROJAS E FABRE, 2017).

O solo em agroecossistemas com práticas de rotação de culturas, fertilização orgânica e manejo adequado possui maior resiliência quando comparado com áreas sob agricultura convencional (Gamarrá-Rojas e Fabre 2017). Logo, o semiárido pode ser beneficiado com a adoção de práticas da agroecologia.

2.2. BIOTECNOLOGIA: FMA EM AMBIENTES AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO

A associação entre plantas e fungos micorrízicos arbusculares (FMA), é considerada uma das relações simbióticas mais antigas e bem estabelecidas na natureza. Essa associação traz principalmente benefícios nutricionais e adaptativos, os quais proporcionam maior desenvolvimento e produtividade nas plantas (PEDONE-BONFIM *et al.*, 2018).

Um levantamento feito por Pedone-Bonfim *et al.*, (2018) mostrou a associação promissora dos FMA com trinta espécies de plantas nativas da caatinga, sendo que destas, apenas duas não mostraram resposta à micorrização, revelando a importância desses microrganismos no desenvolvimento e sobrevivência de espécies na região de semiaridez. O mesmo estudo também apontou vantagens na micorrização de plantas medicinais, onde a associação com FMA pode potencializar a produção de compostos bioativos.

A perturbação do solo para fins agrícolas pode afetar a diversidade e resposta fisiológica dos FMA's para com o solo e os vegetais (SILVA FOLLI-PEREIRA, *et al.*, 2012), entretanto o estudo de Pontes *et al.*, (2017), demonstrou que a introdução de culturas micotróficas, como o feijão-caupi, em sistemas agroecológicos foi favorável para a diversidade de FMA em solos empobrecidos por antigos sistemas de produção agrícola convencionais.

Miguel *et al.*, (2020), analisando a composição do solo em sistemas agroflorestais, concluíram que esta modalidade de cultivo promove a manutenção e pode melhorar a qualidade microbiológica do solo. Quanto a esporulação de FMA, esta pode ser mantida ou aumentada. Logo, o solo do semiárido tem maior potencial resiliente quando submetido a métodos agrícolas sustentáveis.

Outro ponto observado por Miguel *et al.*, (2020) foi quanto a disponibilidade de proteínas do solo relacionadas a glomalina (PSRG), uma glicoproteína, produto da degradação das hifas de FMA. A glomalina participa do processo de manutenção da estabilidade e estrutura do solo (SILVA FOLLI-PEREIRA, *et al.*, 2012). Os fungos micorrízicos arbusculares também reduzem o índice de erosão do solo, consequentemente aumentam a agregação de carbono no solo, sendo estas características essenciais para a manutenção do solo em ambientes semiáridos.

2.3. CONHECIMENTO E TREINAMENTO PARA USO DA BIOTECNOLOGIA MICORRÍZICA EM AMBIENTES AGROECOLÓGICOS

2.3.1. CONTEXTO DA PROPOSTA

O minicurso “Tecnologia micorrízica: conhecimento e aplicação no semiárido brasileiro” foi realizado na Universidade de Pernambuco *Campus* Petrolina no período de 02/11/2019 a 04/11/2019 nos turnos vespertino e noturno. Com divulgação por meio de mídias digitais e com inscrições abertas para o público em geral.

Com o objetivo apresentar o uso da biotecnologia micorrízica como ferramenta para a viabilização, aumento da resistência e produtividade em culturas agrícolas, além de demonstrar como essa biotecnologia pode ser utilizada para sinalizar áreas degradadas e a conservação dos solos do semiárido brasileiro. O desenvolvimento e realização da proposta foi executado por discentes e docentes da disciplina *Micorrizas arbusculares* do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) da Universidade de Pernambuco- *Campus* Petrolina.

2.3.2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Visando promover o aprendizado e interação de todos os participantes, o minicurso foi planejado para que houvesse abordagem clara e objetiva. No total foram oferecidas trinta vagas, todas foram preenchidas por estudantes de diversas áreas em níveis de graduação e pós-graduação de diferentes instituições de ensino superior. Não houve inscrições de produtores rurais, entretanto, alguns participantes atuavam na agricultura familiar. Os inscritos foram divididos em duas turmas (vespertina e noturna) com quinze participantes cada, obedecendo a preferência do participante.

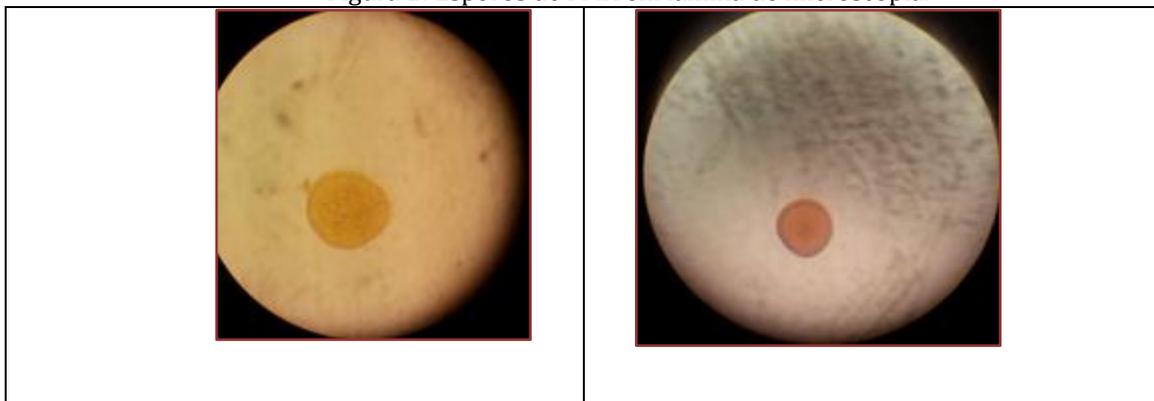
A abordagem inicial foi de caráter teórico, onde os conceitos de semiárido, Caatinga, Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA), biotecnologias, impactos ambientais e mitigação desses impactos foram expostos e debatidos entre as ministrantes e os participantes.

A fim de oferecer conhecimento prático sobre as metodologias para coleta de solo, extração de esporos de FMA, inoculação e multiplicação de esporos, todos os participantes tiveram a oportunidade de realizar tais procedimentos, desde a coleta até a multiplicação de esporos.

Para avaliação da densidade de esporos foram utilizadas as metodologias de peneiramento úmido seguida de centrifugação em água e sacarose (GERDEMANN E NICOLSON, 1963; JENKINS, 1964), a contagem dos esporos foi realizada em estereomicroscópio com a utilização de uma placa de acrílico com canaletas concêntricas dividida em quatro quadrantes. Para preservação e posterior identificação, os esporos foram separados por cor e tamanho, transferidos para lâminas divididas em dois pontos, um com álcool polivinílico em lactoglicerol (PVLG) e outro com reagente Melzer, sobre as quais foram colocadas lamínulas (figuras 1).

Alguns participantes já haviam trabalhado com extração de esporos, mas não com a técnica utilizada no minicurso, logo, essa foi uma oportunidade de troca de conhecimento sobre metodologias aplicadas no estudo de fungos micorrízicos arbusculares.

Figura 1: Esporos de FMA em lâmina de microscopia.



Nesse contexto metodológico, tentou-se manter uma postura não hierarquizada de ensino, ou seja, dando espaço e oportunidade para que os alunos interagissem e modificassem o roteiro do minicurso, pois, dessa forma o aprendizado estaria pautado na construção do conhecimento levando em conta a argumentação e prática de diferentes profissionais. Com isso, pode-se observar uma maior interação dos participantes quanto aos processos técnicos realizados e compartilhamento de conhecimento com o grupo (figuras 2, 3 e 4).

Figura 2: Coleta de solo.



Fonte: Maíra Marcolino, 2019

Figuras 3 e 4: Processamento de amostras.



Fonte: Maíra Marcolino, 2019

A realização e participação em minicursos proporciona um intercâmbio de conhecimento, oportunizando aprendizado a todos os envolvidos no processo pedagógico, e ainda é uma ferramenta rápida para prospectar conhecimento.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação e realização de minicursos promoveu o fortalecimento do conhecimento sobre os Fungos Micorrízicos Arbusculares e seu potencial uso como ferramenta biotecnológica.

A divulgação científica e o treinamento técnico sobre a biotecnologia micorrízica pode contribuir para fortalecer a agroecologia com essa ferramenta funcional para intervenções em agrossistemas na região semiárida brasileira.

Ainda se faz necessário fortalecer a articulação entre ambiente acadêmico e produtores rurais para que haja o compartilhamento de conhecimento sobre práticas agrícolas sustentáveis e a efetiva aplicação dessa biotecnologia.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) da Universidade de Pernambuco *Campus* Petrolina.

Ao Laboratório de Culturas Agrícolas e Caatinga no Submédio São Francisco (LACACSSF) e ao Laboratório de Micorrizas Arbusculares da Universidade de Pernambuco *Campus* Petrolina.

REFERÊNCIAS

- [1] AB'SÁBER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7-59, 1999.
- [2] ACCIOLY, L. C. O. et al. Mapeamento do Uso e Cobertura das Terras do Semiárido Pernambucano (escala 1:100.000). p. 100, 2017.
- [3] ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. Construyendo resiliencia socioecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (Nicholls CI, Ríos LA, Altieri MA, eds). Proyecto REDAGRES. Medellín, Colombia, 94-104 pp. 2013.
- [4] ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. Diseños agroecológicos para aumentar la
- [5] biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Medellín: SOCLA, 2010.
- [6] BRASIL, 2020. Plano ABC – agricultura de baixa emissão de carbono. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>> Acesso em: 03/08/2020.
- [7] CARDOSO, E. J. B. N. et al. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J. O. et al. *Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil*. Lavras: Editora UFLA. cap. 6, 2010.

- [8] CANUTO, J. C. Agroecologia: princípios e estratégias para o desenho de agroecossistemas sustentáveis. *Redes-santa cruz*, v. 22, n. 2, 2017.
- [9] FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. DE. Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e Cultura*, v. 70, n. 4, p. 51–56, 2018.
- [10] GAMARRA-ROJAS, G.; FABRE, N. Agroecologia e mudanças climáticas no trópico semiárido. *Redes Santa Cruz*, v. 22, n. 2, 2017.
- [11] GERDEMAN, J.W.; NICOLSON, T.H. Espores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 46, p. 235-244, 1963.
- [12] JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report*, v. 48, p. 692. 1964.
- [13] LIMA, C. E. P. L.; SANTANA, A. S.; MERGULHAO, A. C. E. S.; LIMA, R. L. F. A. Micorriza Arbuscular: alternativa para uso na agricultura sustentável. *Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável*. 2013.
- [14] MIGUEL, D. L. *et al.* Soil microbiological properties and enzyme activity in agroforestry systems compared with monoculture, natural regeneration, and native caatinga. *Bioscience Journal*. v. 36, n. 1, p. 1–16, 2020.
- [15] PIMENTEL, D. Green revolution agriculture and chemical hazards. *Sci Total Environment*, 188(1):S86–S98. 1996.
- [16] PEDONE-BONFIM, M. V. L. *et al.* Mycorrhizal benefits on native plants of the Caatinga, a Brazilian dry tropical forest. *Symbiosis*. v. 74, n. 2, p. 79–88. 2018.
- [17] PONTES, J. S. *et al.* Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazil's Caatinga and experimental agroecosystems. *Biotropica*. v. 49, n. 3, p. 413–427. 2017.
- [18] RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- [19] SILVA, D. V. Da *et al.* Agroecologia e Convivência com o Semiárido Brasileiro: uma análise preliminar. *Diversitas Journal*. v. 3, n. 1, p. 76, 2018.
- [20] SILVA FOLLI-PEREIRA, M. DA *et al.* Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. *Revista Brasileira de Solos*, v. 36, n. 1, p. 1663–1679, 2012.
- [21] SOUZA, F. A. *et al.* Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J. O. *et al.* *Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil*. Lavras: Editora UFLA. cap. 2, 2010.
- [22] VAN DER HEIJDEN, M. G.; MARTIN, F.M., SELOSSE, M. A., SANDERS, I.R. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytologist*, v. 205, p. 1406–1423, 2015.

Capítulo 16

*Avaliação do ciclo de vida da produção de ésteres etílicos utilizando mix algal com predominância da alga *Chlorella sp.* em escala laboratorial*

Amélia Macedo Ramalho

Marcelo Real Prado

Resumo: O cultivo de microalgas para a produção sustentável de biocombustíveis tem recebido especial atenção nos últimos anos. Dentre as razões para a utilização de microalgas para este fim destacam-se a alta eficiência fotossintética, capacidade de fixação de carbono, a habilidade de acumular lipídeos no interior da célula aliada a uma alta taxa de crescimento capaz de produzir duas a dez vezes mais biomassa comparada à que é produzida por culturas terrestres. Métodos de produção de microalgas baseiam-se em cultivo sob condições adequadas de crescimento, em ambiente fotossintético seguido das etapas de separação da biomassa, secagem e obtenção do produto e subprodutos. As vias para a produção de biodiesel algal podem ser variadas e necessitam de uma avaliação quanto aos impactos ambientais que podem estar presentes ao longo do processo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação do ciclo de vida (ACV), comparando os métodos ReCiPe e TRACI, para a produção de microalgas em escala laboratorial, considerando todas as etapas na obtenção de ésteres etílicos (biodiesel) de um mix de microalgas, com base em um inventário portão a portão e com uma unidade funcional de 1kg de ésteres etílicos. Para isso foi utilizado o software SimaPro 8.4.0 que auxiliou na execução dos dados de desempenho da sustentabilidade do produto. Foi constatado nos processos realizados e nos métodos comparados que a etapa de extração lipídica apresentou 1,99104 kg de CO₂ eq. com destaque ao consumo de água que foi elemento chave impactante ligado ao consumo de energia elétrica, os quais apresentaram alta relevância nas categorias de impactos. A recuperação do solvente mitigou categorias de danos à saúde humana e escassez de minerais. Para a categoria aquecimento global os métodos pontuaram um percentual de 100% para a etapa da extração lipídica, 35,6% para a etapa da transesterificação in situ, 49,5% para a etapa de Cultivo e 8,86% para a etapa de caracterização da biomassa seca.

Palavras chave: Biocombustíveis, Bioenergia, Avaliação do Ciclo de vida.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda global de energia e sua dependência energética faz com que o setor de combustíveis fósseis gere preocupações sociais e ambientais, tais como o aquecimento global e deficiência energética (BP, 2017).

Estima-se que a demanda de energia deverá aumentar em 50% ou mais até 2030, devido o rápido crescimento populacional. Além do mais, o petróleo natural não pode recuperar a taxa de consumo atual, previsto para ser 105 vezes mais rápido do que a natureza pode criar (Shuba; Kifle 2018).

Dentro desse contexto, a busca por energia "limpa" tornou-se um dos maiores desafios para a ciência. Portanto, várias fontes alternativas de energia, incluindo energia solar, hidrelétrica, geotérmica, eólica e biocombustíveis, estão sendo estudadas e implementadas (Raheem et al. 2018). Logo, os biocombustíveis são vistos como meios reais de alcançar o objetivo de substituir os combustíveis fósseis a curto prazo.(Shuba; Kifle 2018)

Combustíveis de origem biológica, os biocombustíveis podem ser produzidos a partir de amido, óleos vegetais, gorduras animais, biomassa residual ou biomassa de algas, não tóxicas, biodegradáveis e renováveis (Song et al. 2008). Entre as matérias-primas promissoras, as microalgas estão ganhando interesse devido a inúmeras vantagens em relação a biomassa convencional, tal como sua alta taxa de crescimento e concentração lipídica, cultivadas em áreas não agricultáveis, portanto não compete com o setor de alimentos e está associada à maior taxa de absorção de CO₂ por unidade cultivada (Valente et al. 2019).

Para obter o biodiesel de microalgas é necessário proceder quatro sucessivos passos: o cultivo de microalgas, a colheita da biomassa, a extração de lipídios e pôr fim a transesterificação (Zhu et al. 2017). No entanto, há uma série de barreiras técnicas e econômicas a serem superadas para implantação de uma usina de energia a base de microalgas em escala comercial (Chia; Chew 2018).

Contudo, as etapas de secagem, desidratação da biomassa algal, tal como a extração e transesterificação, exigem uma grande quantidade de energia impulsionando altos custos operacionais (Gouveia et al. 2017), e sobretudo, o consumo de energia possui um caráter desfavorável para o meio ambiente gerando impactos e esgotamento de recursos naturais.

Para compreender o desempenho dos sistemas de energia das microalgas, análises abrangentes, indicadores ambientais, econômicos e sociais devem ser realizados seguindo um ciclo de vida. Em relação aos aspectos ambientais, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), considerada uma ferramenta de tomada de decisões, é uma metodologia bem estabelecida para avaliar de forma abrangente os impactos ambientais de um sistema de produtos com uma abordagem "do berço ao túmulo" (Valente et al. 2019).

O método (ACV), quantifica os impactos ambientais de todas as etapas associadas no ciclo de vida, em que, aborda um produto ou processo dentro de um limite definido de um sistema. Esta abordagem identifica pontos de menor eficiência ambiental (Bennion et al. 2015).

De acordo com ISO 14040, o processo de ACV consiste em quatro fases básicas: Definição do Objetivo e Escopo, Inventário do Ciclo de Vida (ICV), Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida e Interpretações (ABNT, 2014a).

A Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) é a terceira fase da (ACV) e tem como finalidade avaliar a significância ambiental dos resultados do inventário por meio de modelos e fatores de caracterização contidos nos métodos de AICV. Por não existirem métodos desenvolvidos especificamente para o contexto brasileiro, nem para a América do Sul, recomenda-se métodos que apresentam uma abrangência classificada como global para as categorias relacionadas ao aquecimento global e métodos suplantados para o escopo de aplicação de suas categorias de impacto (Mendes 2013).

Os métodos ReCiPe e TRACI possuem abrangência global e suplantada, diferenciados pela localização geográfica em que respectivamente abrange a Europa e aos EUA , diante destas condições tais métodos foram optados para avaliar a significância dos impactos neste estudo.

Em relação a ACV de biodiesel de microalgas, encontra-se na literatura diversos estudos, Collet et al. (2015), disponibiliza uma revisão abrangente ao tema. Em particular a maioria dos estudos concentram a avaliação dos impactos em relação ao aquecimento global. Destaca-se alguns fatores limitantes nos estudos encontrados na literatura, a variação na escolha da unidade funcional, o dimensionamento espacial, a medição temporal, alocação da geração de coprodutos e a não inclusão de certos impactos ambientais (Bicalho et al. 2012).

Nesse contexto, o presente estudo, tem por objetivo, realizar a ACV do processo de produção de biodiesel de microalgas em escala laboratorial, abordando as etapas do montante à jusante, considerando a eficiência energética, o desempenho ambiental, os impactos relacionado aos gases de efeito estufa (GEE), ao uso de fertilizantes (acidificação e eutrofização), aos produtos fitossanitários (toxicidade humana e ecotoxicidade), ao uso da terra e ao consumo de água. A importância deste estudo está na identificação, eficácia e valia dos métodos, tal como a identificação dos pontos de menor eficiência no processo dentro das condições em que foram realizados.

2. METODOLOGIA

2.1. DESIGNER EXPERIMENTAL DA PRODUÇÃO DE ÉSTERES ETÍLICOS DE MICROALGAS

Todos os experimentos, desde o cultivo, colheita, secagem, extração lipídica e a transesterificação foram realizados no Laboratório de Pesquisas Relacionadas com Biomassa e Bioenergia (LAPREBB), localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba PR. A figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia aplicadas nas 4 etapas para a produção de ésteres etílicos de microalgas e a realização da ACV.

Figura 1: Fluxograma da metodologia aplicada no processo



Fonte: a autora, 2019

2.1.1. CULTIVO

Para a realização do cultivo do mix algal foi necessário realizar a montagem do sistema, em que consiste em 23 biorreatores (marca Pirex®) com capacidade de 4 galões de (15L e 25L) e 15 balões de (6L), totalizando um volume de (250L). Para garantir uma mistura adequada de nutrientes e ar contendo CO₂ no sistema de cultivo em bancada, foi utilizada a injeção de ar através de um compressor de ar (marca Pressure®).

O intuito para o cultivo, foi de simular as condições naturais, portanto o não foi realizado em condições estéreis. O meio de cultivo utilizado foi o meio CHU diluído em 10% do inóculo para 90% do meio de cultivo, realizando o acompanhamento da densidade populacional tanto quanto o cultivo em escala semi-piloto em laboratório para obtenção da biomassa.

2.1.2. COLHEITA E SECAGEM

Para a recuperação da biomassa foi adotado o método físico de separação por sedimentação, a fim de otimizar gastos energéticos e uso de reagentes químicos. A sedimentação foi realizada utilizando três cones Imhoff de 1L, totalizando 3L de cultivo e intercalando 3 a 5 dias para a colheita da biomassa úmida sedimentada, armazenada em recipientes de plástico de 40mL e refrigeradas para liofilização.

A cada 1L de cultivo estima-se uma sedimentação aproximada de 10mL de biomassa úmida e 0,375g de biomassa seca.

2.1.3. EXTRAÇÃO LIPÍDICA

Para caracterizar a fração lipídica da biomassa de microalgas, foram definidos os seguintes parâmetros: lipídeos totais (LT) e índice de acidez (IA). O extrato lipídico da biomassa, foi obtido pela rota de extração Soxhlet (Soxhlet, 1879), empregando os solventes etanol (99,8% Impex®) e hexano (PA; Isofar®, ref. 222), de acordo com a metodologia descrita por D'Oca et al. (2011).

2.1.4. SÍNTESE DE ÉSTERES ETÍLICOS (TRANSESTERIFICAÇÃO IN SITU)

Foi realizado uma adaptação de alguns autores (Lewis; Nicholis; McMeekin, 2000; Carvalho Junior, 2010 Lemos, 2011; Silva-Baumgartner, 2011; Branco, 2013; Cavalcanti, 2015) devido ao alto índice de acidez dos lipídios e foi determinado o uso do solvente etanol ao invés do n-hexano devido à sua menor toxicidade.

2.2. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

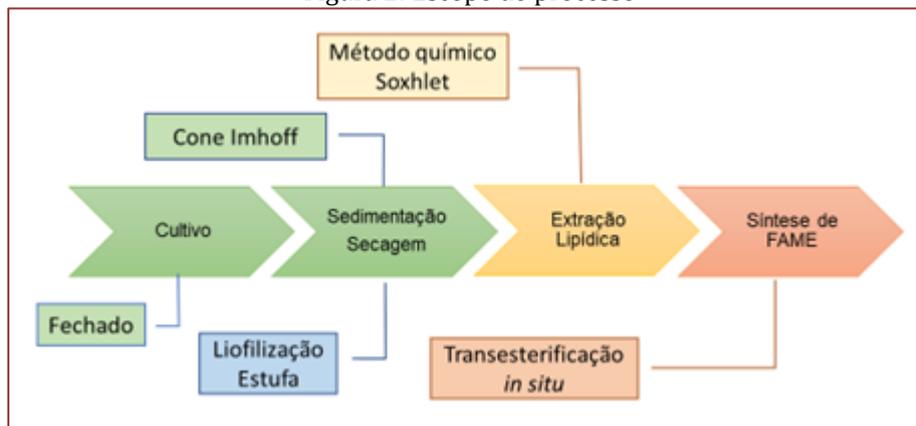
Para a execução da ACV, foi utilizado a metodologia normatizada ISO 14040 e 14044 (ABNT, 2014ab), que se compõem em quatro diferentes fases: definição do objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação.

Foi realizado um balanço de massa em todas as etapas envolvidas no processo para obter ésteres etílicos, desde o montante à jusante. Os dados primários obtidos foram compilados e processados pelo software Simapro versão 8.4. Os dados dos processos produtivos, para a realização da ACV, como a fonte de energia elétrica, tal como os materiais foram disponibilizados e contabilizados no banco de dados ecoinvent e são referentes a matriz energética brasileira.

2.2.1. ESCOPO

O escopo é definido do montante à jusante do processo composto pelo cultivo, separação e secagem da biomassa, extração e conversão química exibido na figura 2.

Figura 2: Escopo do processo

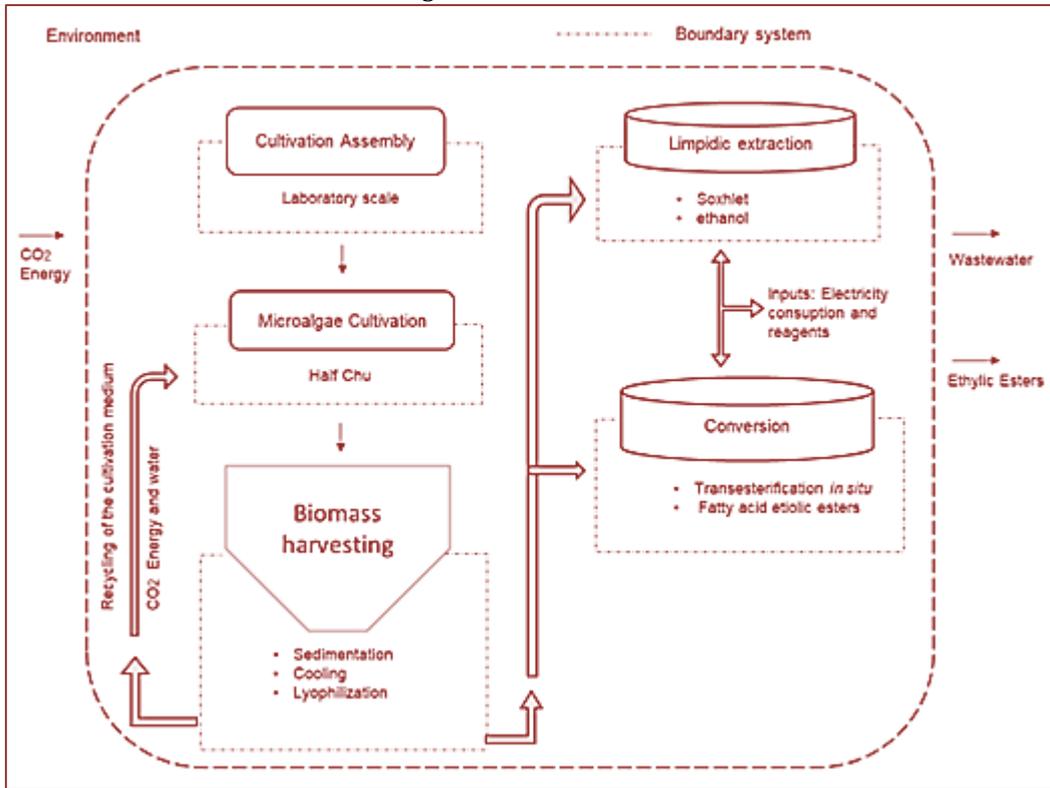


Fonte: a autora, 2019

2.2.2. FRONTEIRA DO SISTEMA

Como variante de demarcação da fronteira, foi estabelecido o processo realizado dentro do portão a portão, esta ACV reflete uma análise parcial, observando apenas uma etapa apresentada de uma cadeia produtiva e um fluxo de referência de 2,5 kg de biomassa, para estabelecer uma unidade funcional de 1L de ésteres etílicos. A fronteira do sistema está representada na figura 3

Figura 3: Fronteira do sistema

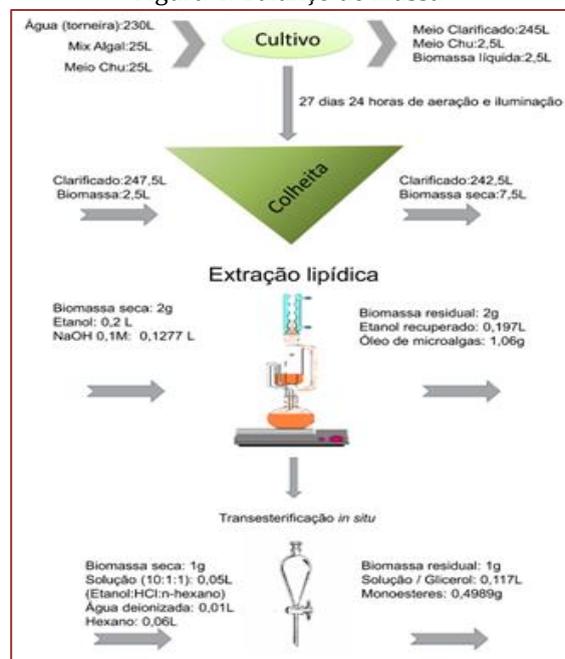


Fonte: a autora, 2019

2.2.3. INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

No inventário, todos os dados das entradas e saídas dos recursos, equipamentos utilizados, fluxo de poluentes e a eficiência energética foram mensurados, desde a montante à jusante. A figura 4 e tabela 1 exibem o balanço de massa das etapas do processo e os equipamentos utilizados. A tabela 2 exibe o inventário completo do processo no layout do software SimaPro.

Figura 4: Balanço de massa



Fonte: a autora, 2019

Tabela 1: Equipamentos inventariados

equipamentos	potência (w)	período (horas/dia)	total (kwh)
Cultivo			
Painel fotovoltaico (5 lâmpadas) marca American General AG®	5x25	24/27	81
Lâmpadas fluorescentes tubular 24 lâmpadas - marca AG®	24x60	10/27	388,8
Compressor ar marca Pressure® SE20/200VT	3700	24/27	2397,6
Colheita – Secagem			
Freezer /Cooler H-500 – Electrolux®	350	24/520	4368,0
Ultra freezer – marca Indreal®	220	24/520	2745,6
Liofilizador (freeze dryer) Marca Liotop® L101	650	24/520	8112
Bomba a vácuo Marca Prismatec®	220	24/520	2745,6
Extração			
Estufa- marca Inova® S1	600	24/83	1195,2
Manta aquecedora – Prolab®	130	24/83	258,96
Rota evaporador – Fistom®	60	24/83	119,52
Banho – Fistom®	1200	24/83	2390,4
Transesterificação <i>in situ</i>			
Estufa – Inova® S1	600	24/208	2995,2
Banho – Cienlab®	100	24/208	499,2

FONTE: a autora, 2019

Tabela 2: Inventário - Modelagem das fases do processo

Modelagem para a fase de cultivo do mix algal (layout simapro)			
Produtos			
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e coprodutos	Quantidade	Unidade	Alocação
Cultivo	0,16667	m3	66,67%
Biomassa	83,33	kg	33,33%
Entradas conhecidas da natureza (recursos)			
Water, unspecified natural origin, BR	0,2	m3	
Sodium nitrate	6,25	kg	
Calcium chloride	0,625	kg	
Fosfato de potássio dibasico (Phosphate ore)	1,875	kg	
Fosfato de potássio monobasico (Phosphate ore)	4,375	kg	
Manganese	0,0036	kg	
Molybdenum	0,002975	kg	
Cobalt	0,001225	kg	
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materias/combustíveis)			
EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid (RoW)	12,5	kg	
Magnesium sulfate (RoW) / production/APOS, S	1,875	kg	
Boric acid, anhydrous, powder (RoW)	2,855	kg	
Zinc monosulfate (RoW)	0,022205	kg	
Copper sulfate (GLO) / production	0,003925	kg	
Potassium hydroxide (RoW)/production/APOS, S	7,75	kg	
Iron (III) chloride, without water, in 14% iron solution state (RoW)	1,245	kg	
Sodium chlorate, powder (RoW)/ production	0,625	kg	

(Continuação)

Tabela 2: Inventário - Modelagem das fases do processo

Modelagem para a fase de cultivo do mix algal (layout simapro)			
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (eletricidade/calor)			
Electricity, high voltage (BR)/ market for/ APOS, S	2867	kWh	
Modelagem para fase da colheita e secagem			
Produtos			
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e coprodutos	Quantidade	Unidade	Alocação
Clarificado	0,16667	m3	97%
Biomassa seca	2,5	kg	3%
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/ combustíveis)			
Biomassa úmida	83,33	kg	
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (eletricidade/calor) (continuação)			
Electricity, high voltage (BR)/ market for/ APOS, S	17971,2	kWh	
Modelagem para fase da extração lipídica			
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e coprodutos	Quantidade	Unidade	Alocação
óleo do mix algal	0,053	m3	100%
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos evitados			
Ethanol, without water, in 99,7% solution state, from fermentation (BR)	247	kg	
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/ combustíveis)			
Biomassa seca	2,5	kg	
Ethanol, without water, in 99,7% solution state, from fermentation (BR)	250	kg	
Tap water (RoW) market for APOS, S	960000	kg	
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (eletricidade/calor)			
Electricity, high voltage (BR)/ market for/ APOS, S	3968,08	kWh	
Modelagem para a fase da transesterificação <i>in situ</i>			
Produtos			
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e coprodutos	Quantidade	Unidade	Alocação
Estéres Etilícos de mix algal	0,001	m3	47%
Coproducto	0,53	m3	53%
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/ combustíveis)			
Biomassa seca	2,5	kg	
Ethanol, without water, in 99,7% solution state, from fermentation (BR)	100	kg	
Chloroacetic acid (RoW) / production/ APOS, S	10	kg	
Hexane (RoW)/ molecular sieve separation of naphtha / APOS, S	130	kg	
Tap water (RoW) market for APOS, S	10	kg	
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (eletricidade/calor)			
Electricity, high voltage (BR)/ market for/ APOS, S	3494	kWh	

Fonte: a autora 2019

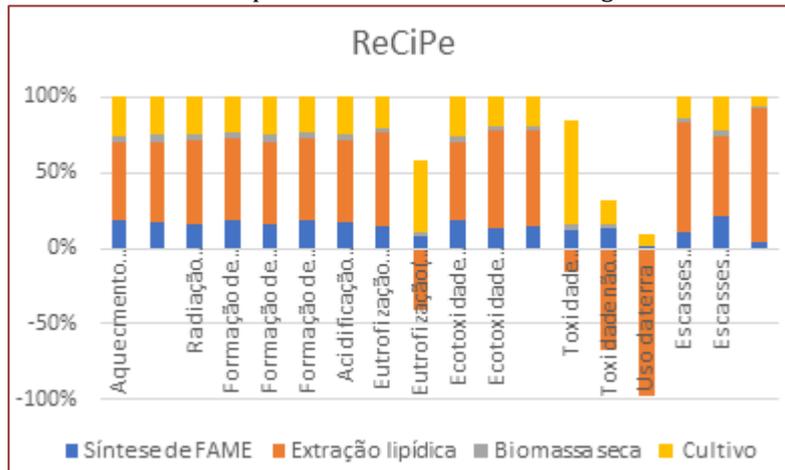
2.2.4. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E INTERPRETAÇÕES

A partir dos dados inventariados, foi necessário realizar uma análise dos potenciais impactos ambientais associados aos aspectos ambientais identificados em cada etapa do processo. Foi notado, que as categorias de aquecimento global, potencial de eutrofização e acidificação destacam-se com maior relevância, em que aponta os pontos de maior impacto no processo em relação ao consumo de combustíveis e em relação ao meio ambiente, tal como a toxicidade humana.

3. RESULTADOS

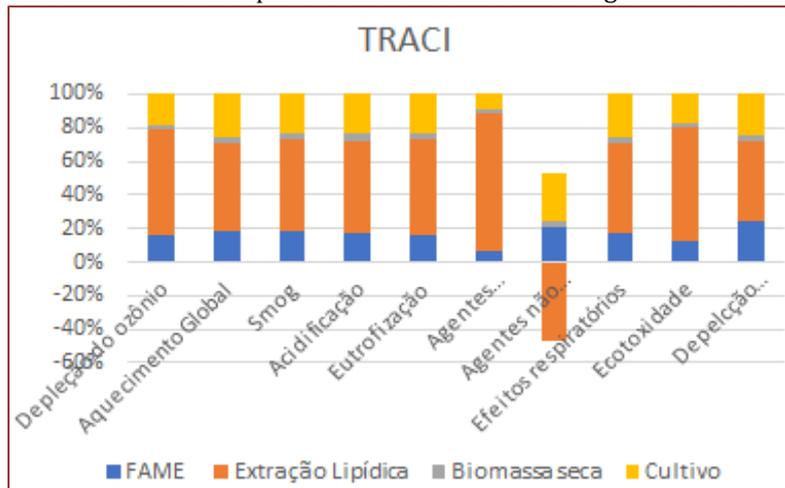
O perfil dos resultados apresentados pelos métodos ReCiPe e TRACI estão apresentados nos gráficos 1 e 2, o valor quantificado nas tabelas 3.

Gráfico 1: Perfil ACV do processo “biodiesel de microalgas” método ReCiPe



Fonte: autor, 2019

Gráfico 2: Perfil ACV do processo “biodiesel de microalgas” método TRACI



Fonte: a autora, 2019

Tabela 3: Resultados compilados pelo método ReCiPe e TRACI

Método ReCiPe					
Categorias de Impactos	Unidade	Síntese de Estéres Etilícos	Extração lipídica	Biomassa seca	Cultivo
Aquecimento Global	kg CO2 eq	709	1,99E+03	177	985
Depleção Ozônio Estratosférico	kg CFC 11 eq	0,00084	0,00265	0,000241	0,00124
Radiação iônica	KBq Co-60 eq	43	147	12,1	64,9
Formação de Ozônio (saúde humana)	kg de NOx eq	0,943	2,88	0,206	1,18
Formação de partícula fina	kg PM2.5 eq	0,325	1,06	0,0874	0,493
Formação de Ozônio (ecossistema terrestre)	kg NOx eq	0,998	2,89	0,209	1,2
Acidificação terrestre	kg SO2 eq	1,86	5,71	0,453	2,56
Eutrofização (água doce)	kg P eq	0,15	0,601	0,0343	0,198
Eutrofização(marinha)	kg N eq	0,00947	-0,045	0,00278	0,0524
Ecotoxicidade terrestre	kg 1,4-DCB	314	8,90E+02	67,3	431
Ecotoxicidade de água doce	kg 1,4-DCB	5,67	26,5	1,17	7,74
ecotoxicidade marinha	kg 1,4-DCB	1,99	8,77	0,414	2,71
Toxicidade cancerígena humana	kg 1,4-DCB	0,126	-0,16	0,038	0,719
Toxicidade não cancerígena humana	kg 1,4-DCB	2,94	-14,9	0,575	3,63
Uso da terra	m2a crop eq	3,94	-409	0,76	4,91
Escassez recurso mineral	kg Cu eq	0,419	2,99	0,0704	0,592
escassez recurso fóssil	kg oil eq	189	4,53E+02	33,1	193
MÉTODO TRACI					
Categorias de impactos	Unidade	ESTÉRES ETÍLICOS	Extração Lipídica	Biomassa seca	Cultivo
Depleção do ozônio	kg CFC-11 eq	7,19E-05	2,81E-04	1,39E-05	8,13E-05
Aquecimento Global	kg CO2 eq	546	1,59E+03	136	760
Smog	kg O3 eq	22	67,7	4,98	28,6
Acidificação	kg SO2 eq	2,18	6,86	0,527	2,98
Eutrofização	kg N eq	1,24	4,44	0,278	1,75
Agentes cancerígenos	CTUh	1,62E-05	2,02E-04	3,71E-06	2,27E-05
Agentes não cancerígenos	CTUh	6,28E-05	-1,42E-04	1,29E-05	8,76E-05
Efeitos respiratórios	kg PM2.5 eq	0,443	1,4	0,116	0,657
Ecotoxicidade	CTUe	1,75E+03	9,52E+03	373	2,42E+03
Depleção combustível fóssil	MJ surplus	1,12E+03	2,11E+03	188	1,08E+03

Fonte: a autora, 2019

4. CONCLUSÃO

Foi possível notar que a produção de microalgas para biocombustíveis é promissora podendo atender a demanda do consumo de combustíveis fósseis. Porém como visto e comprovado as etapas de secagem e extração devem ser revistas e superadas por alternativas à demanda energética e ao uso de solventes e ao meio de cultivo disponibilizado as microalgas, podendo inserir o uso de efluentes como disponibilidade de nutrientes.

Deve-se considerar melhorias como: seleção de cepas, genética, sistemas de engenharia, uso de fotobiorreatores em terras não cultiváveis, tal-qualmente buscar adequações de acordo com o cenário proposto.

Nota-se que a geografia e o cenários estabelecido para uma produção deve ser avaliado isoladamente, pois as influências do meio, tal qual a diferença no perfil da demanda de energia em locais geográficos diferentes gera uma heterogeneidade nos valores e impactos.

Para o cultivo e produção de microalgas, faz-se necessário um balanço energético positivo, assim como avanços tecnológicos e sistemas de produção altamente otimizados.

A mitigação dos impactos ambientais e, em particular, o consumo energético, a gestão do uso dos solventes e a gestão da água, apresentam desafios e oportunidades, muitas das quais só podem ser resolvidas a nível local.

As estimativas de custo existentes precisam ser melhoradas e isso exigirá dados empíricos sobre o desempenho de sistemas projetados especificamente para produzir biocombustíveis. A biorrefinaria pode ser o caminho para se alcançar este equilíbrio.

Os resultados da avaliação do ciclo de vida dos métodos apresentaram similaridade gerando credibilidade nos resultados e melhor interpretação. Porém é necessário a construção de modelos brasileiros para um melhor resultado, embora já há estudos em andamento na alimentação da base de dados.

Vale ressaltar que todas estas conclusões reflete o estado da literatura acadêmica existente e isso é inevitavelmente um reflexo incompleto do status do setor.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2014a.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14044: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e Orientações. Basil, 2014b. BP, 2017. BP Statistical Review of World Energy June 2017. BP, London
- [3] BENNION, E. P.; GINOSAR, D. M.; MOSES, J.; AGBLEVOR, F.; QUINN, J. C. Lifecycle assessment of microalgae to biofuel: Comparison of thermochemical processing pathways. *Applied Energy*, 2015.
- [4] BICALHO, T.; RICHARD, J.; BESSOU, C. Limitations of LCA in environmental accounting for biofuels under RED. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, v. 3, n. 2, p. 218–234, 2012.
- [5] CHIA, S. R.; CHEW, K. W. 2,3,**. , p. 1–31, 2018.
- [6] COLLET, P.; HÉLIAS, A.; LARDON, L.; STEYER, J. P.; BERNARD, O. Recommendations for Life Cycle Assessment of algal fuels. *Applied Energy*, v. 154, p. 1089–1102, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.03.056>>.
- [7] GOUVEIA, L.; OLIVEIRA, A. C.; CONGESTRI, R.; et al. Biodiesel from microalgae. *Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts: From Feedstock Cultivation to End-Products*, v. 25, n. 3, p. 235–258, 2017. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>>.
- [8] MENDES, N. C. Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil. , p. 149, 2013.
- [9] RAHEEM, A.; PRINSEN, P.; VUPPALADADIYAM, A. K.; ZHAO, M.; LUQUE, R. A review on sustainable microalgae based biofuel and bioenergy production: recent developments. *Journal of Cleaner Production*, 2018. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618301471>>.
- [10] SHUBA, E. S.; KIFLE, D. Microalgae to biofuels: ‘Promising’ alternative and renewable energy, review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 81, n. August 2017, p. 743–755, 2018.
- [11] SONG, D.; FU, J.; SHI, D. Exploitation of Oil-bearing Microalgae for Biodiesel. *Chinese Journal of Biotechnology*, v. 24, n. 3, p. 341–348, 2008.
- [12] VALENTE, A.; IRIBARREN, D.; DUFOUR, J. How do methodological choices affect the carbon footprint of microalgal biodiesel? A harmonised life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 560–568, 2019. Elsevier B.V.
- [13] ZHU, L.; NUGROHO, Y. K.; SHAKEEL, S. R.; et al. Using microalgae to produce liquid transportation biodiesel : What is next? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 78, n. May 2016, p. 391–400, 2017. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.089>>.
- [14] BENNION, E. P.; GINOSAR, D. M.; MOSES, J.; AGBLEVOR, F.; QUINN, J. C. Lifecycle assessment of microalgae to biofuel: Comparison of thermochemical processing pathways. *Applied Energy*, 2015.
- [15] BICALHO, T.; RICHARD, J.; BESSOU, C. Limitations of LCA in environmental accounting for biofuels under RED. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, v. 3, n. 2, p. 218–234, 2012.
- [16] CHIA, S. R.; CHEW, K. W. 2,3,**. , p. 1–31, 2018.
- [17] COLLET, P.; HÉLIAS, A.; LARDON, L.; STEYER, J. P.; BERNARD, O. Recommendations for Life Cycle Assessment of algal fuels. *Applied Energy*, v. 154, p. 1089–1102, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.03.056>>.

- [18] GOUVEIA, L.; OLIVEIRA, A. C.; CONGESTRI, R.; et al. Biodiesel from microalgae. *Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts: From Feedstock Cultivation to End-Products*, v. 25, n. 3, p. 235–258, 2017. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>>.
- [19] MENDES, N. C. Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil. , p. 149, 2013.
- [20] RAHEEM, A.; PRINSEN, P.; VUPPALADADIYAM, A. K.; ZHAO, M.; LUQUE, R. A review on sustainable microalgae based biofuel and bioenergy production: recent developments. *Journal of Cleaner Production*, 2018. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618301471>>.
- [21] SHUBA, E. S.; KIFLE, D. Microalgae to biofuels: ‘Promising’ alternative and renewable energy, review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 81, n. August 2017, p. 743–755, 2018.
- [22] SONG, D.; FU, J.; SHI, D. Exploitation of Oil-bearing Microalgae for Biodiesel. *Chinese Journal of Biotechnology*, v. 24, n. 3, p. 341–348, 2008.
- [23] VALENTE, A.; IRIBARREN, D.; DUFOUR, J. How do methodological choices affect the carbon footprint of microalgal biodiesel? A harmonised life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 560–568, 2019. Elsevier B.V.
- [24] ZHU, L.; NUGROHO, Y. K.; SHAKEEL, S. R.; et al. Using microalgae to produce liquid transportation biodiesel : What is next? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 78, n. May 2016, p. 391–400, 2017. Elsevier Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.089>.

Capítulo 17

Quintal produtivo: Perspectiva de produção integrada, segurança alimentar e geração de renda para reassentados do Projeto de Integração Rio São Francisco (PISF), VPR Retiro

Karla Raquel Souza Amariz

Daniel Carvalho Leite

Andréa Araújo de Aquino

Leonardo Souza Cavalcanti

Filipe Maia Torres Nery

Adriano José da Silva

Andreza Carla Lopes André

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas durante o Curso de Quintal Produtivo, na VPR Retiro, em Penaforte/CE, por meio do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). O curso desenvolvido pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) faz parte do programa de formação em Sistemas de Produção Integrado Sustentável para Agricultores Familiares das VPRs, integrando aspectos socioeconômicos e ambientais dos reassentados, na perspectiva da convivência com o Semiárido para o desenvolvimento rural sustentável. No desenvolvimento do curso foram abordados na teoria e prática conteúdos voltados para o reuso de águas cinzas, sistema de irrigação por gotejamento, produção de hortaliças e criação de pequenos animais. A experiência promoveu o início do processo de construção do conhecimento agroecológico na VPR por meio da implementação de tecnologias alternativas apropriadas a realidade local.

Palavras-chave: Convivência; Semiárido; Agroecologia; Desenvolvimento Rural.

1. CONTEXTO

O curso foi desenvolvido na Vila Produtiva Rural Retiro (VPR Retiro), município de Penaforte-CE no período de 30/09/2019 a 04/10/2019, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf e faz parte do programa de formação em Sistemas de Produção Integrado Sustentável para Agricultores Familiares das VPRs, integrando aspectos socioeconômicos e ambientais das famílias reassentadas. É importante salientar que a escolha do curso foi realizada pelos agricultores da VPR quando da realização do Curso de Organização Socioprodutiva e ambiental da VPR Retiro, realizado em maio de 2019.

Diante disso, esse curso teve como objetivo reinserção Socioprodutiva das famílias reassentadas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), a partir da integração de tecnologias sociais de convivência com o Semiárido.

Assim, o presente trabalho traz uma contribuição significativa para o debate a que se propõe, uma vez que as tecnologias de convivência com o Semiárido foram evidenciadas como sendo um suporte para as famílias voltarem a produzir de forma diversificada e na perspectiva da produção agroecológica integrada.

2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A equipe realizou a abertura do curso com o acolhimento e apresentação dos participantes e em seguida a socialização da programação do curso, destacando que seriam trabalhadas na perspectiva da convivência com o Semiárido as seguintes temáticas: reuso de águas cinzas, sistemas de irrigação de salvação, produção de hortaliças e criação de galinhas,

Foi destacada e discutida entre os participantes a importância do curso e a ideia da implementação de tecnologias, com especial atenção para os critérios de escolha do quintal, tendo em vista a necessidade da família se comprometer com a funcionalidade da mesma, servindo assim de unidade demonstrativa para outras famílias reassentadas que demonstrem interesse no conhecimento e implantação em suas áreas.

3. RESULTADOS

REUSO DE ÁGUA

Inicialmente foi ressaltada a importância da água para a humanidade, com apresentação de dados sobre quantidade e setores produtivos mais dependentes desse recurso. A produção agrícola, em todos os cenários, apresenta-se como maior dependente e na maioria das VPRs se constitui num fator limitante para o desenvolvimento da agricultura.

Em função disso, dentro da perspectiva de convivência com o Semiárido, foram apresentadas tecnologias apropriadas para a produção, com destaque para o reuso de águas cinzas, sua origem, principais poluentes, formas de tratamento e onde o efluente oriundo desse tratamento pode ser utilizado sem causar efeitos deletérios para o homem, animal e meio ambiente, considerando produção de forragens, destacando as mais adaptadas para as condições locais (palma, guandu, leucina, gliricídia, capim, sorgo, etc.), assim como frutíferas e a não utilização para produção de hortaliças, em especial aquelas em que a parte consumida são as folhas;

Vale salientar que os participantes escolheram o mesmo quintal para a implantação de todas as tecnologias do curso.

O filtro foi instalado para tratamento de água cinza da residência utilizando dois meios filtrantes (serragem e areia) e brita como meio suporte.

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Inicialmente foram apresentados sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão e aspersão convencional, com destaque para o primeiro em função da sua melhor eficiência para utilização na região do semiárido brasileiro. Características como baixo volume de água a ser utilizado e menor perda de água por evaporação quando comparado aos outros sistemas tornam o método de gotejamento o ideal para a região. Foram as peças e acessórios que podem ser utilizadas e como é feita a escolha dos emissores.

Os participantes realizaram a prática, montando o sistema de irrigação a partir do reservatório de água filtrada pelo sistema de reuso de água cinza. Com a utilização de uma bomba periférica a água coletada no reservatório foi transferida para uma caixa de 500 litros, elevada a aproximadamente 1,3 metros e conduzida ao sistema de gotejamento por força gravitacional. O agricultor se comprometeu em cultivar palma forrageira consorciado com milho.

Figura 1 - Filtro para reuso de água cinza



Figura 2 - Consórcio palma e milho - sistema de gotejamento com água de reuso



Horta, compostagem, biofertilizante e defensivos naturais

Dando continuidade ao desenvolvimento das atividades a temática de produção de hortaliças foi tratada com ênfase na produção de compostos orgânicos e biofertilizantes. Para estas tecnologias houve exposição dialogada, com utilização de slides e vídeos, onde a prática de produção de calda orgânica e compostagem foi desenvolvida no mesmo quintal das demais tecnologias.

É importante salientar que as práticas foram desenvolvidas com materiais providenciados pelos próprios participantes e disponíveis em suas áreas, demonstrando assim a possibilidade real de desenvolvimento e aplicação dessas alternativas. Além disso, foram explicadas as formas de aplicação e dosagens destes. A importância do cultivo de hortaliças para a segurança alimentar, melhoria da qualidade de vida e possibilidade de fonte de renda para as famílias foram tratadas na temática de produção de hortaliças. Composto a temática, foi chamando atenção também para a possibilidade de transformação de espaços ociosos das propriedades em hortas, possibilidade de mercado próximo para destinar a produção, principais adubos a serem utilizados e procedimentos para a adubação. Mediante escolha da comunidade, foram observadas todas as questões citadas acima em um quintal e realizada a oficina para a construção dos canteiros, adubação, cultivos indicados e manejos.

Para finalização do conteúdo relacionado a produção de hortaliças foi realizada a oficina de produção de defensivos naturais, com a utilização de álcool, fumo de rolo, alho, sabão caseiro, dentre outros.

CRIAÇÃO DE GALINHA CAIPIRA

Na perspectiva de integração e diversificação de atividades produtivas, foi também trabalhado com os participantes a temática de criação de galinhas, tendo como foco principal o bem-estar animal e outros aspectos relacionados ao desempenho produtivo das aves.

A fim de promover o conforto desses animais, com o auxílio de slides e vídeos, foram mostradas e descritas as estruturas mínimas necessárias para criação adequada de galinhas caipiras que vai desde a orientação da construção da estrutura (sentido leste-oeste), aberturas laterais para circulação de ar dentro da instalação, iluminação, até a quantidade de galinhas por área e capacidade de produção de ração.

Além disso, foi chamada atenção também para os aspectos sanitários e a importância da alimentação até mesmo para produção de ovos. Para adequação da realidade da vila produtiva, foram apresentadas também alimentação alternativa como pastagens e principalmente a técnica do milho hidropônico que representa uma tecnologia de fácil acesso e retorno em curto prazo, proporcionando ao agricultor produzir – a depender do manejo – até 20 kg de volumoso num período de 15 dias com a utilização de 1kg de milho.

AGRADECIMENTOS

A Associação de Moradores da Vila Produtiva Rural Retiro, pelas importantes contribuições para mobilização e realização do evento; ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) pelo apoio financeiro; e a coordenação e equipes, técnica e administrativa, do Projeto de Integração do São Francisco – PISF, PBA 08 pelo empenho e determinação na realização do curso.

Capítulo 18

A coleta seletiva solidária: Planejamento, execução e monitoramento em uma Instituição de Ensino Público Federal

Letícia Lacerda Freire

Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira

Cícera Robstânia Laranjeira dos Passos

Resumo: A coleta seletiva solidária consiste na segregação dos resíduos sólidos recicláveis para destinação às associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Essa medida foi posta como Decreto Federal no ano de 2006 para as instituições públicas da esfera federal e possui diretrizes relacionadas nas outras esferas administrativas, no entanto, muitas instituições ainda enfrentam dificuldades no que se refere à logística de implantação, execução e monitoramento. O presente trabalho avaliou esse processo em uma instituição de ensino público na busca de demonstrar as etapas de planejamento e implantação, bem como o acompanhamento de execução e monitoramento para a visualização dos resultados e das métricas socioambientais resultantes do programa. A média mensal de resíduos recicláveis destinados pela instituição foi de 339,26Kg, havendo o predomínio de papel e plástico. Houve a potencialidade de arrecadação por parte dos catadores, porém os valores ainda são pequenos pela existência de déficits na valorização dos materiais no mercado de reciclagem regional, aliado às dificuldades de agregar valor e conseguir ampliar a rede comercial. Foi possível visualizar métricas indiretas positivas que podem estimular as ações de educação ambiental, as quais devem ser constantemente mantidas.

Palavras-Chave: Resíduos Sólidos, Reciclagem, Gestão ambiental.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os piores índices de coleta de resíduos sólidos estão nas regiões Norte (83,6%) e Nordeste (86,1%). Das informações prestadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, publicadas em 2020 e referentes a 2018, 38,1% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva e estão envolvidos 27,1 mil catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2020). Esse número tende a ser ainda mais representativo, visto que o sistema não possui adesão total de preenchimento por parte dos gestores municipais e há trabalhadores informais no setor. A gestão dos resíduos sólidos reúne um conjunto de planejamentos e ações indissociáveis da gestão ambiental.

No setor público, as iniciativas de gestão ambiental podem ser indicadas pela adesão à Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P), a qual em termos cumulativos teve um comportamento positivo, mas com apenas 961 cadastros no ano de 2018 (MMA, 2018). A Coleta Seletiva Solidária (CSS) é uma das ferramentas instituídas para a gestão pública na sua responsabilização em segregar e destinar os resíduos sólidos recicláveis para associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. As unidades públicas e privadas estão demonstrando maior preocupação para a geração e destinação de resíduos ao passo que diretrizes são implementadas, em especial ao Decreto Federal Nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 para as instituições públicas federais e a Lei Federal Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Após levantamentos em literatura nacional e internacional, Silva (2017) desenvolveu uma proposta generalizada para a gestão de resíduos em instituições de ensino superior, baseada nas seguintes etapas: planejamento e estratégia, entendimento, auditoria de resíduos, plano de ação, aplicação das ações e divulgação e interação com ensino e pesquisa. O mesmo trabalho defendeu a possibilidade do gerenciamento interno, desde que as etapas sejam bem estruturadas e contínuas. Dos Reis (2018) avaliou a implantação da CSS em observância às etapas de formação da comissão interna, adequação de coletores e do local de armazenamento dos resíduos, abertura de chamada pública, contratação da associação habilitada em chamada e o desenvolvimento contínuo de ações de educação ambiental.

Vale destacar que, em muitos casos de implantação de coleta seletiva, há o conhecimento por parte da comunidade envolvida, mas esse quadro não se reflete em ações diretas, cabível de uma maior análise para intervenção (ROOS *et al.*, 2017). Ressalta-se ainda que a geração de resíduos em Instituições de Ensino Superior (IES) trata-se de uma variável de acordo com as atividades letivas (SILVA; TAVARES, 2018).

Outro impasse no que concerne às dificuldades de implantação está na organização de documentação e estruturação da comissão e nas etapas a serem seguidas pela instituição, quer seja de forma mais robusta (quando existem diversas associações a serem envolvidas, pela diversidade de resíduos e/ou ampliação positiva do mercado local de reciclagem) ou de forma mais simplificada (quando as ações de reciclagem local ainda são iniciantes e há apenas uma associação oficializada e/ou não há complexidade dos tipos de resíduos gerados).

Nesse sentido, o presente trabalho realizou uma compilação dos processos relativos ao planejamento, implantação, execução e monitoramento da CSS em uma instituição de ensino público federal, bem como relacionou os resultados com indicadores ambientais e sociais, a fim de contribuir com informações para o meio acadêmico e institucional que tenham a pretensão de realizar tais procedimentos ou estejam em execução dos mesmos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. O AMBIENTE DA PESQUISA

O presente trabalho reuniu informações coletadas durante os anos de 2017 a 2019, referentes à CSS do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE - Campus Sobral), na qual funcionam cursos de nível técnico e superior, totalizando 2.872 estudantes matriculados (dados atualizados em fevereiro de 2020). O *campus* oferta 16 cursos (5 de graduação, 3 de pós-graduação e 8 técnicos na modalidade subsequente). A estrutura física dos blocos da instituição está apresentada na Figura 1. Nos arredores da instituição funciona outra IES, onde os alunos partilham alguns espaços físicos e consequentemente contribuem para a geração de resíduos. Além disso, o restaurante acadêmico atende tanto a comunidade interna como externa do campus.

O município em que a instituição está inserida tem passado por melhorias na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos, como a tomada de iniciativas voltadas à implantação de ações de educação ambiental, a melhoria da fiscalização e a formalização das associações de catadores de materiais recicláveis.

Esses agentes ambientais terão suas atividades fortalecidas pela aquisição de equipamentos públicos de três Centrais Municipais de Reciclagem (CMR) que integram os planejamentos administrativos da cidade (SOBRAL, 2019). Um dos indicativos ao mencionado refere-se ao quantitativo de associações de catadores de materiais recicláveis, que em 2015 era apenas uma, e em 2019 foram formalizadas mais três, totalizando quatro, sendo uma delas sediada no distrito e as demais na sede do município, todas reconhecidas como atuantes pela prefeitura municipal de Sobral. Tal fator deve ser mencionado, devido sua importância para a compreensão do contexto em que ocorreu o estudo de caso analisado.

Figura 1 - Área institucional do IFCE - Campus Sobral



Fonte: Autores (2020) (Imagem: Google Earth - Pro)

2.2. SISTEMATIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Os resultados foram agrupados em dois momentos: (1) Planejamento e implantação e (2) Execução e monitoramento dos resíduos encaminhados. No que se refere aos processos de planejamento e implantação, foram verificadas as principais etapas e elementos burocráticos necessários para sua formalização, bem como as diretrizes vigentes que motivam tal implantação.

No segundo momento, o período analisado compreendeu os meses de novembro de 2017 a dezembro de 2019, subdividido em sete períodos em que ocorreram as doações para as associações de catadores do município. Os dados do quantitativo de resíduos foram disponibilizados pela Comissão da Coleta Seletiva Solidária da instituição em questão.

O cômputo do ganho econômico para as associações e cooperativas de catadores foi realizado a partir do preço base disponibilizado por Feitosa; Barden; Konrad (2018) para estimativas disponibilizadas pelo CEMPRE. Para ferro, vidro e PVC optou-se por utilizar os valores disponibilizados por Freitas (2018), por não estarem contemplados naquela metodologia. As métricas indiretas foram determinadas com base em indicadores da Wide Fund for Nature (WWF).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA

3.1.1. ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA

Em consonância com as diretrizes relativas à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos que abrangem as instituições públicas, listou-se as normativas e suas referidas indicações, importantes para a busca de alternativas que estejam em conformidade com a legislação. O quadro 1, apresenta estes dispositivos legais nos âmbitos administrativos federal, estadual, municipal e institucional.

Quadro 1 - Dispositivos legais relacionados à Coleta Seletiva Solidária

Dispositivo legal	Ano	Âmbito Administrativo	Finalidade
Decreto 5.940	2006	Federal	Institui A Separação Dos Resíduos Recicláveis Descartados Pelos Órgãos E Entidades Da Administração Pública Federal Direta E Indireta, Na Fonte Geradora, E A Sua Destinação Às Associações E Cooperativas Dos Catadores De Materiais Recicláveis, E Dá Outras Providências.
Lei 12.305	2010	Federal	Dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos e dá outras providências.
Decreto 7.404	2010	Federal	Regulamenta a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e cria o comitê interministerial da política nacional de resíduos sólidos e o comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei 1.598	2016	Municipal	Dispõe da obrigatoriedade da coleta seletiva de resíduos sólidos nas repartições públicas do município de Sobral.
Lei 1.789	2018	Municipal	Dispõe sobre as diretrizes da política municipal de resíduos sólidos de Sobral, e dá outras providências.
Decreto 32.981	2019	Estadual	Institui a coleta seletiva solidária no âmbito da administração pública estadual e dá outras providências.
Instrução Normativa Nº02/2020/AEI/DIR AD/ PROAP/IFCE	2020	Institucional	Dispõe sobre a implantação da separação e destinação dos resíduos sólidos recicláveis, de acordo com o decreto Nº 5.940, DE 25 de Outubro DE 2006, no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Fonte: Autores (2020)

Os dispositivos legais mencionados no quadro 1, tem como objetivo comum a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas atividades institucionais de coleta seletiva solidária, de modo a contribuir para a inclusão social desta categoria de trabalhadores e auxiliar os gestores na destinação adequada dos resíduos sólidos. Em ordem cronológica, o decreto 5.940/06 consistem no instrumento legal mais antigo que dispõe sobre a obrigatoriedade da coleta seletiva solidária em nível federal. Após a publicação deste decreto federal, as demais leis, decretos e instrução normativa também inserem a figura do catador como protagonista das ações que envolvem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Logo, constitucionalmente e do ponto de vista prático, a implantação da coleta seletiva no Brasil tornou-se indissociável da inclusão dos catadores de materiais recicláveis, corroborando aos estudos de Bortoli (2013) e Costa (2018). Portanto, esse é um processo legalmente assegurado e entendido como uma ação multissetorial por envolver, além dos geradores, a integração das instituições para a formalização e o empoderamento das associações e/ou cooperativas, de modo que possa ser possibilitada a sua efetividade, além de eficiência e eficácia.

3.1.2. INFRAESTRUTURA E ETAPAS INICIAIS DE PLANEJAMENTO

Quanto à infraestrutura, antes da consolidação do processo de implantação da CSS o campus já possuía os coletores para os materiais recicláveis (Figura 2) em cada um dos blocos institucionais, que atendiam ao padrão da Resolução CONAMA Nº 275/01 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que dispõe sobre o código de cores para coletores de coleta seletiva. Alguns em situação de avaria foram substituídos por novos do mesmo modelo dos anteriores. Havia também uma estrutura física para o acondicionamento, adaptada de uma antiga construção, a qual armazena de forma preliminar os resíduos sólidos recicláveis e possui projetos de melhorias, acompanhados pela comissão da CSS. Algumas campanhas pontuais também já ocorriam anteriormente à CSS, com a iniciativa de servidores e colaboradores, como a coleta de papel, pilhas e baterias. As dificuldades de conscientização do público em geral para a segregação adequada era um dos fatores que dificultavam a separação mais efetiva dos materiais, mesmo antes da CSS.

Figura 2 - Coletores de resíduos sólidos recicláveis do IFCE - Campus Sobral



Fonte: Autores (2020)

O processo de formalização da CSS ocorreu entre os meses de novembro de 2017 a maio de 2018, a partir da seguinte sequência de ações:

1. Chamada de servidores para a formação da Coleta Seletiva Solidária e entrada no processo de formalização.
2. Consulta ao setor administrativo para confirmar a dispensa de licitação em caso de serviços para a coleta de resíduos sólidos recicláveis da instituição.
3. Consulta aos órgãos ambientais locais para a identificação das associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis regularizadas no município.
4. Contato para reconhecimento das associações.

Nesse momento inicial, em virtude da emergente necessidade de encaminhamento dos resíduos e a existência, até então, de uma única associação regularizada, não foi aberto o edital de chamada pública. Verificou-se as documentações comprobatórias (Declaração da autarquia ambiental municipal, ata de criação e estatuto da única associação habilitável) além das demais recomendações do Decreto Federal nº 5.940 de 2006.

5. Reunião da comissão formada para a autorização de encaminhamento dos resíduos.
6. Formalização da Comissão da Coleta Seletiva Solidária.

A comissão foi composta por seis servidores e oficializada pela Portaria N°74 do Gabinete da Direção Geral do *campus*, de 25 de maio de 2018.

Após a atualização do cadastro de novas associações habilitáveis no órgão ambiental municipal, mais três associações foram incluídas como regulares em abril de 2019. A comissão deu entrada ao edital de chamada pública (ainda em processo pela instituição). O referido edital foi elaborado com base no modelo disponibilizado pela Advocacia Geral da União (AGU), em licitações sustentáveis. As etapas de encaminhamento de editais para esse fim foram relatadas também por Tocchetto, Picolli e Pereira (2018). Para continuidade da destinação, a comissão realizou uma reunião com os seus respectivos presidentes e ajustes foram acordados quanto à alternância semestral de coletas.

3.2. EXECUÇÃO E MONITORAMENTO DOS RESÍDUOS ENCAMINHADOS ÀS ASSOCIAÇÕES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Campanhas de educação ambiental foram realizadas junto aos discentes, servidores e colaboradores terceirizados (Figura 3), tanto no processo de implantação, como no de execução. Essa deve ser uma ação contínua para a sensibilização e capacitação de toda a comunidade acadêmica, como destacado por Campos, Castro e Leite (2018).

As estruturas relacionadas à coleta seletiva solidária também são espaço didático, em especial para os discentes do curso Superior em Tecnologia em Saneamento Ambiental, do curso Técnico em Meio Ambiente e do curso Técnico em Segurança do Trabalho (Figura 3), bem como para o desenvolvimento do estágio obrigatório de discentes dos referidos cursos.

Figura 3 - Capacitação de colaboradores sobre a CSS e atividade de ensino desenvolvida com os discentes do IFCE - Campus Sobral



Fonte: Autores (2020)

A Tabela 1 apresenta os valores de pesagem dos materiais registrados anteriormente a cada encaminhamento às associações de catadores de materiais recicláveis. O material predominante em todos os períodos foi o papelão (28,67%), seguido do papel (24,75%), juntos somam mais de 50% dos resíduos no período analisado. O ferro também apresentou boa expressividade (25,44%). A pesquisa de Barros *et al.* (2013) evidenciou o papel como o resíduo mais produzido (41%) na Universidade Estadual de Itajubá. Destaca-se que em termos de volume os materiais plásticos, como PET e PVC são os mais expressivos, obviamente em razão à sua baixa densidade, não sendo descartada a sua elevada produção em instituições de ensino. Os resultados de composição dos resíduos corroboraram com Furtado (2014).

Tabela 1 - Quantitativo em peso (Kg) de materiais destinados às associações de catadores de materiais recicláveis pela Coleta Seletiva Solidária

Período	Materiais							
	Papel	Papelão	PET	PVC	Plástico Filme	Ferro	Alumínio	Vidro
1. novembro 2017 a maio 2018 (Figura 4)	323,19	764,65	91,46	94,64	140,69	123,01	14,86	129,55
2. junho a outubro de 2018	360,45	303,60	62,20	159,65	37,15	244,80	66,65	*
3. novembro a dezembro de 2018	242,00	279,00	31,00	79,00	29,00	397,00	30,00	*
4. janeiro a abril de 2019	298,00	276,00	152,00	274,00	*	454,00	9,00	*
5. (maio a agosto de 2019	353,00	400,00	77,00	*	*	*	4,50	*
6. agosto a setembro	400,00	288,70	102,60	66,70	*	802,00	13,30	*
7. outubro a dezembro de 2019	207,00	217,00	55,00	77,00	68,00	223,00	*	*
Total:	2183,64	2528,95	571,26	750,99	274,84	2243,81	138,31	129,55
Total por tipo de resíduo	Papel/Papelão: 4712,59		Plástico: 1597,09			Metal: 2381,12		Vidro: 129,55

*Não houve material no período

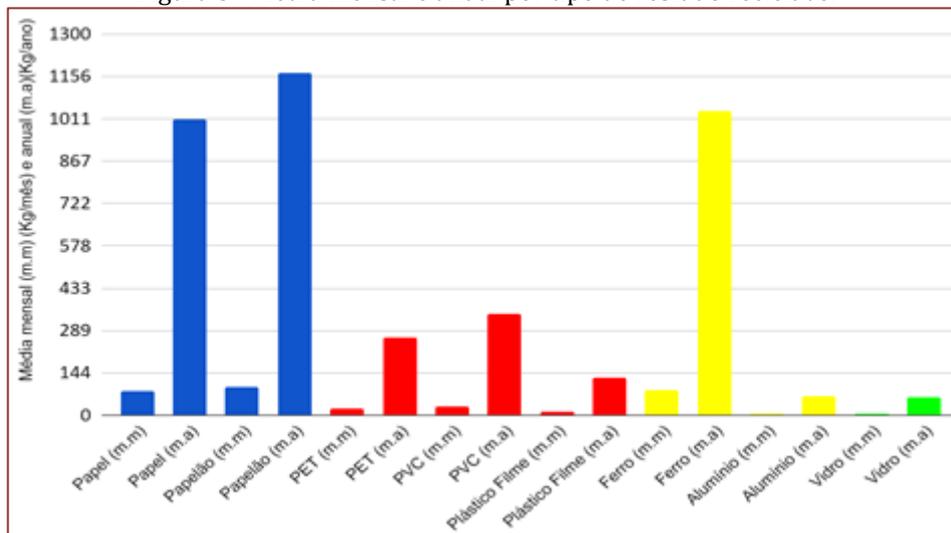
Figura 4 - Registro fotográfico da primeira campanha de destinação dos materiais recicláveis



Fonte: Autores (2020)

Durante os 26 meses avaliados pela pesquisa, foram destinados para as associações 8821,35Kg de resíduos recicláveis, cujo valor médio mensal correspondeu a 339,28Kg e anual de 4071,39Kg. Considerando a produção per capita de resíduos no Brasil (0,96Kg/ (hab. d)) (BRASIL, 2020), os recicláveis coletados na instituição durante o período avaliado é equivalente ao que uma população de 9772 habitantes produziria em um mês, ou seja, há uma expressividade relevante da geração e, portanto, a destinação de recicláveis em instituições de ensino técnico e superior é necessária. A média mensal e anual por tipo de resíduo reciclável pode ser vista na figura 5, na qual cada tipo de resíduo está identificado conforme as cores designadas na Resolução CONAMA Nº 275/01. É válido mencionar que esse valor não incluiu a totalidade dos resíduos gerados, visto às dificuldades de separação na fonte geradora, o que inviabilizou a eficiência integral da coleta seletiva e favoreceu a geração de rejeitos. Na tentativa de melhorar esse quadro são desenvolvidas ações continuadas de educação ambiental no campus, como já mencionado, mas os resultados repercutem de forma gradual.

Figura 5 - Média mensal e anual por tipo de resíduo reciclável



Fonte: Autores (2020)

Quanto à cotação potencial financeira dos resíduos para o mercado da reciclagem, os valores obtidos foram apresentados na Tabela 2. Quanto ao ganho econômico potencial dos materiais no mercado de reciclagem regional foi verificada a seguinte sequência: Plástico (43,05%), Papel (41,13%), Metal (15,70%) e Vidro (0,12%). Observou-se que os materiais mais valorizados são o plástico e o alumínio, quando comparados o peso e o valor em reais mensurados, sendo o vidro o de menor valoração. Tal realidade também foi evidenciada por Oliveira et al. (2018) para associações de catadores do mesmo estado. O vidro, apesar de 100% reciclável, não é recebido por muitas associações devido ao custo-benefício relacionado ao encaminhamento às indústrias recicladoras.

O valor total de ganho potencial equivale a cerca de três salários mínimos. Desse modo, é perceptível a importância da participação de mais instituições na doação dos resíduos para essas associações de catadores, bem como a redução dos índices de rejeitos, não computados na presente pesquisa. Outro fator de importância consiste em agregar valor aos materiais, o que depende de equipamentos como prensas e do armazenamento adequado, além da ampliação da rede comercial. Nesse sentido, os avanços podem ser gradativos com a implantação de CMR e outras iniciativas de apoio para tais organizações.

Tabela 2 - Quantitativo em ganho potencial (R\$) financeiro para as associações de catadores de materiais recicláveis

Período	Materiais								
	Papel	Papelão	PET	PVC	Plástico Filme	Ferro	Alumínio	Vidro	
1. novembro 2017 a maio 2018	97,0	198,8	100,6	66,2	112,6	12,3	29,7	3,9	
2. junho a outubro de 2018	108,1	78,9	68,4	111,8	29,7	24,5	133,3	*	
3. novembro a dezembro de 2018	72,6	72,5	34,1	55,3	23,2	39,7	60,0	*	
4. janeiro a abril de 2019	89,4	71,8	167,2	191,8	*	45,4	18,0	*	
5. maio a agosto de 2019	105,9	104,0	84,7	*	*	*	9,0	*	
6. agosto a setembro	120,0	75,1	112,9	46,7	*	80,2	26,6	*	
7. outubro a dezembro de 2019	62,1	56,4	60,5	53,9	54,4	22,3	*	*	
Total (R\$):3191,50	655,1	657,5	628,4	525,7	219,9	224,4	276,6	3,9	
Total por categoria de resíduo	Papel/Papelão: 1312,6		Plástico: 1374,0			Metal: 501,0		Vidro: 3,9	

*Não houve material no período

O uso de métricas indiretas de externalidades positivas tem sido adotado como ferramenta de incentivo às práticas ambientais. Para o período de análise foram quantificados os valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Métricas estimadas para o quantitativo de resíduos do período analisado

Período	Métricas		
	m ² de floresta com corte evitado (A)	kg de petróleo com uso evitado (B)	Kg de minério de ferro com uso evitado (C)
1	13,9	3,3	16,9
2	8,5	2,6	76,0
3	6,6	1,4	34,2
4	7,3	4,3	10,3
5	9,60	0,77	5,13
6	8,78	1,69	15,16
7	5,41	2,00	0
Total	60,09	16,06	157,69

Métricas base: A - A cada 28 toneladas de papel reciclado evita-se o corte de 1 hectare de floresta (1 tonelada evita o corte de 30 ou mais árvores, B - 100 toneladas de plástico reciclado evitam a extração de 1 tonelada de petróleo, C - A reciclagem de 1 tonelada de aço economiza 1.140 Kg de minério de ferro.

Os indicadores auxiliam na visualização de impactos com maior clareza e efeito de causa (TANNURI, 2013). O campo de avaliação de métricas para o estímulo da gestão de resíduos ainda é tímido, mas possui um forte potencial de aproveitamento e dinâmica de abordagem frente à evidente escassez e intensificação dos impactos ambientais na extração de recursos.

A partir da indicação por métricas ambientais há como identificar elementos relacionados intrínsecos ao processo produtivo e ao ciclo de vida do produto. É uma abordagem que remonta os princípios de pegada ecológica e que pode ser uma ferramenta de educação ambiental a ser utilizada na disseminação e estímulo da percepção e relação ambiental. Os resultados obtidos podem ser ilustrados e demonstrados em painéis informativos, sob apresentação de infográficos e outras metodologias de comunicação visual, além da possibilidade do uso de tais métricas como metas de desempenho e melhorias no funcionamento e efetividade de sistemas de gestão ambiental implementados.

3.3. OUTROS RESÍDUOS GERADOS EM IES

A implantação da CSS evidenciou a necessidade da destinação de outros resíduos que não eram recebidos pelas associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, diante da diversidade de atividades que são desenvolvidas na instituição. Entre eles estão as vidrarias de laboratório, lâmpadas, pilhas e isopor. Logo, fez-se necessário a busca de outras alternativas por parte da comissão da CSS e dos gestores. A realização de parcerias foi fundamental nesse processo e, a partir delas, foi encontrada uma empresa que realizasse o recebimento de forma voluntária de vidro, baterias e lâmpadas, resguardados os aspectos legais de destinação.

Boa parte dos vidros gerados pela instituição correspondem às vidrarias de laboratório, esse material deve ser descontaminado adequadamente antes da destinação. Nesse sentido ficaram definidas coletas pela demanda dos laboratórios que são os responsáveis pela descontaminação, acondicionamento e acionamento da equipe da CSS para a destinação. A primeira campanha com esses materiais reuniu 22 Kg de resíduos de vidrarias e foi realizada em outubro de 2019.

Quanto às baterias e lâmpadas foram destinadas 15 e 750 unidades, respectivamente, em campanha realizada no mesmo período da destinação das vidrarias. Vale ressaltar que esses materiais possuem logística reversa obrigatória (Lei nº 12.305/2010), mas há dificuldades de adesão dessa política por muitos fornecedores e um fator decisivo está relacionado com a declaração dessa condicionante nos processos de aquisição de bens e contratação de serviços.

4. CONCLUSÃO

A implantação da coleta seletiva solidária permite um melhor gerenciamento dos resíduos sólidos recicláveis produzidos nas instituições de ensino, podendo gerar indicadores e/ou métricas dos benefícios relacionados às ações de extensão. Os resíduos recicláveis gerados na instituição de ensino possuem expressividade, que pode ser ainda maior com a redução do quantitativo de rejeitos resultantes da segregação inadequada. As cooperativas de catadores de materiais recicláveis são agentes facilitadores do encaminhamento ambientalmente adequado para a reciclagem, havendo benefícios mútuos para ambas as instituições. O sistema de gestão e gerenciamento necessitam de constante melhoria e monitoramento, tanto de ações estruturais como estruturantes, principalmente voltadas às ações de educação ambiental. Tais medidas revelam uma separação mais consciente por parte do público gerador e os resultados das métricas computadas podem servir de incentivo para a melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. A3P em números. 2018. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/a3p-em-numeros/>>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- [2] BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de Resíduos Sólidos - 2018. Brasília: SNIS, 2020.
- [3] BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 275 de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

- [4] BARROS, Regina Mambeli; FILHO, Geraldo Lúcio Tiago; MOURA, Juliana Sales; PIERONI, Marcela Fernandes; VIEIRA, Fernanda César; LAGE, Livia Ramos; MOHR, Guilherme Samprogna; BASTOS, Adriano Silva. Design and implementation study of a Permanent Selective Collection Program (PSCP) on a University campus in Brazil. Resources, Conservation and Recycling. p. 97-106, 2013.
- [5] BORTOLI, Mari Aparecida. Processos de organização de catadores de materiais recicláveis: lutas e conformações. Revista Katálysis, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 248-257, dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-49802013000200011>.
- [6] CAMPOS, Suzana Santos; CASTRO, Luciana de Souza; LEITE, Roberta Rocha da Silva. DESAFIOS E ALTERNATIVAS PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE COLETA SELETIVA EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO. 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Anais... Gramado - RS, 2018.
- [7] COSTA, Priscila Rosa Bandeira. O papel do catador de materiais recicláveis na cadeia da reciclagem. SER Social, Brasília, v. 20, n. 42, p. 182-199, jan.-jun./2018. <https://doi.org/10.26512/ser%20social.v20i42.14290>.
- [8] DOS REIS, Sarentaty Inês Karoline. COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA: uma análise das melhores práticas desenvolvidas em órgãos federais em Uberlândia (MG) (2018). 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Gestão Organizacional, Universidade Federal de Goiânia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22092/3/ColetaSeletivaSolid%C3%A1ria.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- [9] FEITOSA, Anny Kariny; BARDEN, Júlia Elisabete ; KONRAD, Odorico. ESTIMATIVA DE GANHO ECONÔMICO COM MATERIAL RECICLÁVEL A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES. Educação Ambiental em Ação. N 62. Ano XVI. 2018.
- [10] FREITAS, Sheyla Monyke. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO COLABORADOR PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA ASSOCIAÇÃO DE CATADORES, EM JUAZEIRO DO NORTE-CEARÁ. Trabalho de Conclusão do Bacharelado em Engenharia Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Juazeiro do Norte - CE, 2018.
- [11] FURTADO, Tainá Teixeira. IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS – CAMPUS MACHADO. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de especialização em projetos sustentáveis, mudanças climáticas e gestão corporativa de carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias,. Universidade Federal do Paraná, 2014.
- [12] OLIVEIRA, J.L.; PEREIRA, M.S.; BARBOSA, J.C. BARBOSA, U.P.S.; FREIRE, L.L.; ALMEIDA, A.B.B.; ALBUQUERQUE, M.S. O sistema de gestão ambiental como ferramenta didática de adequação ambiental do IFCE - campus Juazeiro do Norte. Ciência e Sustentabilidade - CeS, v.4, n.1, p.115-132. 2018.
- [13] ROOS, Andreine Aline; SCHEIDER, Eduarda Maria; ASCARI, Jociani. CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DE SERVIDORES PÚBLICOS ACERCA DO TEMA RESÍDUOS SÓLIDOS. In: 8º FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. Anais... 2018. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/193/143>>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- [14] SILVA, Marcelo Carvalho Pestana. DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR. 2017. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://deps.ufsc.br/files/2018/09/Marcelo_Silva.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- [15] SILVA, Mateus Amaral da; TAVARES, Victor Becker. PANORAMA E ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR. 2018. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- [16] SOBRAL. Prefeitura de Sobral. Prefeitura lança hoje (25/06) a Campanha de Coleta Seletiva Solidária - COLETARES (2019). Disponível em: <<http://www.sobral.ce.gov.br/informes/principais/prefeitura-lanca-hoje-25-06-a-campanha-de-coleta-seletiva-solidaria-coletares>> Acessado em: 6 jun. 2020.
- [17] TANNURI, Guilhermina. Indicadores de desempenho ambiental evidenciados nos relatórios de sustentabilidade: Uma análise à luz de atributos de qualidade. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Contabilidade. Florianópolis, SC, 2013. 232p.
- [18] TOCCHETTO, MARTA REGINA LOPES. PICOLLI; ANDRELI LOPES; PEREIRA, ANA ELISA SOUZA. Implantação da coleta seletiva solidária na UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente (ENGEMA). Anais... São Paulo - SP, 2018.

Capítulo 19

Implantação de Distrito de Medição e Controle como ferramenta de equalização de pressões e combate as perdas na rede de distribuição no município de Tianguá-CE

Francisco Edirlan de Sousa Freitas

Resumo: O presente trabalho aborda os conceitos que envolvem perdas na distribuição em redes de água em Sistemas de Abastecimento e algumas ações aplicadas em dois setores comerciais na Sede do Município de Tianguá – Ceará, essa experiência exitosa contribuirá de forma significativa ao combate, controle e monitoramento de perdas de água e equalização de pressões nas redes de distribuição para outras Empresas de Saneamento, mas se caracteriza sobre tudo a preocupação com os recursos hídricos para as gerações do presente e do futuro. O projeto de implementação de Distrito de Medição e Controle (DMC), como uma ferramenta para equalização de pressões e combate a perdas de água em Sistema de Abastecimento, objetiva apresentar ações a serem utilizadas na prática, observando métodos e procedimentos técnicos operacionais, com planejamento, cronograma, orçamentos e viabilidade técnica e econômico-financeira para a sua execução.

Palavras-chave: Controle, monitoramento, perdas de água, planejamento

1. INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil ainda atravessa uma das mais severas estiagens da atualidade. No Ceará o ciclo começou ainda no ano de 2012, estendendo-se até o presente ano e é o mais longo desde 1973, segundo informações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). O Estado tem enfrentado grandes dificuldades para manter o abastecimento humano e a agricultura irrigada dos municípios, devido aos baixos índices pluviométricos nos últimos anos e conseqüentemente a não recarga dos mananciais.

O Estado do Ceará está com o mais baixo nível médio de volume dos 153 açudes monitorados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (Cogerh), com 7% apenas da capacidade de armazenado no ano de 2017. Com todos esses dados é inevitável questionar-se quais as medidas estão sendo tomadas pelo Poder Público afim de melhor gestão do recurso hídrico disponível. Quais as campanhas estão sendo divulgadas para minimizar o desperdício por parte dos consumidores e quais políticas públicas estão sendo realizadas voltadas ao uso consciente da água.

Esses questionamentos vêm sendo acentuado a nível estadual e nacional devido aos debates relacionados a gestão operacional dos sistemas de abastecimento de água, principalmente sua distribuição e as perdas encontradas ao longo de seus trechos, com os dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), que lança anualmente as principais fontes de informações sobre o setor, intensificou o debate devido o Nordeste apresentar 46,3% de Índice de Perdas na Distribuição, ocupando o posto de segunda região do país a apresentar maior valor percentual do índice, ficando atrás somente da Região Norte, que apresentou 47,3%.

Já o Estado do Ceará apresenta um índice de 40,6%, bem acima da média nacional que é de 38,1% (Dados do SNIS 2016). Esses números são alarmantes e requer medidas a curto, médio e longo prazo para reverter essa situação afim de diminuir drasticamente as perdas nas distribuições de água dos diversos estados do Brasil.

2. OBJETIVO

Propor medidas de combate e controle de perdas, criando nos setores de abastecimentos os chamados Distritos de Medição e Controle (DMC), controlando e monitorando as pressões na Rede de Distribuição, através de equipamentos de medição, afim de elaborar propostas e ações efetivas de combate a perdas de água.

3. METODOLOGIA

São apresentados os passos nos quais devem ser tomados para assim chegar as conclusões sobre as reais e necessárias intervenções que serão uteis do ponto de vista operacional e viável do ponto de vista econômico financeiro. Os procedimentos adotados vão desde a percepção do problema até o seu monitoramento e continuidade de ações que visem diminuir as perdas físicas e equalizar as pressões na rede de distribuição de um Sistema de Abastecimento de Água.

4. PERCEPÇÃO DO PROBLEMA

A política de combate as perdas em um Sistema de Abastecimento de Água devem ser realizadas de forma sistemática, garantir a sua eficiência e eficácia da continuidade do fornecimento de água para os clientes deve ser uma meta constante da Companhia Concessionaria. Com esse pensamento, realizou-se um levantamento histórico dos setores comerciais em que apresentavam maiores índices de vazamentos, sejam eles em ramais, redes ou kit cavaletes. Diante desse fato foi identificado que os setores comerciais 01 e 08, apresentam maiores índices de vazamentos na rede, ramal e kit cavalete. Optou-se por utilizar os setores em razão, também, por estarem próximos da sede da empresa no município.

5. PLANO DE AÇÃO

Conforme a percepção do problema foi elaborado um plano de ação para implementação do Distrito de Medição e Controle (DMC), com base nos dados já levantados anteriormente, quantitativos de vazamentos executados pelas equipes e ensaios de medições de pressões em rede de distribuição.

Com essas informações levantadas, foi necessário consultar a literatura para a tomada de decisões e ações a serem planejadas e realizadas pela equipe técnica.

5.1. VERIFICAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O cadastro de redes é uma das principais informações para o desenvolvimento do diagnóstico do sistema e, conseqüentemente, para avaliação de perdas, e constitui a base fundamental para a realização de inspeções, testes e ensaios em tubulações, implantação de distritos de medição e zonas de pressão. Por este motivo, a atualização cadastral das redes de distribuição deve ser efetuada nos locais onde houver dúvida quanto à confiabilidade do cadastro existente, e principalmente, nas redes primárias e nas fronteiras dos limites entre setores e subsetores.

5.2. CONFINAMENTO DO SETOR E INSTALAÇÃO DE MACROMEDIÇÃO

Com base nas informações do Cadastro Técnico os setores de abastecimento devem está confinado, ou seja, devem receber água de uma tubulação conhecida e macromedida, para posteriores cálculos de balanço hídrico. A macromedição é o conjunto de medições realizado no Sistema de Abastecimento de Água, desde a captação de água bruta até as extremidades da rede de distribuição. Como exemplo, pode-se criar as medições de água bruta, as medições de entrada de setores de distribuição, e as medições de água entregue por atacado a outros sistemas, HEBER (2009).

A instalação do macromedidor dos setores deve ser realizada por equipe especializada, que detenham o conhecimento dos equipamentos. O macromedidor instalado foi do tipo Woltmann, esses medidores são de turbina em que esta, por seu formato helicoidal, gira numa rotação proporcional a vazão.

5.3. INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO - VRP

A utilização e instalação de Válvulas Redutoras de Pressão – VRP nas redes de distribuições de água tem sido uma ótima ferramenta de combate e controle de perdas e recomenda o seu devido uso e dimensionamento pelos Gestores Operacionais das Companhias de Saneamentos em todo o Brasil, porém deve levar em consideração que as diminuições significativas das pressões nas redes podem causar reclamações dos clientes, como também influenciar no faturamento da Companhia devido o baixo fornecimento.

Dessa forma, analisando os pontos positivos e negativos, foi instalada duas válvulas redutoras de pressão no Bairro Frecheiras, afim de controlar as pressões de jusantes.

5.4. MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO DAS AÇÕES

A manutenção das válvulas instaladas em campo é de fundamental importância para a continuidade das atividades, como também o monitoramento das pressões e vazões na rede de distribuição, após a implantação dos DMC's é realizado o gerenciamento das perdas de água, através do monitoramento desses dois parâmetros. Os efeitos positivos do gerenciamento das pressões e vazões contribuem para a redução do número de vazamentos, como também para as tomadas de decisões futuras no Sistema de Abastecimento. Usar um software livre para realizar simulações hidráulicas contribui para ações e monitoramento, como por exemplo o Software livre EPANET.

6. RESULTADOS

Os sistemas de abastecimento de água no município são operados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece. Em outubro de 2017 a Unidade de Negócio da Serra da Ibiapaba iniciou suas atividades para implementação do DMC para controle de perdas, seguindo informações com base nos dados coletados e estudados obtidos ao longo de uma série histórica. A previsão da conclusão das atividades está proposta para outubro de 2018, contudo o monitoramento deve ocorrer de forma sistemática, afim de diminuir ainda mais os índices de perdas na região. Para isso foram seguidas algumas ações para implementação e posterior monitoramento.

Levantamento dos números de vazamentos nos setores de abastecimento do Município. Estabelecer um cronograma envolvendo as pessoas necessárias para a realização das atividades necessárias para a execução de ações previamente programadas é de fundamental importância para o sucesso das atividades. Estabelecer critérios, regras e prazos tende a deixar as ações mais direcionadas e organizadas. Uma dessas atividades direcionadas é a verificação do cadastro técnico da região ou setor de abastecimento que se quer trabalhar. Logo após, foram identificados os dados técnicos da área, tais como diâmetro e material da tubulação de entrada, extensão de rede, número de ligações e consumo mensal dos clientes dentro da área delimitada. Também são necessários a identificação das pressões máxima, mínima e média e as vazões máxima, mínima e média. Para isso foram instalados equipamentos de medição de pressão.

Os estudos de pressões foram realizados através de medidores, com taxa de aquisições a cada uma hora em um intervalo mínimo de 24 horas.

Inicialmente foram dimensionadas e projetadas as instalações de macromedidores de vazão na entrada do setor de abastecimento de água, como também as válvulas redutoras de pressão (VRP's,) pois devido às questões de topografia do município de Tianguá, principalmente nos setores em questão e por existirem grandes desníveis geométricos dentro do perímetro atendido pelas redes de distribuição de água, como o objetivo de equalizar as pressões em ambos setores, foram instaladas as Válvulas Redutoras de Pressão (VRP's)

Logo após iniciaram-se os estudos visando a redução de pressão em pontos do sistema de distribuição que possuíam pressões elevadas. Dessa forma, foram projetadas novas VRP's para possibilitar a redução de pressão nestas áreas, sendo que as mesmas já foram projetadas prevendo a instalação de macromedidores de vazão, possibilitando a redução de pressão.

A gestão atual das perdas de água no município de Tianguá no Ceará, com a utilização do DMC nos setores de abastecimento de água I e VIII, traz resultados significativos através da gestão das vazões e pressões no DMC. Verifica-se que os vazamentos em redes de água tendem a darem uma queda significativa no período, fato esse que teve uma contribuição significativa devido a implantação do DMC, pois as alterações nas pressões no DMC, que poderiam gerar um número maior de vazamentos, passaram a ser identificadas com o monitoramento dos mesmos. Quanto aos vazamentos em ramais de água, pode-se observar que os mesmos se mantiveram praticamente estáveis, necessitando de ações estruturais como a substituição de ramais, para que possa ocorrer uma redução significativa no número

7. CONCLUSÕES

A implementação do Distrito de Medição e Controle – DMC, como ferramenta de equalização de pressões na Rede de Distribuição de Água e Combate as Perdas, é uma proposta de projeto de intervenção e já está em andamento na Cidade de Tianguá, esse estudo e monitoramento das ações e os resultados futuros servirá como base para futuros projetos nos Sistemas de Abastecimento de Água, onde as Empresas de Saneamento são detentoras das Concessões Municipais ou Estaduais, poderão otimizar e adequá-los dentro de suas realidades.

Com a implementação dessas ações espera-se usar essa ferramenta como equalização de pressões na rede de distribuição de água e combate as perdas, usando conceitos e instrumentos que ajudarão a diminuição de perdas de água na rede de distribuição.

O aprofundamento das ações de combate as perdas reais e aparentes nos Sistemas de Abastecimento de Água nas Empresas de Saneamento fazem-se necessário, como também internalização dessas atividades. A capacitação profissional dos técnicos envolvidos é de fundamental importância, como também a reciclagem constante dos profissionais. Criar indicadores voltados a perdas nas redes de distribuição é uma ferramenta estratégica para as atividades permanecerem constantes. A disseminação da ideia com todos os funcionários da Companhia torna o trabalho mais conhecido, do Diretor aos operadores, todos precisam se sentirem envolvidos e agente ativos dessas ações.

Outro ponto bastante relevante para a viabilidade econômica financeira é garantir o orçamento no planejamento estratégico da Empresa, sem investimento direcionados as atividades e ações relacionadas as perdas serão comprometidas, visto que os equipamentos e instrumentos utilizados são bastantes específicos, como macro medidores, estações piezométricas, válvulas redutoras de pressão, peças e conexões de PVC e/ou ferro fundido. Para analisar a viabilidade de implantação do projeto devem ser avaliados também os aspectos financeiros e técnicos do projeto.

De acordo com Viana (2015) a análise de viabilidade econômica e financeira de um projeto em recursos hídricos, nada mais é do que analisar a viabilidade do investimento. Contudo, segundo o autor, difere de um projeto da iniciativa privada, em que o interesse do empresário é maximizar seu retorno, já um projeto na área de recursos hídricos deve elevar ao máximo o benefício líquido para a sociedade.

Esse projeto está sendo executado com recursos próprios da Empresa de Saneamento detentora da concessão no município de Tianguá, a mão de obra, equipamentos, instrumentos e maquinários usados para a implantação do projeto e o financiamento foi garantido pelo planejamento anual. A Empresa de Saneamento conta com corpo técnico capacitado para elaborar e executar o projeto proposto, possui vários técnicos em diversas áreas do conhecimento, como engenheiros civis, tecnólogos em saneamento, químicos e especialistas em engenharia ambiental, além de técnicos/médio operacionais.

Portanto, do ponto de vista técnico e financeiro esse projeto se mostra viável, pois a Companhia possui todos os recursos para executar o projeto. Também é possível do ponto de vista socioambiental, uma vez que irá prevenir as perdas de água, preservando assim os recursos hídricos da Cidade

REFERÊNCIAS

- [1] FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará, Fortaleza, 2017
- [2] GOLÇALVES, Elton; LIMA, Celso Vieira de. Guias Práticos: Técnicas de Operação em Sistemas de Abastecimento de Água: Controle de pressões de válvulas reguladoras de pressão. Brasília: Posigraf, 2007. 62 p.
- [3] GOMES, Heber Pimentel; BEZERRA, Saulo de Tarso Marques. Documento Técnico de Apoio Macromedição. 3ª ed. Paraíba: Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba, 2009. 200 p
- [4] GOMES, Heber Pimentel; BEZERRA. Sistema de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Rede e Elevatórias. 3ª ed. Paraíba: Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba, 2009. 277 p.
- [5] GONÇALVES, E. Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água: Estudo de Caso da CAESB. 1998. 173 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1998
- [6] INSTITUTO TRATA BRASIL - Ranking do Saneamento - Resultados com Base no SNIS 2013, 2015.
- [7] IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONOMICA DO CEARÁ. Perfil Municipal Tianguá 2017.
- [8] MIRANDA, E. C. Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas e Metodologias para Análise de Confiabilidade. 2002. 200 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2002
- [9] NETTO, Jose Martiniano De Azevedo. Manual de Hidráulica. 9ª ed. São Paulo: Blucher, 2015.
- [10] PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: DIAGNÓSTICO, POTENCIAL DE GANHOS COM SUA REDUÇÃO E PROPOSTAS DE MEDIDAS PARA O EFETIVO COMBATE. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2013.
- [11] SISCOPE – Sistema de Controle de Perdas – Companhia de Água e Esgoto do Ceará – 2017
- [12] SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – Base 2016, 2018.

Capítulo 20

Identificação de terras para uso agrícola com auxílio de ferramentas de sensoriamento remoto

Ana Clara de Barros

Amanda Aparecida de Lima

Zacarias Xavier de Barros

Resumo: A implantação de culturas agrícolas de maneira errônea causa grandes impactos ao meio ambiente, pois a prática agrícola está completamente voltada para as condições ambientais, em razão disso, torna-se indispensável estudos e conhecimentos específicos das áreas a serem aproveitadas para alcançar safras produtivas e sem grandes impactos ao meio ambiente, por isso a necessidade do conhecimento da aptidão agrícola das terras. Com isso, objetivou-se com esse trabalho mapear o uso atual das terras e avaliar a adequação destes usos em relação à aptidão agrícola das terras por meio de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A metodologia adotada para a classificação das terras para o uso agrícola foi o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícolas das Terras e aplicou-se as ferramentas de sensoriamento remoto e geotecnologias, analisando fatores importantes como, uso e ocupação da terra, declividade do terreno, classes de solos e dados climáticos. Os fatores ponderados foram padronizados para realizar a normalização das unidades dos mapas, para poder gerar a álgebra de mapas. Esses procedimentos técnicos e os fatores considerados mostraram-se competentes para o mapeamento da aptidão agrícola das terras, possibilitando afirmar que a área de estudo se apresenta apta em quase sua totalidade para o uso agrícola.

Palavras-Chave: Aptidão agrícola, planejamento agrícola, geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da aptidão agrícola possibilita realizar um planejamento local, pois auxilia no conhecimento do ambiente, como as determinações do uso e ocupação da terra, avaliando as potencialidades e limitações dessas áreas. Auxilia no suporte técnico, colabora com a racionalidade dos recursos naturais, manejo e conservação dos solos (BARROS, 2017).

De modo a realizar procedimentos como esse, a metodologia utilizada para a classificação das terras para o uso agrícola pode ser o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola (PEREIRA et al., 2006). Esse estudo foi introduzido no Brasil na década de sessenta (BENNEMA et al., 1964), para a classificação do potencial das terras para a agricultura tropical. Essa metodologia tem dois tipos de classificação, a técnica e a interpretativa, onde as terras são associadas conforme suas potencialidades (PEREIRA et al., 2006).

A classificação da aptidão agrícola das terras contribui na gestão territorial do agronegócio, pois associa os recursos naturais à produtividade, e assim, auxilia na conservação e sustentabilidade agroambiental (VALLADARES et al., 2007). Frente a isso, para avaliar o potencial de uma determinada área ou região para os cultivos de culturas agrícolas em condições naturais do ambiente, é necessário dar importância há duas condições, as exigências da cultura em relação ao solo e as condições climáticas da região (MARQUES et al., 2010)

Dessa forma, o potencial de aptidão agrícola e a forma apropriada de aproveitamento das terras, possuem um fator importante para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, silviculturas, agroflorestais e extrativista, auxiliando na produção e na redução da deterioração das terras. Contudo, estudos como esse possibilitam um planejamento agrícola em várias escalas na tomada de decisão, sendo elas microrregional, regional ou local (DELARME LINDA, 2011).

Os produtos gerados por meio da avaliação de potencial agrícola são os mapas de aptidão agrícola que, empregues na avaliação do uso e ocupação das terras e aplicados no planejamento agrícola, possibilitam analisar as áreas com uso adequado, subutilizadas ou que suportariam a intensificação do uso (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995; VALLADARES et al., 2007).

Com o auxílio das ferramentas das geotecnologias, é possível elaborar um banco de dados com extenso número de fatores, os quais são cruzados às informações, conforme o método aplicado, possibilitando uma gama de dados cartográficos detalhados, fazendo com que a subjetividade seja limitada nos produtos gerados (MIGUEL et al., 2011).

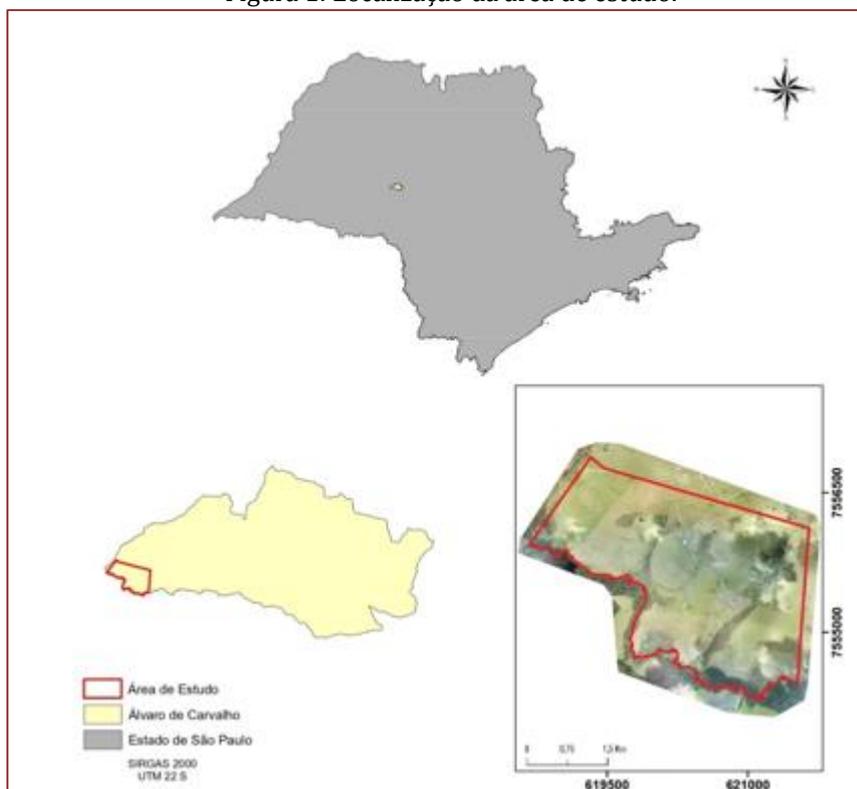
Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho mapear o uso atual das terras e avaliar a adequação destes usos em relação à aptidão agrícola das terras por meio de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo possui uma extensão de 425,72 ha e localiza-se no município Álvaro de Carvalho – SP (Figura 1), localizado nas coordenadas geográficas, latitude 22° 05' 01" Sul, longitude 49° 42' 56" Oeste. Possui uma área de 153,662 km² e uma população estimada em 5.227 habitantes. O município é caracterizado pela predominância do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autores, 2020.

2.2 FATORES ANALISADOS

Para a geração do mapa da aptidão agrícola foram analisados alguns fatores muito importantes, sendo eles uso e ocupação da terra, declividade do terreno, classes de solos e informações climáticas.

Os fatores indicativos selecionados para a realização do mapeamento da aptidão agrícola das terras foi baseado nos estudos realizados pelos autores Ramalho Filho e Beek (1995).

2.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

A delimitação dos diversos usos e ocupação da terra viabilizou obter uma interpretação das principais atividades realizadas na área de interesse (Figura 2) e suas áreas (Tabela 1).

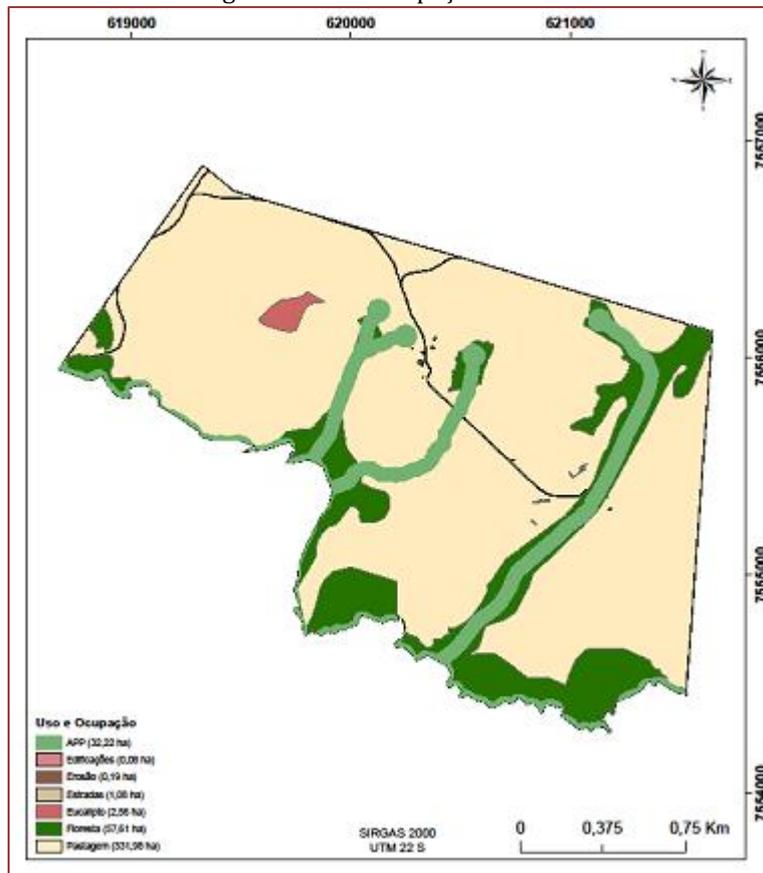
O fator uso e cobertura da terra foi alcançado por meio de interpretação visual das imagens RGB (*red, green, blue*) de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), datada do dia 20 de maio de 2019 e com resolução espacial de 8,94 cm, onde foram vetorizados polígonos sobre cada classe de uso.

Tabela 1: Uso e ocupação da terra e suas respectivas áreas.

Uso e ocupação da terra	Área há %	
APP	32,22	7,57
Edificações	0,08	0,02
Erosão	0,19	0,04
Estradas	1,08	0,25
Eucalipto	2,56	0,60
Floresta	57,61	13,53
Pastagem	331,98	77,99
Total	425,72	100

Fonte: Autores, 2020.

Figura 2: Uso e ocupação da terra.



Fonte: Autores, 2020.

2.4 DECLIVIDADE DO TERRENO

Para a efetivação do Modelo Digital do Terreno foi utilizado o MDE (modelo digital de elevação) obtido pelo imageamento do VANT, no qual foi possível gerar um mapa de superfície no formato *raster*, contendo as áreas de declividade, e que em seguida foi classificado segundo os parâmetros da Embrapa (2013), em intervalos de seis classes, sendo elas 0-3% (plano), 3-8% (suave ondulado), 8-20% (ondulado), 20-45% (forte ondulado), 45-75% (montanhoso) e >75% (escarpado).

2.5 CLASSES PEDOLÓGICA

O mapa pedológico foi adquirido por meio do recorte feito para as classes de solos existentes na área de estudo, de acordo com o levantamento pedológico do estado de São Paulo 2017, com escala 1:250.000 (ROSSI, 2017).

2.6 INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS

Tanto o mapa térmico quanto o pluviométrico foram elaborados com dados de temperatura e pluviosidade médios para 30 anos. Aplica-se um período histórico, pois o clima é caracterizado pelos valores médios correspondentes a um número de anos para identificar o valor predominante daquela localidade (BARROS, 2017).

Foram coletados esses dados históricos de temperatura e precipitação dos municípios em questão e dos vizinhos, para geração de mapa com dados mais precisos. Por meio desses valores foi realizada a interpolação pelo inverso da distância (IDW).

2.7 ÁLGEBRA DE MAPAS

Antes de realizar a álgebra de mapas é necessário realizar a padronização dos fatores, para normalização das unidades dos mapas. Pois na geração dos mapas, cada um possui uma unidade, por exemplo, a declividade apresenta-se em porcentagem, os solos uma unidade temática qualitativa, a temperatura em graus Celsius e a pluviosidade em milímetros. Desse modo, se faz necessário aplicar uma escala comum de valores para que possam ser associados a fim de gerar um mapa final de aptidão, nesse caso as classes de cada fator foram padronizadas para uma escala comum de 1 a 4, sendo 1 para mais importante e 4 para menos importante.

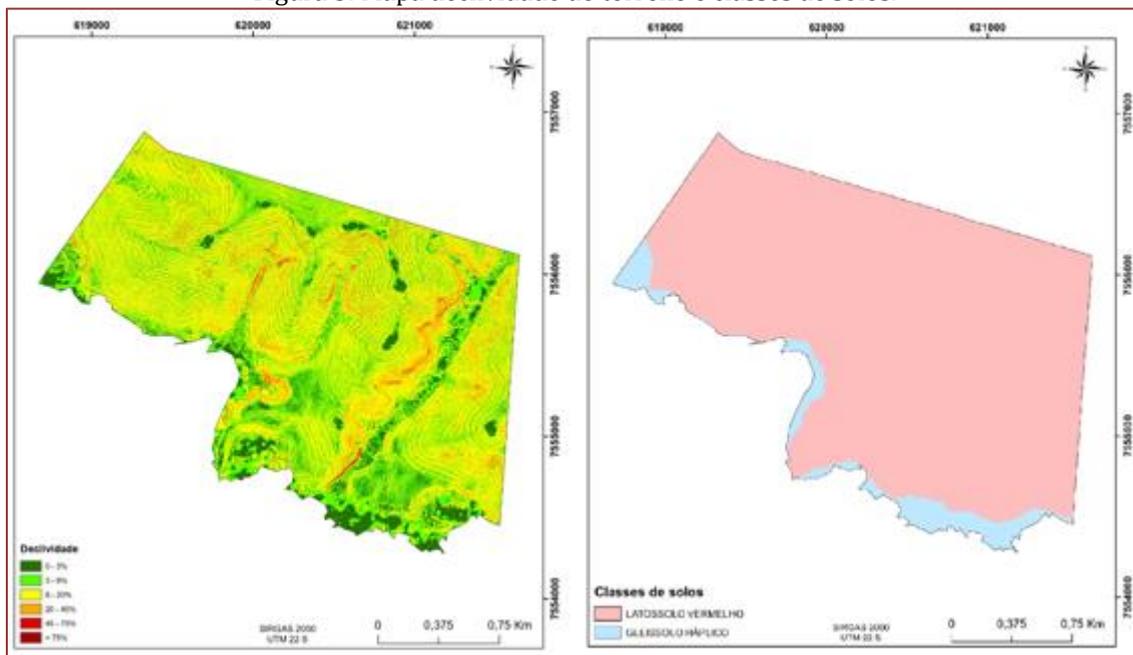
Após a padronização dos fatores é realizado a álgebra de mapas, utiliza-se a calculadora *raster*, adiciona todos os mapas e realiza a somatória, em seguida classifica-se o mapa final em classe alta, média, baixa e restrita aptidão agrícola.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se obter uma agricultura mais viável e sustentável é necessário estudos e informações sobre o meio natural para se orientar, realizar um planejamento adequado e verificação de áreas próprias para determinados usos. Nesse caso, os fatores mais importantes levados em consideração são os tipos de solos encontrados na área e a declividade do terreno, por serem fatores limitantes para uma rentável produção agrícola sem maiores danos ao meio ambiente.

Sendo assim, na Figura 3 encontram-se os mapas de declividade do terreno e o pedológico. No mapa de declividade podemos observar que as classes mais representativas, são as três primeiras, que totalizam 98,12% da área total. E o mapa pedológico está identificando duas classes de solos, sendo elas, LATOSSOLO VERMELHO e GLEISSOLOS HÁPLICOS.

Figura 3: Mapa declividade do terreno e classes de solos.



Fonte: Autores, 2020.

Na Tabela 2 estão retratadas as classes de declividade do terreno e a quantidade de área que cada uma corresponde.

Tabela 2: Classes de declividade e suas respectivas áreas.

Classes de declividade	Área	
	ha	%
0 – 3%	65,81	15,46
3 – 8%	182,76	42,94
8 – 20%	169,12	39,72
20 – 45%	7,76	1,82
45 – 75%	0,26	0,06
>75%	0,01	0,00
Total	425,72	100

Fonte: Autores, 2020.

A declividade do terreno possibilita obter um maior detalhamento da aptidão agrícola das terras, pois permite uma análise de fatores limitantes como, susceptibilidade à erosão e impedimento a mecanização (VALLADARES et al, 2008).

Segundo Pereira (2002), para mecanização de áreas agrícolas, é conceituado que áreas com declividade acima de 20% são consideradas inadequadas em qualquer época do ano.

Na Tabela 3 é possível averiguar qual a porcentagem de área representada por cada classe de solo encontrada na área de estudo.

Tabela 3: Classes de solos e suas referentes áreas.

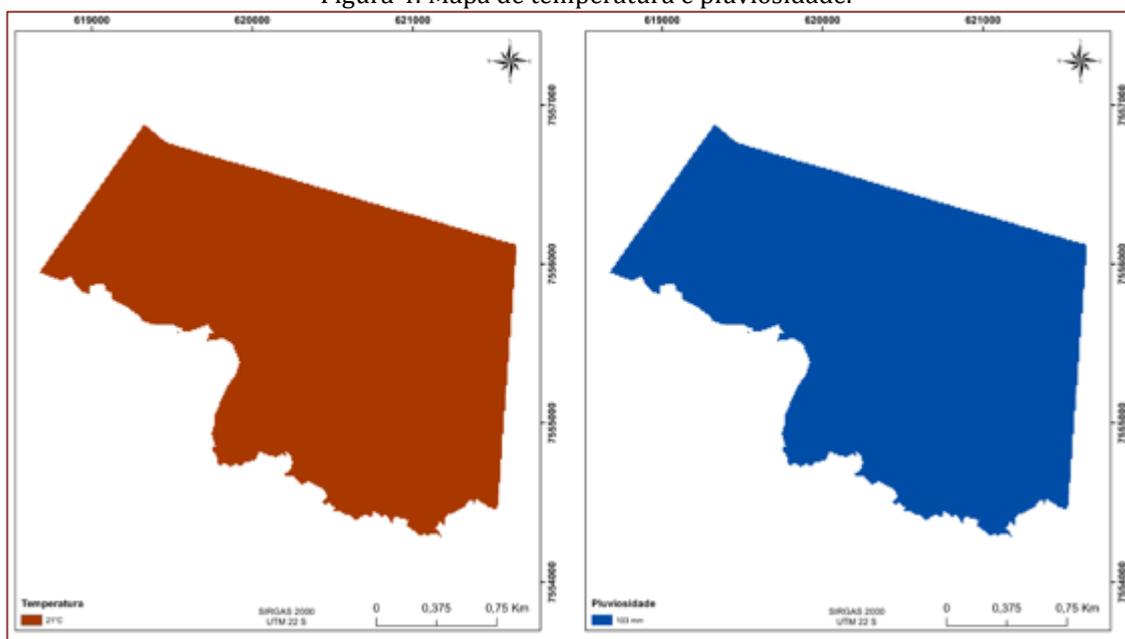
Classes de solos	Área	
	ha	%
GLEISSOLO HÁPLICO	26,37	6,20
LATOSSOLO VERMELHO	399,35	93,80
Total	425,72	100

Fonte: Autores, 2020.

A classe pedológica caracterizada pelos LATOSSOLOS, expressam alto potencial para o uso agrícola relacionado as suas condições físicas e pelo aspecto de relevos mais suaves. Já a classe de solos GLEISSOLOS, evidenciam restrições para o uso agrícola, pois geralmente se encontram localizados em áreas com a presença de lençol freático, onde ocorre grandes riscos de alagamentos ou inundações (EMBRAPA, 2018).

Na Figura 4 estão expostos os mapas climáticos, com as informações de temperatura e pluviosidade.

Figura 4: Mapa de temperatura e pluviosidade.



Fonte: Autores, 2020.

Foram empregues valores de dados climáticos do município em questão e dos municípios vizinhos, para assim, poder obter um resultado mais preciso. Em estudos com áreas maiores, como municípios, pode-se encontrar oscilações nos valores, mas como se trata de uma área pequena, há apenas uma classe de temperatura e pluviosidade, como podemos verificar na figura acima e constatar na Tabela 4.

Tabela 4: Dados climáticos e suas referentes áreas.

Classes de solos	Área	
	ha	%
Temperatura	425,72	100
Pluviosidade	425,72	100

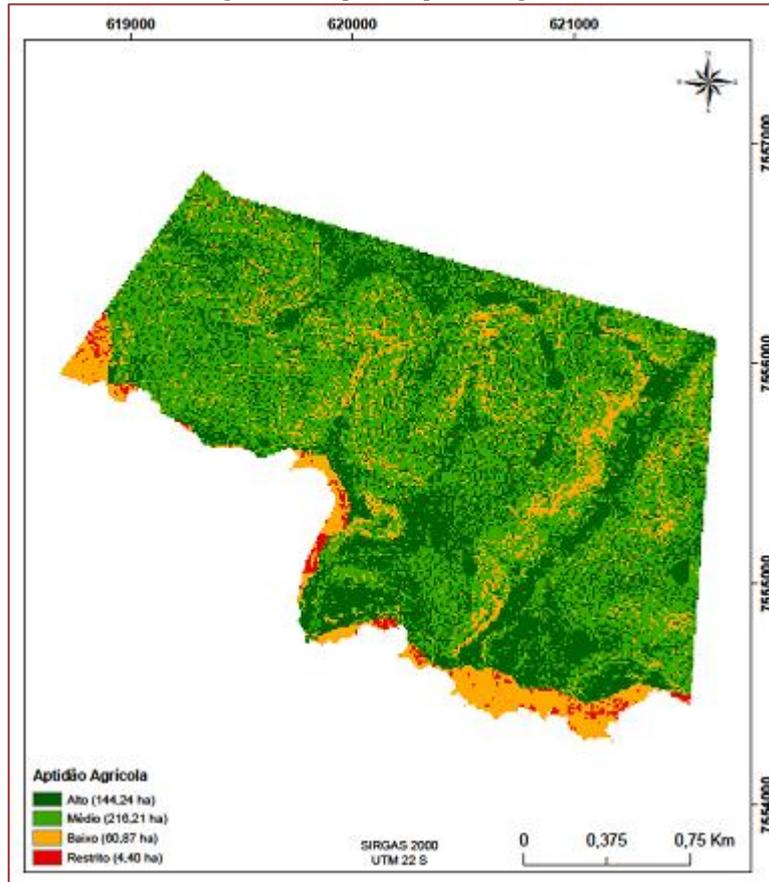
Fonte: Autores, 2020.

A disponibilização de mapas de aptidão climática para culturas anuais, nomeadas como zoneamentos climáticos, contribui para importantes tomadas de decisões como recomendações práticas, prevenção e controle das fitopatologias, que auxiliarão de base para a elaboração de políticas públicas destinadas ao setor agrícola (SILVA et al, 2013).

Seguindo o mesmo conceito, as informações das condições climáticas específicas de um determinado município ou área de interesse, contribui com dados úteis para a maximização da produção das culturas anuais, maior adaptabilidade das culturas selecionadas de modo a garantir maior retorno dos investimentos a médio e longo prazos aos produtores, colaborando para uma agricultura mais sustentável (NUNES et al, 2007).

Com a conjunção dos fatores analisados (declividade do terreno, classes pedológicas e dados climáticos) por meio do método álgebra de mapas em ambiente SIG, possibilitou a elaboração do mapa de aptidão agrícola. As classes de aptidão agrícola foram classificadas em quatro classes, sendo elas, alta, média, baixa e restrita (Figura 5).

Figura 5: Mapa de aptidão agrícola.



Fonte: Autores, 2020.

Em seguida segue a Tabela 5, com as classes de aptidão agrícola e seus referentes valores.

Tabela 5. Classes de aptidão agrícola e suas respectivas áreas.

Classes de aptidão agrícola	Área	
	ha	%
Alta	144,24	33,88
Média	216,21	50,79
Baixa	60,87	14,30
Restrita	4,40	1,03
Total	425,72	100

Fonte: Autores, 2020.

As áreas classificadas com alto e médio grau de aptidão agrícola representam 84,67% da área de interesse, que ocupam cerca de 360,45 ha. São as áreas com o potencial mais elevado para a produção de culturas anuais, pois apresentam solo do tipo LATOSSOLO VERMELHO, que são considerados adequados para produção agrícolas e terrenos com declive até 20%, que são as áreas aceitáveis para a mecanização agrícola.

As regiões que caracterizam a classe com baixa aptidão agrícola são áreas que se encontram os dois tipos de solos o LATOSSOLO VERMELHO e o GLEISSOLO HÁPLICO, o que mais interfere nessas localidades é a declividade do terreno, que estão acima dos 20% de declive, o que inviabiliza o uso de maquinários agrícolas.

As zonas correspondentes à restrição estão localizadas em áreas com declive acima de 20% e possuem solo GLEISSOLO HÁPLICO, que apresentam características inadequadas para a produção agrícola.

4. CONCLUSÃO

É possível averiguar por meio do mapa final que o método aplicado e os fatores analisados mediante as ferramentas das geotecnologias e sensoriamento remoto, apresentaram resultados satisfatórios, possibilitando a utilização dessas técnicas para o zoneamento do potencial agrícola com informações mais precisas. Portanto, os resultados desse estudo fornecerão dados para realizar um planejamento mais apropriado para as áreas de cultivo agrícola.

REFERÊNCIAS

- [1] BARROS, A. C. Análise multicritério aplicada ao zoneamento agrícola do município de Itaberá-SP. 2017. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- [2] BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. FAO, mimeografado, 1964. 49 p.
- [3] DELARME LINDA, E. A. Aplicação de sistemas de avaliação da aptidão agrícola em solos do Estado do Acre. 2011. 141f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.
- [4] EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013.
- [5] EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Solos tropicais, 2018. Acesso em 02 de abril de 2020. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/Abertura.html
- [6] IBGE - Instituto Brasileiro DE Geografia E Estatística (2016). Informações completas. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=352580&search=saopaulo|julio-mesquita|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- [7] MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o estado de Alagoas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33, p. 1-4. Uberlândia, 2010. Anais...Uberlândia: RBCS, 2010.

- [8] MIGUEL, P.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A.; SAMUEL-ROSA, A.; MEDEIROS, P. S. C.; MOURA-BUENO, J. M.; BALBINOT, A. Solo e dinâmica de ocupação das terras em áreas do rebordo do planalto do rio grande do sul. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.17, n.4-4, p.447-455, 2011.
- [9] NUNES, E. L.; AMORIM, R. C. F.; SOUZA, W. G.; RIBEIRO, A.; SENNA, M. C. A.; LEAL, B. G. Zoneamento agroclimático da cultura do café para a Bacia do Rio Doce. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 297-302, 2007.
- [10] PEREIRA, L. C.; SILVEIRA, M. A.; LOMBARDI NETO, F. Agroecologia e aptidão agrícola das terras: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 2006.
- [11] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPQ, p. 65, 1995.
- [12] ROSSI, M. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017, v. 1, p. 118, 2017.
- [13] SILVA, K. R.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. O. Zoneamento edafoclimático para a cultura da seringueira no Espírito Santo. Irriga, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2013.
- [14] VALLADARES, G. S.; HOTT, M. C.; QUARTAROLI, C. F. Aptidão agrícola das terras do nordeste do estado de São Paulo. Circular Técnica 15. Embrapa CNPM, 2008.
- [15] VALLADARES, G. S.; QUARTAROLI, C. F.; HOTT, M. C.; MIRANDA, E. E. de; NUNES, R. S.; KLEPKER, D.; LIMA, G. P. Mapeamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, p. 25, 2007

Capítulo 21

Uso de Tillandsia usneoides como biomonitor na avaliação da qualidade do ar em três bairros do município de Paracambi/RJ

Michele Cagnin Vicente

Daniel Vazquez Figueiredo

Nilson Nunes Tavares

Marcelo Marcio Silva de Souza

Resumo: A concentração de poluentes na atmosfera pode ser medida mediante equipamentos específicos, contudo, estes demandam custo elevado de implantação, operação e manutenção. Algumas espécies vegetais são ditas biomonitoras da qualidade do ar, uma vez que são capazes de acumular influências antrópicas sem demonstrar danos passíveis de serem reconhecidos em um curto espaço de tempo, mas que permitem extrair dados quantitativos e mensuráveis. O presente trabalho teve por objetivo o uso da espécie *Tillandsia usneoides*, uma epífita da família Bromeliaceae, como biomonitor acumulativo em três bairros (Fábrica – Área 1; Centro – Área 2 e Lages Área 3) do município de Paracambi/RJ. Avaliou-se a presença de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn) na atmosfera das três áreas estudadas. Para essa avaliação foram montadas cestas para exposição das amostras da bromélia às condições atmosféricas pelo período de 30 e 60 dias, em seguida estas foram analisadas pelo método de espectrometria de absorção atômica em chama. Os elementos Cd, Pb e Zn foram os que apresentaram aumento, em algumas das áreas analisadas, quando comparados com a amostra controle, correlacionando esses elementos com os elementos que podem ser emitidos por veículos, pode-se justificar que esses resultados sejam consequência de emissões veiculares. Este trabalho sugere que a espécie *Tillandsia usneoides* pode ser utilizada na avaliação da qualidade do ar em ambientes urbanos.

Palavras-chave: Bromeliaceae; Epífitas; Biomonitoramento; Poluição atmosférica.

1. INTRODUÇÃO

O lançamento contínuo de grandes quantidades de substâncias poluentes na atmosfera está ocasionando modificações nas condições ambientais de forma a alterar o equilíbrio ecológico, o que inclui a perda da biodiversidade, e ainda o comprometimento da saúde humana, por isso a qualidade do ar tornou-se um problema ambiental dos mais significativos. Atualmente, a preocupação com a qualidade do meio ambiente não se limita apenas com gases poluentes como óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2) e ozônio troposférico (O_3), mas também com o número crescente de metais pesados na poluição particulada (DERISIO, 2007).

Assim, torna-se necessário um monitoramento constante e eficaz para que se obtenham dados confiáveis sobre a qualidade do ar (COCCARO, 2001). Em algumas cidades existem sistemas de monitoramento sofisticados, no entanto, demandam custo elevado de implantação, operação e manutenção. Uma forma de minimizar esses custos seria pela adoção complementar do biomonitoramento, que em escalas quantitativas e qualitativas podem nos fornecer índices de poluição atmosférica. Existem dois tipos de biomonitoramento: o biomonitor sensível, que é aquele que modifica seu comportamento padrão (densidade, modificações morfológicas, alterações comportamentais, entre outros) em relação ao meio; e o biomonitor acumulativo, aquele que acumula influências antrópicas sem demonstrar danos passíveis de serem reconhecidos em um curto espaço de tempo, mas que permitem extrair dados quantitativos e mensuráveis (PAULA, 2010).

A espécie *Tillandsia usneoides* (nome popular: barba-de-velho), é uma planta epífita da família Bromeliaceae, capaz de captar água e nutrientes diretamente da atmosfera. Assim, é um excelente modelo para monitorar a qualidade ambiental, pois pode absorver e acumular poluentes atmosféricos e indicar o grau de interferência antrópica no meio (ELIAS et al, 2006).

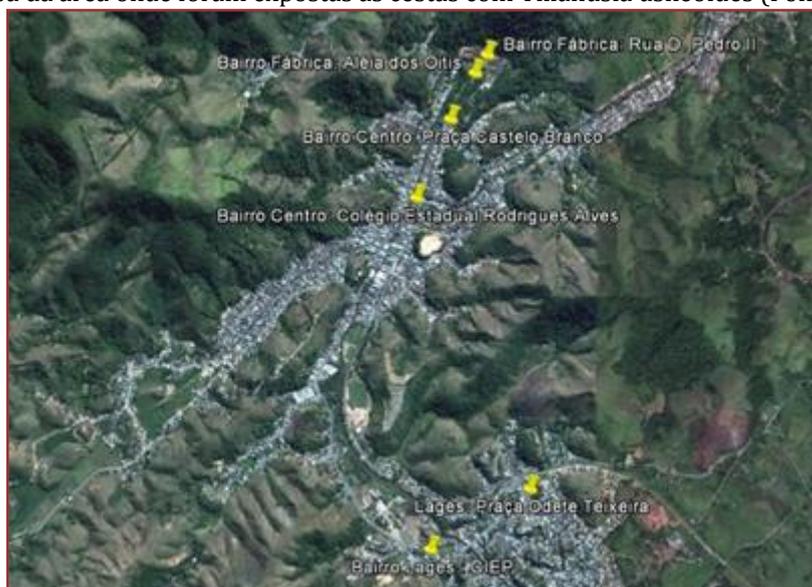
Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo utilizar a espécie *Tillandsia usneoides* como biomonitor acumulativo para averiguar a presença de metais pesados na atmosfera em três bairros (Fábrica, Centro e Lages) do município de Paracambi/RJ.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Paracambi-RJ está localizado entre a Baixada Fluminense e o Sul Fluminense, com aproximadamente uma área de 180 Km^2 e 47.124 habitantes (IBGE, 2010). O município integra a região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, localizando-se a cerca de 80 km da capital. A classificação do clima, segundo Köppen e Geiger, é Aw, possui altitude de 65 m., pluviosidade média anual de 1454 mm. e temperatura média anual de 23,3°C (CLIMATE-DATA.ORG., 2012).

Em consideração a uma distribuição geográfica abrangente, optou-se por três bairros que apresentaram, por observações empíricas, diferentes fluxos de trânsito veicular: o bairro Fábrica (Área 1) com menor fluxo veicular, composto em sua maioria por moradores, estudantes e trabalhadores locais; o bairro Centro (Área 2) com maior fluxo de automóveis em relação ao bairro anterior, pois representa a principal rota de trânsito da cidade; e o bairro de Lages (Área 3) que fica entre duas vias de acesso à Rodovia Presidente Dutra, a RJ 127 e a Estrada Alziro Zarur, portanto, com trânsito veicular mais pesado e contínuo, com fluxo veicular de toda região. Os pontos de fixação das plantas, em cada bairro, foram definidos através de Amostragem Sistemática, onde a primeira unidade foi definida de forma arbitrária e em seguida, as demais unidades amostrais foram alocadas em intervalos regulares (Figura 1).

Figura 1. Mapa da área onde foram expostas as cestas com *Tillandsia usneoides* (Fonte: Google Earth).



A espécie biomonitora *Tillandsia usneoides* foi coletada no bairro Ecologia no município de Seropédica. Para a avaliação da presença de metais pesados na atmosfera foram montadas cestas (Figura 2), para exposição das amostras das plantas as condições atmosféricas nas três áreas estudadas do município de Paracambi.

Figura 2. Modelo das cestas contendo *Tillandsia usneoides* confeccionadas e utilizadas no experimento (Fonte: Autora).



As cestas foram feitas de tela de polietileno (malha de 2 cm) e tratadas com solução de HCl 0,1 mol/L por 15-30 min. aproximadamente. As mesmas contaram com uma proteção de acrílico (20x30 cm) para evitar o contato direto com a água da chuva.

Duas cestas contendo aproximadamente 20 g de amostra foram penduradas a uma altura de 2 m, em cada uma das três áreas amostrais definidas, totalizando doze cestas. Uma amostra de cada ponto foi retirada nos intervalos de 30 e 60 dias e acondicionadas a 4°C, para posterior análise. Para as análises controle, foram separadas aproximadamente 20 g da *Tillandsia usneoides* antes da exposição. Estas foram acondicionadas adequadamente para posterior análise.

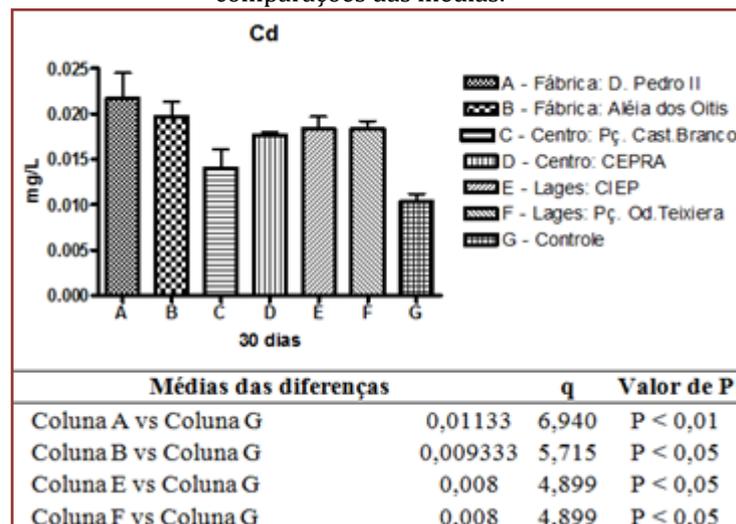
As amostras foram analisadas no laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca do IBCCF/UFRJ onde alíquotas das plantas foram picotadas com tesoura (para cada diferente amostra o instrumento era esterilizado com álcool). Pesou-se cerca de três gramas para cada amostra, de onde foram feitas triplicatas de cada uma delas, resultando em 36 amostras. Em seguida foram levadas para forno mufla a 450°C pelo período de 48h. Ao serem retiradas do forno mufla foram colocadas em placa quente com aproximadamente 100°C, e imediatamente cada uma das amostras recebeu cerca de 5 mL de Ácido Nítrico concentrado para digestão das amostras, o ácido foi evaporado em torno de 20-30 min. aproximadamente. Em seguida, resuspendeu-se com 36 ml de Ácido Clorídrico 0,1 eqg/L, sendo 1 mL para cada amostra. As amostras foram levadas para análise pelo método de Espectrometria de absorção atômica em chama. A leitura foi feita com aparelho de marca VARIAN modelo AA240FS, cujo programa funcional é o SpectrAA, a fim de se estimar a presença ou não de metais pesados. Os resultados obtidos foram tratados com o auxílio do software Graphpad Prism 5; para as análises estatísticas foi empregado o teste de Tukey com 95% de intervalo de confiança ($p < 0,05$). O procedimento adotado para o preparo e análise das amostras foi baseado no trabalho de (CALASANS & MALM, 1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da concentração dos elementos de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn nos tecidos de *Tillandsia usneoides* estão apresentados nas Figuras de 2 a 16. Todos os resultados representam a média com desvio padrão.

Os resultados das análises quantitativas de Cd em 30 dias estão expostos na Figura 3. Esses resultados revelaram que os níveis de Cd foram significativamente maiores nas amostras do bairro Fábrica e do bairro de Lages, nos dois pontos amostrais. Os resultados das amostras de 60 dias para esse elemento não foram realizados.

Figura 3. Análise quantitativa de Cádmio em 30 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Os teores de Cr apresentaram uma tendência à diminuição em 30 dias de análise (Figura 4). Este resultado foi confirmado com as análises de 60 dias, que demonstraram diminuição significativa do elemento nas amostras dos três bairros analisados em relação ao controle (Figura 5).

Figura 4. Análise quantitativa de Cromo em 30 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.

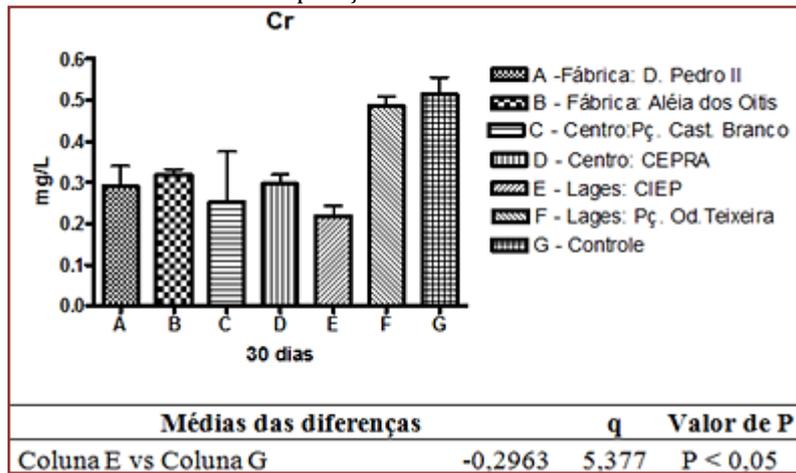
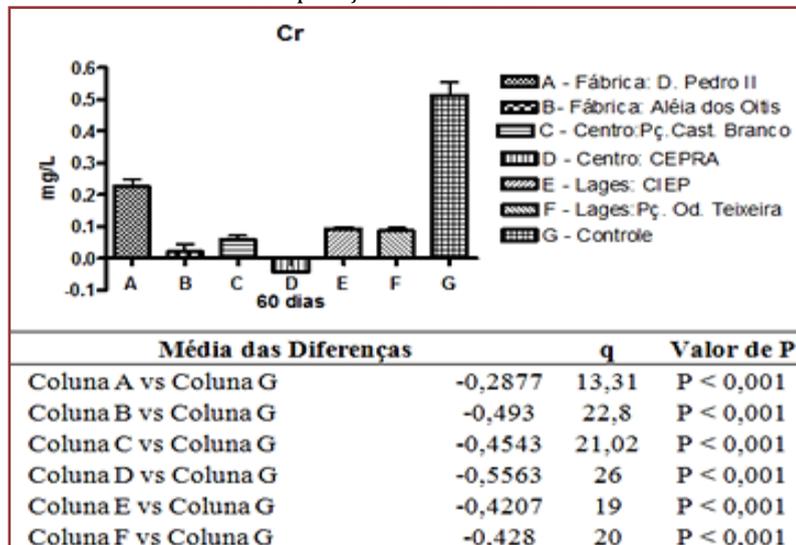
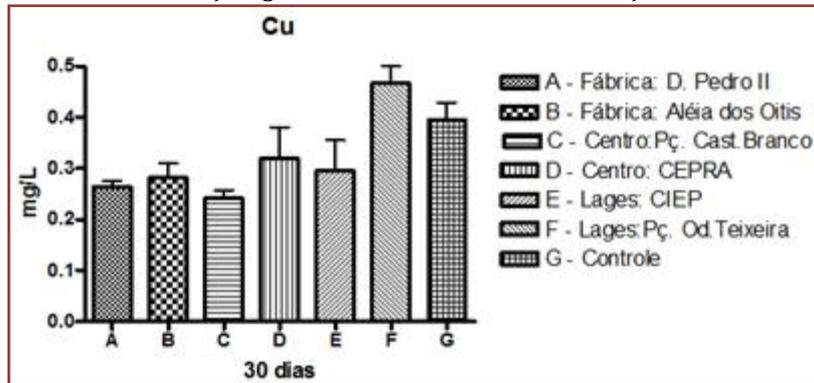


Figura 5. Análise quantitativa de Cromo em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Com relação ao Cu, durante o tratamento de 30 dias, não foi verificada diferenças significativas nas concentrações do elemento nas diferentes áreas analisadas em relação ao controle (Figura 6).

Figura 6. Análise quantitativa de Cobre em 30 dias nos 03 bairros. No teste de Tukey não foi encontrada nenhuma diferença significativa das amostras em relação ao controle.



Entretanto, no tratamento de 60 dias foi verificada a diminuição da concentração de Cu nas amostras dos bairros Fábrica e Centro, conforme exposto na Figura 7. Da mesma forma que ocorreu com o Cu, para o Fe não houve diferenças significativas na concentração do elemento nas amostras de 30 dias, nos três pontos analisados (Figura 8).

Figura 7. Análise quantitativa de Cobre em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.

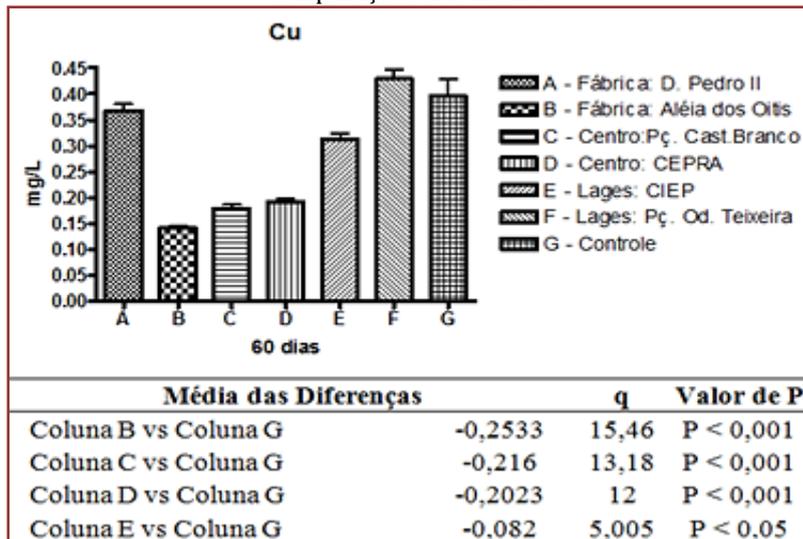
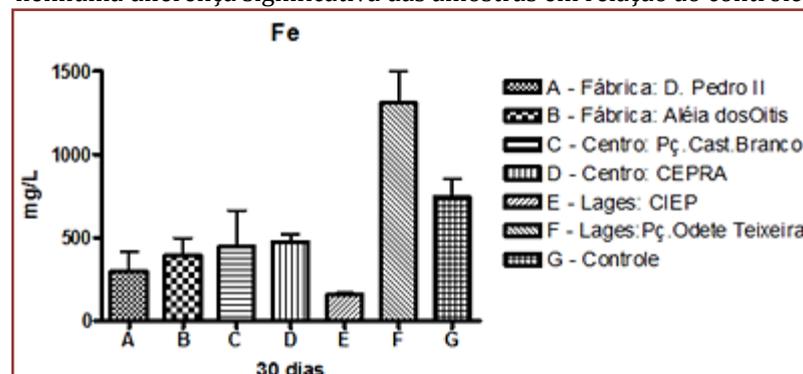
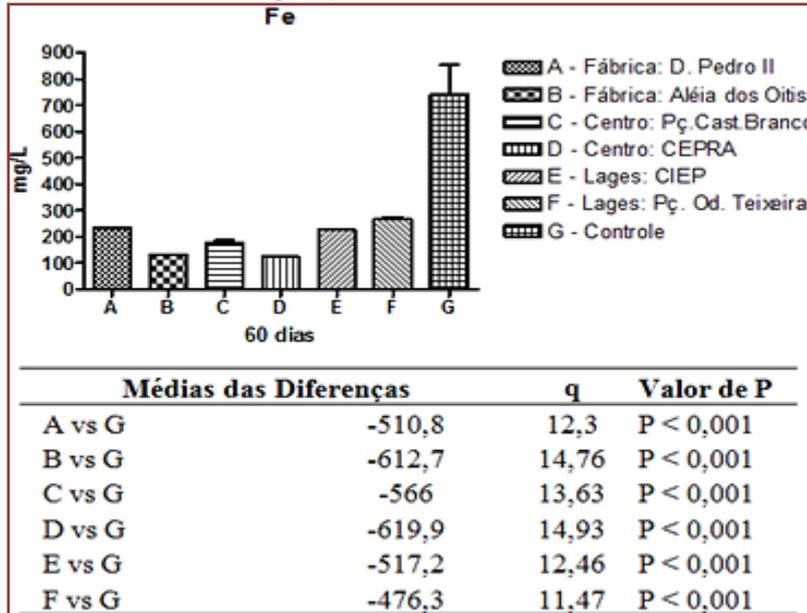


Figura 8. Análise quantitativa de Ferro em 30 dias nos 03 bairros. No teste de Tukey não foi encontrada nenhuma diferença significativa das amostras em relação ao controle.



Contudo, foi possível notar diminuição significativa na concentração de Fe nas amostras dos três bairros estudados durante o intervalo de 60 dias (Figura 9).

Figura 9. Análise quantitativa de Ferro em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Nenhuma diferença significativa foi encontrada na concentração de Mn nas amostras dos bairros analisados em relação ao controle no tratamento de 30 dias (Figura 10). No tratamento de 60 dias foi observada a diminuição do elemento nas amostras dos bairros Fábrica e Centro (Figura 11).

Foi observada uma diminuição na concentração de Ni nas amostras expostas por 60 dias nas três localidades estudadas (Figura 13). No tratamento de 30 dias nenhuma alteração significativa foi observada (Figura 12).

Figura 10. Análise quantitativa de Manganês em 30 dias nos 03 bairros. No teste de Tukey não foi encontrada nenhuma diferença significativa das amostras em relação ao controle.

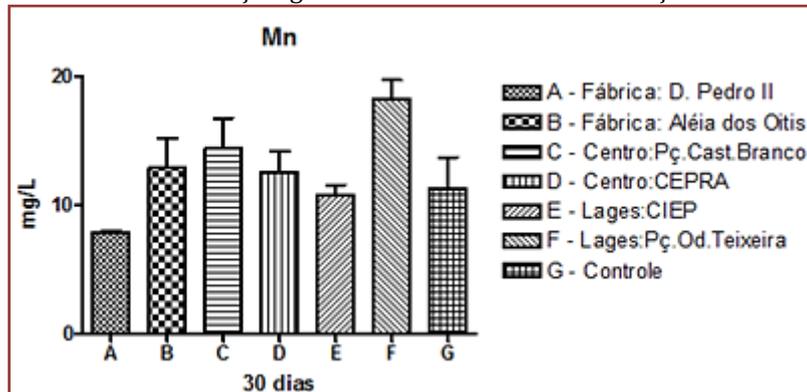


Figura 11. Análise quantitativa de Manganês em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.

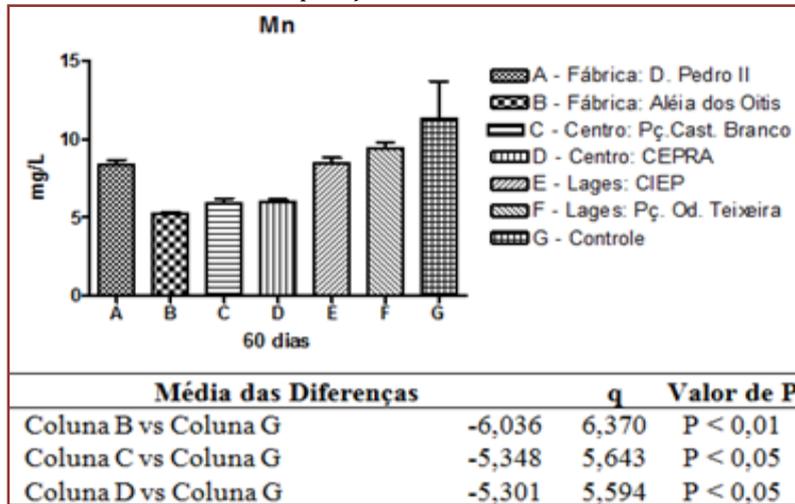


Figura 12. Análise quantitativa de Níquel em 30 dias nos 03 bairros. No teste de Tukey não foi encontrada nenhuma diferença significativa das amostras em relação ao controle.

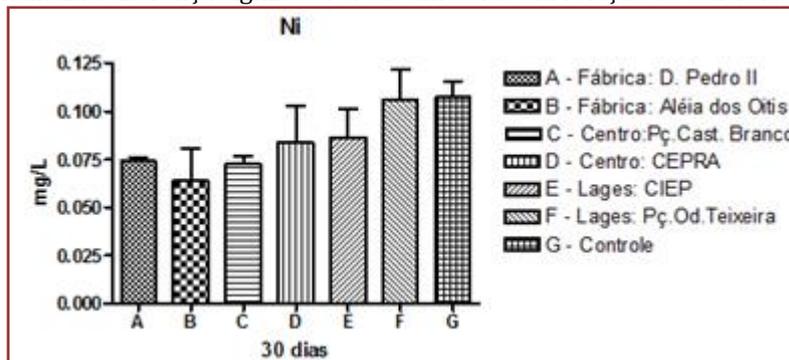
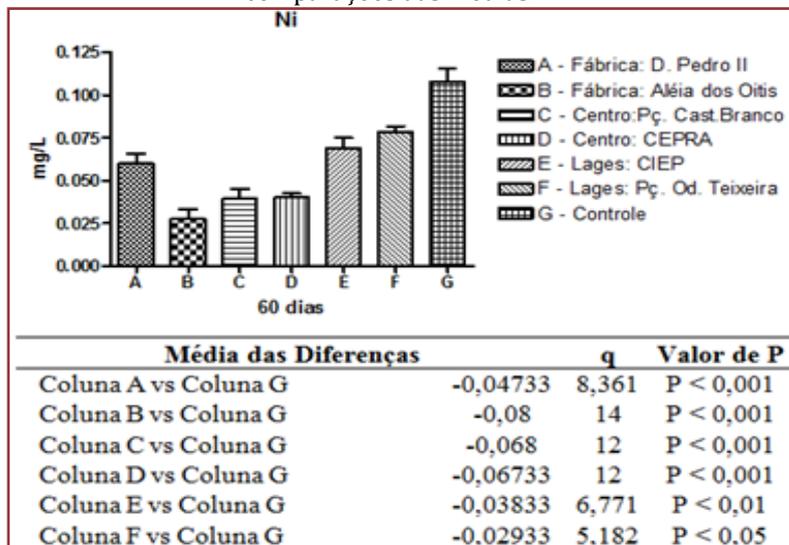


Figura 13. Análise quantitativa de Níquel em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Os metais, Cr, Cu, Fe, Mn e Ni, apresentaram teores mais baixos quando comparados com a amostra controle. Talvez isso se explique pelo fato da área de coleta das amostras de Tillandia usneoides, no município de Seropédica, ter proximidade da antiga rodovia Rio - São Paulo, que tem intenso fluxo de veículos, sobretudo, quando comparado com o trânsito do município de Paracambi. Sendo assim, é possível sugerir que os níveis destes metais sejam significativamente mais baixos em Paracambi.

As análises de Pb revelaram que durante o tratamento de 30 dias houve aumento da concentração do elemento apenas no ponto F - Pç. Odete Teixeira, (Figura 14). Entretanto, no tratamento de 60 dias foi observado um aumento nas concentrações de Pb nas três localidades em estudo (Figura 15), o aumento registrado entre as amostras expostas às áreas durante 60 dias foi aproximadamente dez vezes maior que no tratamento de 30 dias.

Figura 14. Análise quantitativa de Chumbo em 30 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.

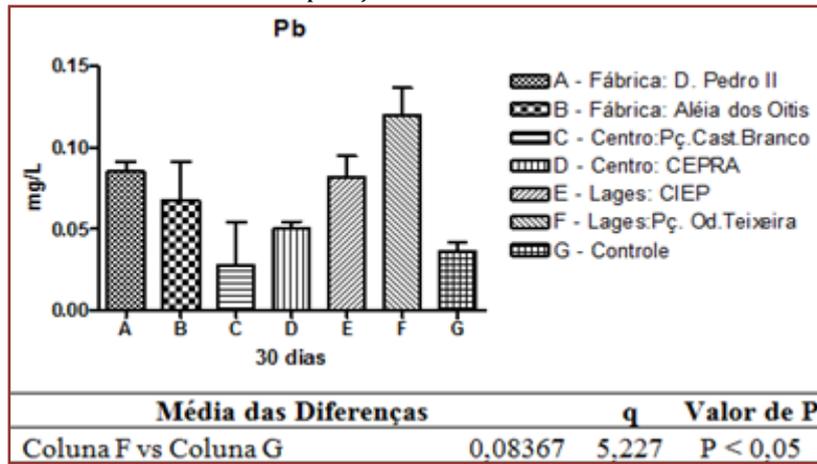
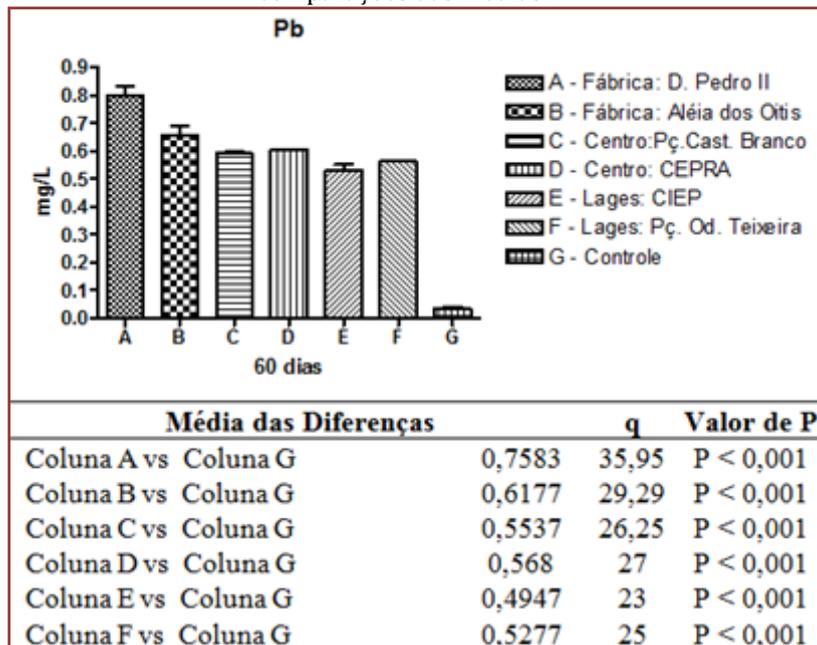


Figura 15. Análise quantitativa de Chumbo em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Com relação ao Zn foi possível registrar diminuição na concentração do elemento apenas nas amostras do bairro Fábrica – B Aléia dos Oitis (Figura 16). No tratamento de 60 dias foi verificada a diminuição na concentração das amostras dos bairros Fábrica e Centro, contudo aquelas amostras expostas no bairro Lages demonstraram aumento significativo nas concentrações de Zn (Figura 17). Os elementos Cd, Pb e Zn foram os que apresentaram aumento, em alguns pontos dos bairros estudados, quando comparados com a amostra controle. Correlacionando esses elementos com os elementos que podem ser emitidos por veículos, pode-se justificar que esses resultados sejam consequência de emissões veiculares. SILVA (2002), cita que o Pb na atmosfera é gerado, na maioria das vezes, por combustão de derivados de petróleo, ainda que a gasolina contendo chumbo como aditivo não seja mais utilizada no Brasil desde 1992. E PINTO (2006), diz que nos óleos lubrificantes de veículos automotores podem estar presentes metais na forma de quelatos, entre eles dietilfosfatos de Cd, Pb e Zn. O Zn pode ser originário de fontes industriais e veiculares, inclusive pelo desgaste dos pneus dos veículos (MONTEZANI, 2010).

Figura 16. Análise quantitativa de Zinco em 30 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.

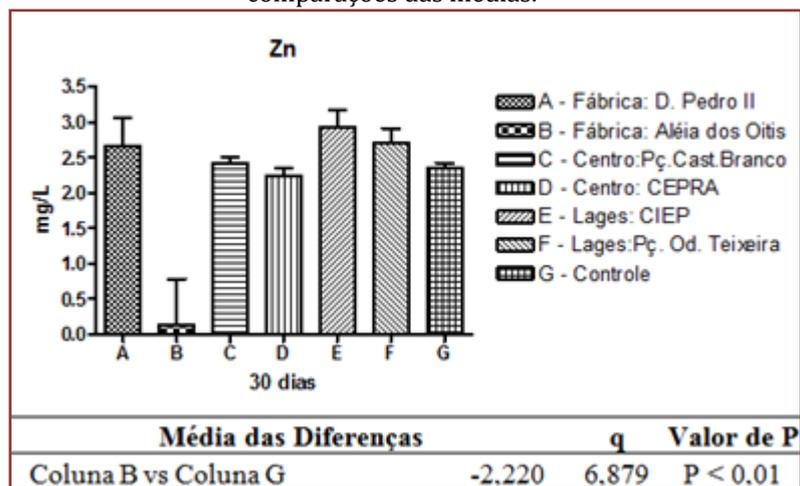
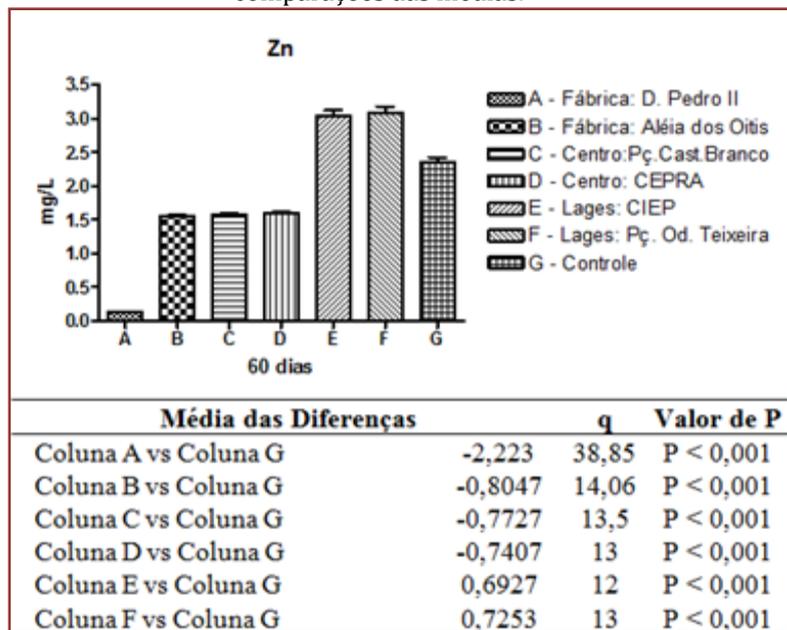


Figura 17. Análise quantitativa de Zinco em 60 dias nos 03 bairros. Teste de Tukey com múltiplas comparações das médias.



Apesar dos efeitos observados em plantas não poderem ser extrapolados para populações humanas, os resultados de experimentos com plantas podem ser considerados para esse fim, considerando a grande sensibilidade de tais organismos, mesmo em situações de baixos níveis de contaminação do ar. Assim, é admissível considerar que, se um poluente não causa nenhum dano detectável para a maioria das espécies vegetais sensíveis, não afetará também as demais espécies, incluindo o homem (CARNEIRO, 2004).

A toxicidade dos metais pesados está relacionada à concentração e/ou tempo de exposição. O risco de populações com diferentes características a uma mesma exposição a metais pesados pode variar. Elementos como Cd, Pb e Zn quando inalados em grandes quantidades ou em períodos contínuos podem provocar sérios problemas para a saúde humana. De modo geral, crianças em idade pré-escolar se constituem um grupo de maior risco (TAVARES & CARVALHO, 1992), o que justifica a escolha das áreas onde ficaram expostas as amostras do biomonitor *Tillandsia usneoides*. Os pontos amostrais eram próximos ou mesmo dentro de escolas e praças, locais de grande circulação de crianças.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *Tillandsia usneoides* apresentou traços dos metais pesados avaliados uma vez que a nutrição de várias espécies de epífitas ocorre através da absorção e acumulação de nutrientes retirados diretamente da atmosfera. A presença desses elementos nos tecidos da planta pode reforçar a eficácia desta espécie como biomonitor atmosférico acumulativo. Atribuiu-se que a presença desses poluentes nos locais estudados tenha como fonte os veículos automotores, uma vez que na região não há presença expressiva de atividades industriais.

Estes resultados são pioneiros e de grande importância para o município de Paracambi/RJ e podem servir de parâmetros para estudos futuros nas mesmas áreas estudadas e/ou até mesmo para áreas no entorno da localidade.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe do laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca – IBCC/UFRJ pela disponibilização do espaço físico e corpo técnico para condução das análises químicas por espectrometria de absorção atômica em chama (F AAS).

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>.
- [2] CALASANS, Claudia Ferreira; MALM, Olaf. Elemental Mercury contamination survey in a chlor-alkali plant by the use of transplanted Spanish-moss, *Tillandsia usneoides* (L.). *Science of The Total Environment*, v. 208, n.3, 165-177, 1997.
- [3] CARNEIRO, Regina Maria Alves. Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade. 2004. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.
- [4] CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Paracambi/RJ. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/33680/>
- [5] COCCARO, Daniela Maria Bertero. Estudo da determinação de elementos-traço em líquens para monitoração ambiental. 2001. 112f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- [6] DERISIO, José Carlos. Introdução ao controle de poluição ambiental 3ª Ed. – São Paulo: Signus Editora, 2007.
- [7] ELIAS, Camila et al. Seleção de epífitas acumuladoras de elementos químicos na Mata Atlântica. *Biota Neotropica*, v.6, n.1, Jan/Abr., 2006.
- [8] FELLEBERG, Günter. Introdução aos problemas de poluição ambiental. São Paulo. EPU: Springer: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

- [9] FERREIRA, Guilherme Gonçalves Pereira da Silva. Medição do aporte atmosférico dos elementos-traço no município de Campinas e Paulínia com auxílio da espécie vegetal *Tillanásia usneoides* (L.). 2011. 68f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2011.
- [10] MONTEZANI, Edmila. Estudo sobre a composição elementar nas amostras de líquen epífítico utilizado como bioindicador da poluição aérea na cidade de São Paulo. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [11] PAULA, Sabrina Nolasco Carvalho de. Biomonitoramento como instrumento de detecção de contaminantes ambientais. 2010. 38f. Monografia (MBA em Planejamento e Gestão Ambiental) Universidade Veiga de Almeida; Vitória, 2010.
- [12] PINTO, Gustavo Henrique Vieira Pereira. A importância da determinação de metais pesados nos derivados de petróleo. 2006. 60f. Monografia (Graduação Engenharia Química), UFRN, Departamento de Engenharia Química, Programa de Recursos Humanos – PRH, Natal, 2006.
- [13] SILVA, Rita Alves. *Cladonia verticillaris* (Líquén) como biomonitor padrão da qualidade do ar no Distrito de Jabotão – PE. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais), Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais, Recife/PE, 2002.
- [14] TAVARES, Tania Mascarenhas; CARVALHO, Fernando Martins. Avaliação de exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do recôncavo baiano. Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia. *Química Nova*, v.15, n.2, p. 147-152, 1992.

Capítulo 22

A obrigação do Estado na promoção do bem comum por meio de políticas tributárias de incentivo à preservação do meio ambiente

Marcio Viana de Souza

Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima

Resumo: Este trabalho tem por objeto demonstrar a obrigação constitucional imposta ao Estado e à coletividade de preservar o meio ambiente ecologicamente saudável para as presentes e futuras gerações, por meio da priorização do bem comum, em detrimento de interesses particulares; bem como apresentar algumas soluções viáveis para incentivar a participação da população nas questões ambientais. Toma-se como ponto de partida para esta participação as políticas públicas educacionais; a possibilidade de redução de carga tributária, a promoção de incentivos fiscais e benefícios de modo que possam garantir a conscientização pela proteção do meio ambiente e praticando a integração entre Poder Público e sociedade civil. Ademais, o presente trabalho demonstrará que a concessão de benefícios de ordem fiscal não ofendem qualquer dispositivo legal, sob o ponto de vista da responsabilidade do administrador público, e que a concessão de referidos benefícios não só é plenamente aplicável como economicamente viável, podendo gerar ganhos ambientais a médio e longo prazos se despertados em todos os envolvidos conceitos científicos e legislativos capazes de implementar tais medidas.

Palavras-Chave: Meio Ambiente. Tributos. Gestão Pública.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de toda a história da humanidade o ser humano vem degradando o meio ambiente de maneira predatória e sem qualquer planejamento colocando em risco a sua própria sobrevivência neste planeta. Os necessários avanços tecnológicos ocorrem de maneira cada vez mais acelerada e a constante busca dos altos lucros, pela atividade empresarial, principalmente durante após a Revolução Industrial, acabaram por causar danos ambientais de incerta e improvável reparação.

Somente em meados da década de setenta é que o homem passa a reconhecer o nível da destruição que causou ao planeta e iniciou um processo de busca de alternativas a fim de frear a degradação descontrolada e promover a prática sustentável no uso dos recursos naturais.

Este processo de reconhecimento de responsabilidade ambiental mobilizou vários países na busca de alternativas que ganharam legitimidade com as Conferências de Estocolmo (1972) e Tbilissi (1977) e, com isso, os Estados passaram a implantar legislações aplicando restrições e limitações ao uso de recursos naturais de modo a garantir uma sadia qualidade de vida e a existência das futuras gerações.

No Brasil, do ponto de vista legislativo, essa consciência só se manifestou com a promulgação da Constituição Federal de 1988 que em seu art. 225 colocou o meio ambiente como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida atribuindo a responsabilidade pela sua preservação ao próprio Poder Público e à toda coletividade, culminando na realização da ECO-92 e a RIO+20.

Sob essa ótica, o presente trabalho tem por principal objetivo a investigação dos motivos que levaram a imposição do compartilhamento dessa responsabilidade, bem como analisar quais as políticas públicas que estão sendo implantadas de maneira eficaz para que seja aplicado o dispositivo constitucional em sua plenitude.

2. DOS DEVERES DO ESTADO: O BEM COMUM

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu art. 3º que os objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil são: *“I - construir uma sociedade livre, justa e solidária; II - garantir o desenvolvimento nacional; III - erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais e IV - promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.”*

De fato, nota-se que são objetivos nobres e que, nem de longe, se mostram exagerados ou inexecutáveis sob a ótica da Dignidade da Pessoa Humana, haja vista que tais objetivos obedecem a parâmetros mínimos para garantir a dignidade de todas as pessoas que aqui habitam.

Ademais, além dos objetivos previstos no art. 3º de nossa carta política, o Estado assume outras obrigações de cunho social perante seu povo tal como educação, saúde, alimentação, trabalho, moradia, transporte, lazer, segurança, previdência social, proteção à maternidade e à infância e assistência aos desamparados, tudo conforme disposto no art. 6º do mesmo texto constitucional.

Todos os objetivos que devem ser alcançados pela República Federativa do Brasil, repousam sob o manto fundamental da consecução do bem comum, ou seja, atuar com políticas sócio-econômicas e políticas educacionais que sempre priorizem alcançar o maior benefício à toda sociedade.

Esse dever atribuído ao Estado não é conceito novo, e sim o próprio fundamento de existência desse ente jurídico criado pela união de esforços da sociedade, que por meio da soberania cria as normas de conduta necessárias para administrar um determinado povo localizado em determinado território.

O Papa João XXIII publicou a Encíclica *Pacem in Terris* em 11 de Abril de 1963, um documento de fortíssimo apelo social, que convoca o poder do Estado de forma constante a promover a paz e o bem de todos como fundamento da existência humana.

À época do pontificado do Papa João XXIII acusavam-no de ser maçom, radical esquerdista e herege modernista por ter convocado o Concílio Vaticano II, promovido a liberdade religiosa e o ecumenismo. Enfim, foi um líder religioso importante que em seu curto período diante de uma instituição tão apegada às suas tradições, iniciou um processo de renovação tendo por fundamento o bem de todos.

Muitos textos constitucionais, inclusive o texto brasileiro, passaram a adotar o conceito estabelecido pelo religioso que no verso 58 da Encíclica menciona: *“O bem comum consiste no conjunto de todas as condições de vida social que consintam e favoreçam o desenvolvimento integral da personalidade humana”*.

Como se vê, não é feita referência a uma espécie particular de bens, indicando-se, em lugar disso, *um conjunto de condições*, incluindo a ordem jurídica e a garantia de possibilidades que consintam e *favoreçam o desenvolvimento integral da personalidade humana*.

Conforme Dallari (2006, p.24) ao se afirmar, portanto, que a sociedade humana tem por finalidade o bem comum, isso quer dizer que ela busca a criação de condições que permitam a cada homem e a cada grupo social a consecução de seus respectivos fins particulares. Quando uma sociedade está organizada de tal modo que só promove o bem de uma parte de seus integrantes, é sinal de ela está mal organizada e afastada dos objetivos que justificam sua existência.

Deste modo, não resta dúvida de que o Estado é o grande responsável em promover o bem comum e, com isto, não se quer dizer que o Estado deva entregar todos os subsídios necessários ao povo sem a devida contrapartida, mas garantir todos os meios necessários para que TODOS os grupos sociais possam ter acesso aos recursos que precisam para alcançar seus objetivos.

3. DOS RECURSOS ESTATAIS

Em que pese a nobreza de toda a filosofia acerca da obrigatoriedade de o Estado promover o bem comum, é fato que nada surge sem a devida contrapartida. O Brasil é um país que existe sobre o princípio da livre iniciativa já demonstrado no artigo 3º do diploma constitucional e ratificado pelo art. 170 que trata justamente sobre os princípios que regem a Ordem Financeira e Econômica.

Por força do disposto no art. 173 da Constituição Federal, a exploração direta de atividade econômica pelo Estado só será permitida quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo, assim, como regra geral, o Estado não deve empreender no mercado de consumo de massa.

Como por exemplo, podemos citar a Caixa Econômica Federal (CEF) que exerce uma importante função social, haja vista que a iniciativa privada, por sempre almejar o lucro, não tem interesse em explorar o ramo financeiro nas regiões mais ermas do país.

Ademais, a C.E.F. também exerce sua função social como fator preponderante nas taxas de juros de empréstimos e financiamentos imobiliários à população de baixa renda.

Diante de tanta restrição para que o Estado se abasteça de recursos financeiros, não existe outra forma de o mesmo cumprir com os seus objetivos fundamentais previstos no art. 3º da Constituição Federal, a não ser convocando toda a coletividade para participar da consecução desses objetivos, custeando todo o aparelho necessário, daí a origem da tributação.

Assim, a própria população é quem financia o Estado por meio do pagamento de tributos que incidem sobre o seu patrimônio, renda ou serviços ou, ainda, sobre a necessidade de se atender algum tipo de interesse da sociedade como o Sistema Único de Saúde (SUS), pagamento de benefícios previdenciários ou assistenciais (INSS, LOAS, Bolsa Família e etc...).

Outrossim, reiteramos a ideia de que nada surge de maneira 100% gratuita. Tudo sai do bolso do contribuinte e, para ele, deve ser reinvestido por meio de serviços públicos de qualidade.

A tributação é a forma suprema com a qual o Estado consegue encher o seu cofre de recursos necessários para a consecução do bem comum, e a população brasileira, em especial, tem uma carga tributária elevadíssima, o que não justifica a baixa qualidade dos serviços públicos colocados à sua disposição, tampouco o descaso do Estado com os mais necessitados.

Em 2016, a Carga Tributária Bruta (CTB) atingiu 32,38%, contra 32,11% em 2015, indicando variação positiva de 0,27 pontos percentuais (Tabela 01). Essa variação resultou da combinação dos decréscimos em termos reais de 3,5% do Produto Interno Bruto e de 2,8% da arrecadação tributária nos três níveis de governo¹.

¹ Disponível em <http://idg.receita.fazenda.gov.br/dados/receitadata/estudos-e-tributarios-e-aduaneiros/estudos-e-estatisticas/carga-tributaria-no-brasil/carga-tributaria-2016.pdf>. Acesso em 14.05.2018 as 15h05min

Note-se que são números consideráveis, dada a dimensão continental do país, e que não conseguem refletir a exatidão da carga tributária levando em consideração a complexidade de nosso sistema tributário.

Os dados foram extraídos de um órgão estatal que tem por objetivo a fiscalização e arrecadação de tributos federais e, por conta do pacto federativo e a não intervenção da União nos negócios dos estados membros e dos municípios, os quais são dotados de autonomia quanto aos tributos de sua administração, fica difícil acreditar que os números refletem a realidade levando qualquer leigo no assunto a concluir que a carga tributária total é ainda maior.

A Constituição Federal expressa que cada unidade federativa tem autonomia para legislar sobre três espécies tributárias: *impostos, taxas e contribuições de melhoria*; e cabe à União instituir outras duas: *contribuições especiais e empréstimos compulsórios*; todas fundamentadas nos arts. 145, 148 e 149 da Carta Magna, porém, a legislação federal permite, em alguns casos, a tributação sobre tributação (*caso dos tributos sobre o consumo*) cujo cálculo de valores podem ser apenas aproximados.

Diante de tal realidade, o contribuinte se sente desamparado pelo Estado, que no Brasil, se apropria de praticamente o valor total correspondente a 05 meses de tudo que o trabalhador comum recebe como salário a cada, visto que não recebe do Estado em forma de serviços a contribuição tributária que realiza. Observa-se na verdade que a população vive a sensação contrária ao efeito de bem comum; o Estado, desta forma, desestimula a ideia de coletividade e de participação popular na gestão do bem público.

4. O DEVER DE CUIDADO COM O MEIO AMBIENTE

A Constituição Federal consagra o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida colocando-o sob a proteção da coletividade e do Poder Público. A este atribui numerosas incumbências, que evidentemente deverão ser exercidas dentro da esfera de competências própria a cada um. Quer dizer, ao Poder Público federal segundo a competência federal, ao estadual segundo a competência dos Estados, etc (FERREIRA FILHO, 2006, p. 372).

Nenhuma outra Constituição Brasileira trouxe qualquer dispositivo tratando da proteção ao meio ambiente sendo o texto de 1.988, pioneiro neste sentido, dando uma imensa importância à questões ambientais fazendo com que o termo “*meio-ambiente*” apareça por 18 vezes, a saber:

Art. 5º, LXIII – Dá legitimidade ao cidadão para propositura de ação popular;

Art. 23, VI – Atribui responsabilidade de proteção à todas as entidades políticas;

Art. 24, VI e VIII – Competência legislativa à todos os entes exceto ao município para legislar sobre proteção e responsabilidade por danos ao meio ambiente;

Art. 129, III – Função institucional do Ministério Público para promover inquérito civil e ação civil pública para proteger o meio ambiente;

Art. 170, VI – Defesa do meio ambiente como princípio econômico;

Art. 174, §3º - Favorecimento de garimpeiros considerando proteção ao meio ambiente;

Art. 186, II – Função social da propriedade rural;

Art. 200, VIII- Atribuição do SUS proteger o meio ambiente do trabalho;

Art. 220, §3º, II – Lei Federal deve regular atividade de comunicação que possa ser nociva ao meio ambiente;

Art. 225 e seguintes. Capítulo destinado ao meio ambiente com 8 aparições;

O fato do termo “*meio ambiente*” aparecer por tantas vezes em um texto constitucional não é mera coincidência. Na verdade é o reflexo de uma necessária preocupação do legislador com os impactos que o crescimento populacional e o avanço tecnológico causaram à condição humana depois da destruição dos recursos naturais do planeta de forma predatória, sem qualquer planejamento.

Por este motivo, o art. 225 da Constituição reconheceu que o meio ambiente é essencial à sadia qualidade de vida, porém não impôs apenas ao Estado a obrigatoriedade de sua manutenção, mas compartilhou este dever com toda a coletividade.

Outrossim, de nada adiantaria jogar tamanha responsabilidade ao cidadão sem oferecer qualquer ferramenta que este pudesse utilizar para a preservação desse direito essencial e, por esta razão, concedeu o direito de provocar o Poder Judiciário por meio da Ação Popular, caso note qualquer agressão ou ameaça ao meio ambiente.

Ademais, a preservação do meio ambiente é de interesse público, e ainda que haja algum tipo de interesse particular, em terras particulares, observadas todas as disposições acerca do direito de propriedade (que também é garantido constitucionalmente) o interesse público sempre deverá prevalecer.

Conforme Carvalho Filho (2017, p.55) o indivíduo tem que ser visto como integrante da sociedade, não podendo os seus direitos, em regra, ser equiparados aos direitos sociais. Vemos a aplicação do princípio da supremacia do interesse público, por exemplo, na desapropriação, em que o interesse público suplanta o do proprietário; ou no poder de polícia do Estado, por força do qual se estabelecem algumas restrições às atividades individuais.

Assim, de modo a garantirmos um meio ambiente saudável para as presentes e futuras gerações, é necessário conscientizar Estado e Povo de que o desenvolvimento precisa continuar, porém, de forma sustentável.

5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental decorre do princípio da participação na tutela do meio ambiente, e, como acima mencionado, restou expressamente prevista na Constituição Federal, no seu art. 225, §1º, VI. Buscou-se trazer consciência ecológica ao povo, titular do direito ao meio ambiente, permitindo a efetivação do princípio da participação na salvaguarda desse direito.

Além do já exposto, a Lei nº 9.795/99 estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental definindo-a como os processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente.

A educação ambiental será implementada ainda, através de ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais, à organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente.

A Política Nacional do Meio Ambiente veio a reforçar a ideia de que o meio ambiente deve ser defendido e preservado pelo Poder Público e pela coletividade (o que importa dizer que é um dever de todos, pessoas físicas e jurídicas), por intermédio da construção de valores sociais voltados à preservação desse bem pela implementação da educação ambiental.

6. PARTICIPAÇÃO DE TODOS NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

Em que pese o fato de a Constituição Federal ter atribuído à todos, Poder Público e coletividade, o dever de preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, é inegável que mesmo depois de quase 30 anos dessa exigência ainda estamos gatinhando em medidas eficazes que possam materializar esse direito.

O Estado ainda é o grande responsável em fazer despertar na coletividade o dever de preservar o meio ambiente seja por meio das políticas públicas de natureza preventiva ou naquelas de caráter punitivo, voltadas às pessoas físicas ou jurídicas que, de alguma maneira, ofendem a integridade do meio ambiente.

Contudo, o que mais o Estado pode fazer de modo a despertar o interesse coletivo para as questões ambientais?

Existem políticas extremamente eficazes que vem sendo adotadas por diversos municípios de toda a federação que, dentro de suas atribuições constitucionais e, respeitando os limites estabelecidos pela Lei Complementar nº 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), vêm concedendo incentivos fiscais para aqueles que promovem práticas sustentáveis.

Alguns municípios renunciam ao direito de receber uma parcela das receitas oriundas de alguns impostos sob sua competência para que os contribuintes desenvolvam práticas ecológicas em seus imóveis, profissões, estabelecimentos e outros empreendimentos.

Tal renúncia de receita, desde que realizada nos parâmetros do art. 14 da Lei de Responsabilidade Fiscal, não afetam os repasses recebidos de outros entes (estado e União) e ainda geram ganhos e benefícios ambientais, bem como a economia alcançada pelo contribuinte ainda gera estímulo a práticas sustentáveis.

Grande exemplo disto é a implantação do IPTU verde, política municipal que concede descontos progressivos no referido imposto aos imóveis que desenvolvam atividades ecologicamente sustentáveis.

No município de Santa Isabel-SP, existe a Lei Complementar nº 174/2015 a qual concede desconto de no mínimo 3% e no máximo de 20% ao IPTU do imóvel que contenha alguma das benfeitorias especificadas abaixo e com os seguintes parâmetros:

- Sistema de captação de água da chuva (4%)
- Sistema de reuso da água (5%)
- Sistema de aquecimento hidráulico solar (4%)
- Construção com materiais sustentáveis (3%)
- Plantio de mudas (4%)

No município de Guarulhos-SP existe um desconto de 5% a 20% no IPTU de imóveis com área verde, captação de água da chuva, telhado verde e coleta seletiva previstos na Lei nº 6.793/2011, observados os seguintes parâmetros:

- Acessibilidade – quem adaptar sua calçada para trânsito livre e seguro de pedestres e cadeirantes, mantendo de 1 a 1,5 metro para circulação terá desconto de até 5% no valor do IPTU;
- Arborização – os imóveis com uma ou mais árvores terão desconto de até 2% no valor anual do IPTU.
- Áreas permeáveis – Os imóveis horizontais com jardins ou gramados que permitam a absorção das águas das chuvas terão desconto de 2%, e os condomínios terão desconto de até 1%;
- Sistema de captação de água de chuva – 3% de desconto;
- Sistema de reuso de água – 3% de desconto;
- Sistema de aquecimento hidráulico solar – 3% de desconto e sistema de aquecimento elétrico solar 3% de desconto;
- Construções com materiais sustentáveis – 3% de desconto;
- Utilização de energia passiva (quando o projeto arquitetônico propicia o melhor aproveitamento da luz solar, dispensando o uso de ar condicionado e iluminação artificial) – 3% de desconto;
- Utilização de energia eólica – 5% de desconto;
- Telhado verde (vegetação em cima de todos os telhados da casa) – 3% de desconto;
- Separação de resíduos sólidos (exclusivo para condomínios horizontais ou verticais que comprovadamente destinem sua coleta para reciclagem) – 5% de desconto;

Salvador-BA oferece até 10% de desconto no IPTU àqueles que adotarem práticas sustentáveis em seus imóveis (Decreto 25.899/2015) e em Curitiba-PR, terrenos com áreas verdes garantem descontos de 10% a 100% (Lei Complementar nº 9.806/2000).

Deste modo, ainda que de maneira discreta, o Poder Público incentiva a participação da coletividade na proteção e preservação do meio ambiente estimulando a prática sustentável por meio de concessão de benefícios fiscais.

7. CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto, é possível verificar de maneira bastante elogiosa que o legislador constituinte manifestou a preocupação com a preservação da sadia qualidade de vida, elevando ao status constitucional, a responsabilidade ambiental.

Não obstante os relevantes motivos que despertaram a necessidade de preservação ambiental, foi salutar dividir a responsabilidade entre o Poder Público em todas as suas esferas administrativas (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) e o próprio povo, haja vista que de nada adianta o Poder Público tomar alguma atitude sem que a coletividade tenha alguma consciência dos impactos ambientais que suas atividades possam gerar.

Outrossim, não se pode perder de vista o princípio já consagrado da supremacia do interesse público em detrimento do interesse particular, principalmente quando se fala de meio ambiente, fundamental à própria existência humana e necessário para uma saudável qualidade de vida.

Quando se tem em mente os deveres institucionais do Estado, o bem comum acaba ganhando uma profunda ênfase em todos os seus aspectos, haja vista que o Estado foi idealizado para promover o bem de todos aqueles que dele fazem parte e, nada mais relacionado ao bem comum do que a preservação do meio ambiente ecologicamente sustentável.

Entre as mais diversas atitudes que o Estado pode adotar, dentre as quais as punições daqueles que degradam o meio ambiente, as medidas preventivas ainda são as mais eficazes e menos onerosas ao Poder Público.

A tributação é mecanismo necessário para manutenção do Estado e cumprimento de seus deveres institucionais, porém, também é uma medida interessante quando utilizada de modo a promover algum tipo de política social por meio da concessão de incentivos e benefícios.

Com a elevada carga tributária que é imposta à população brasileira, qualquer medida do ponto de vista da economia com o pagamento de tributos se mostra muito interessante, praticável, estimulante e, se for aplicada com vistas à preservação do meio ambiente, ainda atinge o objetivo constitucional de promover a educação ambiental e, quem sabe em um futuro não tão distante, ser um comportamento naturalmente incorporado na cultura brasileira.

Deste modo, fica evidente que o Estado tem tudo para promover a educação ambiental, a consciência ecológica e, não seria demasiado imaginar, alcançar o status de país ecologicamente sustentável, bastando a vontade política de promover essa cultura e a devida divulgação desses nobres ideais, incentivando ainda mais a preservação ambiental por meio de políticas de renúncia fiscal observadas as limitações constitucionais e regulamentadas na legislação infraconstitucional.

Tais renúncias não representariam qualquer tipo de irresponsabilidade com a arrecadação de recursos financeiros para manutenção do Estado, mas apenas e tão somente, economia com os futuros gastos que inevitavelmente deverão acontecer para reparar o grande mal que a sociedade faz a si mesmo por não compreender a necessidade de incorporar hábitos sustentáveis.

Os municípios que adotaram a simples forma de renúncia de um percentual de suas receitas com o IPTU, acabaram por gerar benefícios para a sua população a qual economiza recursos em diversos setores de seu orçamento e, indiretamente, promove a educação ambiental e conscientização com a sustentabilidade.

Instalação de placas fotovoltaicas não só podem gerar economia com o IPTU do imóvel, mas também a diminuição do valor na fatura de energia elétrica e o despertar para outras formas de energia limpa e renovável.

Incentivar o plantio de mudas por meio do incentivo fiscal pode colaborar no desenvolvimento da consciência ecológica nas crianças e a mudança de comportamento dos adultos que não tiveram acesso a uma educação ambiental na sua vida escolar e acadêmica.

Ao contrário do que pensa boa parte dos gestores públicos, isso não representaria renúncia de receitas ou, ainda, desperdício de dinheiro público mas ao contrário, significaria utilizar com inteligência uma necessidade pública impopular como a tributação de modo a fazer com que o cidadão se sinta inserido na gestão de sua cidade, economizar com futuros investimentos na reparação de degradações ao meio ambiente e, principalmente, promover a educação ambiental nos termos exigidos pelo texto constitucional.

REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO FILHO, José dos Santos, Manual de Direito Administrativo, 31ª edição, São Paulo: Atlas, 2017
- [2] DALLARI, Dalmo de Abreu, Elementos de Teoria Geral do Estado, 25ª edição, São Paulo: Saraiva, 2006
- [3] FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves, Curso de Direito Constitucional, 32ª edição, São Paulo: Saraiva, 2006
- [4] PAPA JOÃO XXIII, Pacem in Terris (Encíclica, II, 58) disponível em http://w2.vatican.va/content/john-xxiii/pt/encyclicals/documents/hf_j-xxiii_enc_11041963_pacem.html acesso em 14/05/2018 as 14h30min
- [5] Constituição da República Federativa do Brasil de 1.988 disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm acesso em 14/05/2018
- [6] Lei de Responsabilidade Fiscal disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm acesso em 14/05/2018
- [7] Sítio eletrônico da Receita Federal do Brasil <http://idg.receita.fazenda.gov.br/> acesso em 14/05/2018

Capítulo 23

A aplicação do instrumento de outorga no Estado de Pernambuco e no Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional

Karina Waleska Lopes Rossiter

Irís Eucarís de Vasconcelos

Silvana Carvalho de Souza Calado

Resumo: A gestão dos recursos hídricos é um desafio atual para o governo e para a sociedade. Para garantir a disponibilidade da água para seus múltiplos usos, através de um consumo racional, o governo do Brasil editou a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Em consonância com a lei federal, foi sancionada no Estado de Pernambuco a Lei Estadual nº. 11.426/1997 criando um novo marco regulatório na gestão dos recursos hídricos no Estado. Dentre os instrumento de gestão inseridos na lei federal e estadual temos a outorga, que representa o direito de uso de uma vazão pré-determinada. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho é descrever o processo da obtenção de outorga no estado de Pernambuco e avaliar a outorga do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos. Outorga. Legislação.

1. INTRODUÇÃO

Os instrumentos de gestão em políticas ambientais servem como mecanismos indutores dos objetivos ambientais. No Brasil a Lei 9.344/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que adotou como um de seus fundamentos a gestão descentralizada e participativa. A gestão é descentralizada porque realizada em nível de bacia hidrográfica, através dos comitês de bacia, ou seja, a gestão não é realizada em nível estadual ou federal, e participativa, posto que a Lei prevê que a gestão não se realizará somente por órgãos públicos, mas também pelos usuários e organizações civis (HENKES, 2003).

A PNRH dispõe dos seguintes instrumentos: os planos dos recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água, a outorga, a cobrança pelo uso, a compensação aos municípios e o sistema de informações sobre recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A outorga é instrumento pelo qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) autoriza o usuário, sob condições pré-estabelecidas, a utilizar ou realizar interferências hidráulicas nos recursos hídricos necessários a sua atividade, garantindo o direito de uso a estes recursos, devendo ser requerida quando houver:

Derivação ou captação de água em manancial de águas superficiais (rios, riachos, açudes) para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

A extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final e/ou insumo do processo produtivo;

Uso de recursos hídricos para fins de aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

A implantação de empreendimentos que demandem a utilização de recursos hídricos;

Execução de obras ou serviços que alterem o regime, quantidade e/ou qualidade dos mesmos;

Lançamento, em corpos d'água, de esgoto e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final (não implementado até o momento);

Outros usos que alterem o regime, a quantidade e/ou qualidade da água do corpo d'água.

A outorga é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) quando a área: for de domínio da União, banhar mais de um Estado, servir de limite com outros países ou unidades da Federação, se estender a território estrangeiro, ou dele provenham ou se tratar de reservatórios construídos pelo Governo Federal. Nos estados a outorga é emitida pela respectiva autoridade outorgante (MACIEL & SARMENTO, 2008).

Este trabalho tem como objetivo descrever o processo da obtenção de outorga no estado de Pernambuco e avaliar a outorga do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu em pesquisa bibliográfica e documental, envolvendo as leis específicas e coleta de dados nos órgãos. Inicialmente foi realizado o levantamento da legislação nacional e estadual referente a recursos hídricos, seguido de uma pesquisa documental para identificar os aspectos legais, técnicos e institucionais referentes ao processo de outorga no Estado de Pernambuco. Posteriormente, foram coletados dados sobre outorgas concedidas no Estado de Pernambuco e análise da outorga do Projeto de Transposição do Rio São Francisco.

3. RESULTADOS

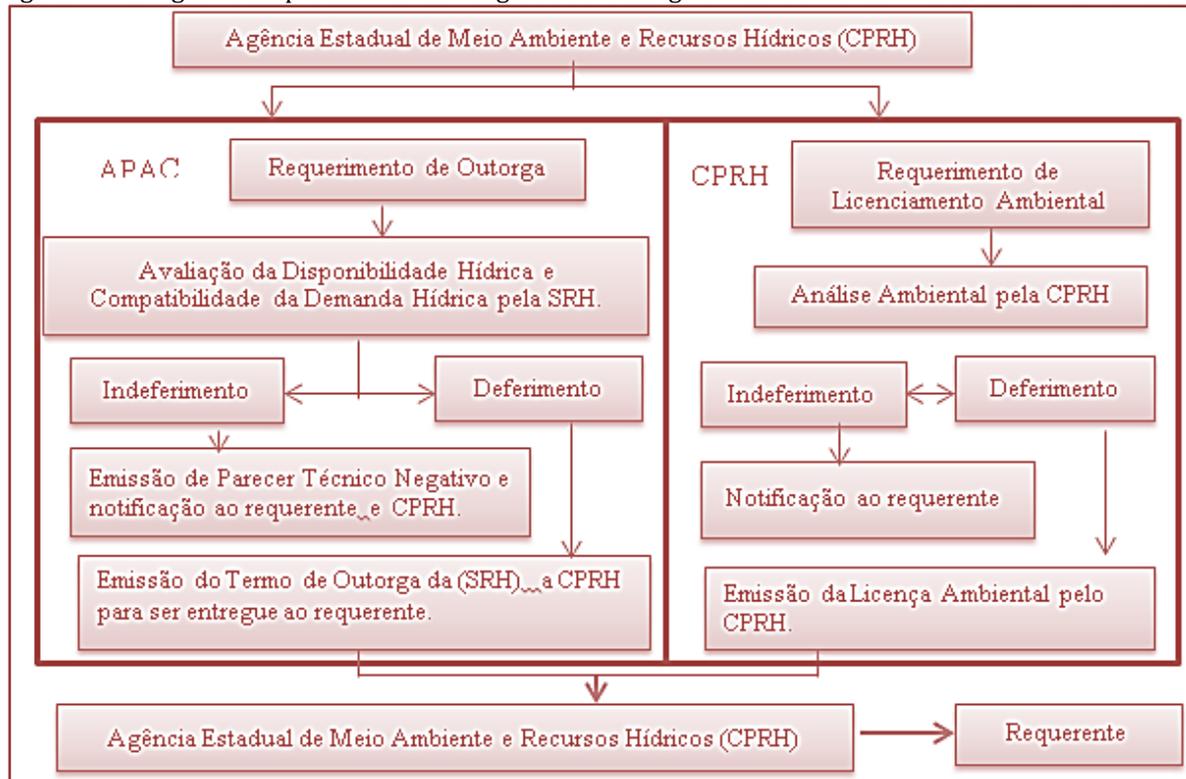
A Lei Estadual nº. 11.426 (Lei das Águas de Pernambuco), de 17 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos foi o marco legal que deu início ao processo de gestão dos recursos hídricos.

Posteriormente foi substituída pela Lei nº 12.984 de 2005, que com relação à outorga, determina que os seguintes usos estão sujeitos à outorga: derivação ou captação de parcela de água em manancial de superficiais ou subterrâneas; lançamento, em corpo de água com o fim de sua diluição; aproveitamento de hidroelétricos; ações que alterem o regime, o leito e margens de corpos de água, mesmo que temporariamente.

O órgão estadual outorgante é a agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, criada pela Lei Ordinária nº 14.028 de 2010. O Estado conta, ainda, com o Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco (PSHPE), que tem como objetivos desenvolver ações de desenvolvimento institucional, como fortalecimento da APAC, gestão participativa, estudos, regulação de uso, monitoramento e revitalização de bacias (PEREIRA & ROSAL, 2012).

Em Pernambuco, a emissão de outorga pela APAC é condicionada a liberação do licenciamento ambiental através do processo descrito na figura 1 a seguir:

Figura 1- Fluxograma do procedimento integrado de Outorga e Licenciamento Ambiental em Pernambuco.



Fonte: APAC, 2013.

Os requerimentos de outorga e de licenciamento ambiental, juntamente com os documentos solicitados, são entregues na Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH. A Outorga e o Licenciamento Ambiental tramitam simultaneamente, sendo entregues ao requerente na mesma ocasião, na CPRH. Em caso de indeferimento da Outorga ou da Licença Ambiental, não haverá emissão da Outorga nem da Licença Ambiental e o requerente será notificado (APAC, 2013).

A Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco estabelece que os Comitês de Bacia Hidrográfica devem propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE) critérios e valores para usos isentos de outorga. Enquanto os Comitês não apresentarem tais propostas a SRHE ressalvou os casos de dispensa de outorga. Mesmos os usos isentos de outorga estão sujeitos ao cadastramento junto à CPRH e APAC e à fiscalização dos órgãos públicos.

Para efeito de avaliação de seus recursos hídricos, o Estado foi dividido em 29 unidades de planejamento (UP), sendo 13 correspondentes a bacias hidrográficas importantes:

Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Pajeú, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal, e 16 constituídas por grupos de bacias, das quais seis de pequenos rios litorâneos (GL1 a GL6), nove de pequenos rios interiores (GI1 a GI9) e uma de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha (SIMONE & MARQUES, 2008).

Para o processo de outorga de águas superficiais as definições importantes são: a vazão que deve ser mantida no corpo de água; a vazão máxima para cada usuário; a melhor forma possível para tentar atender a todos os usuários no caso da vazão não ser disponível para todos os pleitos e fiscalização dos usos. São isentos de outorga : o abastecimento humano de populações difusas, e as captações, derivações e lançamentos de efluentes considerados insignificantes, objeto de definição nos Planos de Recursos Hídricos de cada bacia hidrográfica.

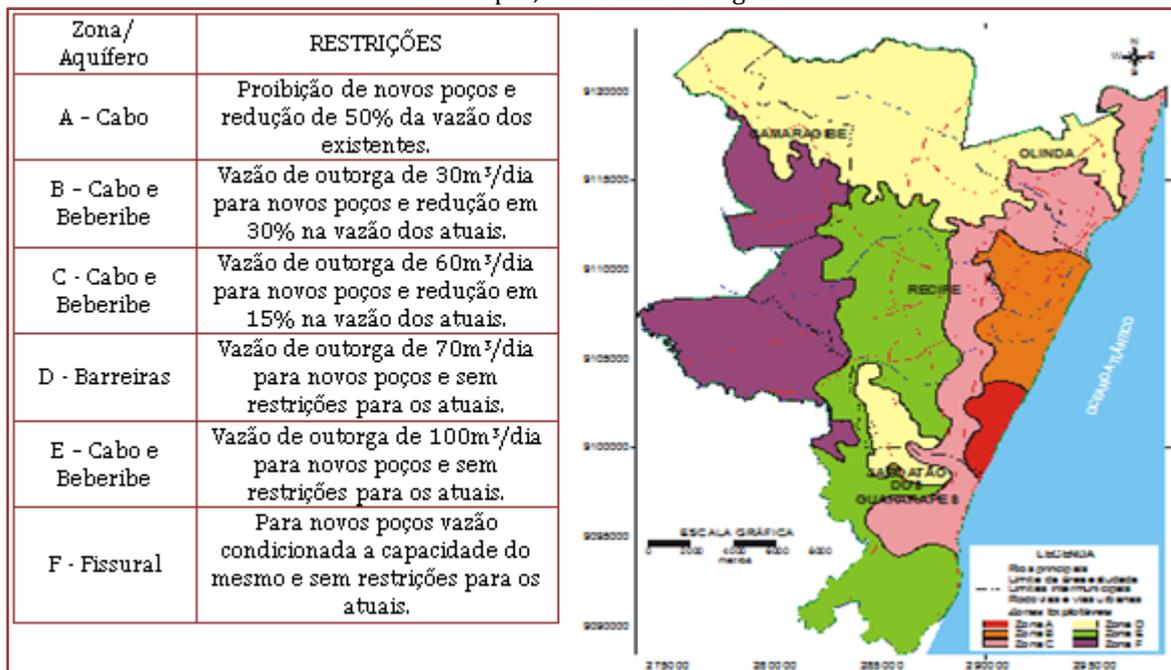
As maiores disponibilidades hídricas se localizam nas bacias Una, GL-01, GL-02, Capibaribe, Sirinhaém, Ipojuca e Goiana. Nessa região se encontram os maiores núcleos populacionais, inclusive a Região Metropolitana do Recife, as indústrias do Complexo Suape e alguns perímetros irrigado do Estado, sobretudo de cana-de-açúcar estas bacias totalizam 98% das vazões outorgadas no Estado (PEREIRA & ROSAL, 2012).

Para águas superficiais o maior número de outorga por uso consultivo é para a irrigação, seguindo-se abastecimento humano, industrial, outros e carcinicultura/psicultura. O número significativo de processos inserido em outros, basicamente se referem a obras de terraplanagem e termelétrica, se deve ao fato das grandes obras viárias executadas no Estado, como a duplicação da BR- 101, BR-408, construção da Transnordestina e outras (PEREIRA & ROSAL,2012).

No cenário estadual há uma grande preocupação com a outorga de águas subterrâneas. Entre aos anos de 1998 e 1999 houve uma seca bastante intensa, levando a população a realizar uma grande quantidade de perfurações de poços, fato que se repetiu nos anos consecutivos e vem contribuindo para a exaustão dos aquíferos (MACIEL & SARMENTO, 2008).

Para racionalizar esta exploração foi realizado em novembro de 2003 o Estudo Hidrogeológico de Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes (Região Metropolitana- HIDROREC II). A Resolução nº 04/2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos aprovou o mapa de zoneamento explorável de águas subterrâneas de parte da região metropolitana do Recife, estabelecendo critérios para as outorgas já emitidas e solicitadas, conforme figura 2 (ASSIS, 2012):

Figura 2: Mapa de Zoneamento Explorável de Água Subterrânea nos Municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Camaragibe.



Fonte: ASSIS, 2012.

A determinação destes critérios visa evitar a exaustão dos aquíferos principalmente na Região Metropolitana do Recife, pois a mesma corresponde a maior região do estado em número de poços perfurados como vazões outorgadas, referenciado no Quadro 1:

Quadro 1 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Mesorregião de PE	Percentual de Número de Poços	Percentual de Vazão Outorgada
Região Metropolitana	76,8	81,4
Sertão	12,3	13,8
Zona da Mata	5	2
Agreste	3,9	1,3
São Francisco	2	2

Fonte: adaptado de ASSIS, 2012

O estado de Pernambuco conta com a Lei Estadual nº 11.427/97 e o Decreto nº 20.423/98, que tratam especificamente sobre a Conservação e Proteção das Águas Subterrâneas, sendo Pernambuco um dos pioneiros a estabelecer legislação específica para as águas subterrâneas. Quanto às águas subterrâneas, estão dispensadas de outorga as captações, destinadas exclusivamente ao usuário doméstico ou rural com profundidade inferior a 20 metros ou com vazão até 5 m³/dia e, ainda, poços com caráter exclusivo de pesquisa (APAC, 2013).

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional é um empreendimento do Governo Federal, sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional. Tem como objetivo assegurar a oferta de água para 12 milhões de habitantes de 391 municípios do Agreste e do Sertão dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, sendo dividido em eixo Norte e Leste, conforme figura 3.

Figura 3: Projeto de Interligação – Localização do eixo Norte e Leste.



Fonte: ANA, 2013

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é de domínio da União, sendo outorgas referentes a mesma emitidas pela ANA. A definição do processo de alocação de água em grandes bacias no Brasil constitui-se em uma tarefa complexa devido à ainda incipiente prática de gestão das águas nos moldes previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos, principalmente quando a bacia abrange vários Estados com práticas, normas e leis distintas.

A outorga deste projeto foi emitida pela ANA, em 22 de setembro de 2005, com uma validade de 20 anos, sobre a qual se destaca (BRASIL, 2005): delibera uma vazão para bombeamento, nos eixos Leste e Norte, de 26,4 m³/s, correspondente à demanda projetada para o ano de 2025 para consumo humano e dessedentação animal na região;

considera que um bombeamento maior que 26,4 m³/s, limitado a um máximo de 114,3 m³/s, só acontecerá se o nível de água do Reservatório de Sobradinho estiver acima de 94% do seu volume útil, situação que garante não afetar a operacionalização do sistema de geração de energia elétrica.

requer a implantação e manutenção de equipamentos de medição para monitoramento de vazões nos seguintes pontos:

- a) 4 pontos de divisa dos Estados;
- b) nove portais previstos no Eixo Norte;
- c) quatro portais previstos no Eixo Leste;
- d) todos os reservatórios pertencentes ou alimentados pelas águas advindas dos sistemas de bombeamento;
- e) nas duas estações de bombeamento para o abastecimento do Eixo Norte e do Eixo Leste;
- f) no Reservatório de Sobradinho, localizado no Rio São Francisco.

o item III do artigo 4 da outorga emitida, trata de uma condicionante que não foi atendida: início da operação da primeira fase do empreendimento em até seis anos, contados a partir da data de publicação(2005).

Vale salientar que os valores de vazão da outorga já se encontravam em estudo no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, elaborada pelo respectivo Comitê de Bacia em 2004. Neste plano foram elaborados cenários visando a alocação de água analisando os principais projetos com rebatimento em recursos hídricos na bacia, tais como: o Canal do Sertão Pernambucano, Canal Alagoano, Canal Xingó e a própria Transposição (ANA, 2005).

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho abordou os aspectos práticos do processo de outorga no estado de Pernambuco e no Projeto de Transposição do Rio São Francisco, demonstrando sua importância como instrumento de controle do uso da água. A outorga das águas subterrâneas é de extrema importância para Pernambuco, pois a região metropolitana do Recife apresenta problemas de rebaixamento de aquífero e já foram identificadas zonas com restrição total e parcial para captação em novos poços. As vazões outorgadas para o Projeto de Transposição do Rio São Francisco levaram em consideração o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco e foram considerados aspectos que garantissem o controle de vazão em vários pontos não apenas no Canal, mas também nos reservatórios envolvidos. Um sistema de outorga bem estruturado pode servir de apoio para implementação de outros instrumentos da PNRH, principalmente para os planos dos recursos hídricos, cobrança pelo uso e o sistema de informações.

REFERÊNCIAS

- [1] ANA. Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do rio São Francisco. Disponível em: http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/_docs/planos/PlanoDecenaldeRecursosHidricos.pdf Acesso em: 01 set.2013.
- [2] APAC- Agência Pernambucana de Águas. Processo de Outorga. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/outorga>. Acesso em: 29 abril. 2013.
- [3] ASSIS, A. A. A.; FARIAS, V. P.; BARROS, A. M. L.; ALBUQUERQUE, M. S., e PRADO, A.G (2012). Gestão dos Aquíferos através do instrumento de outorga e monitoramento telemétrico de poços tubulares. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. PB:2012.
- [4] BRASIL. (1997). Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 08 jan. 1997.

- [5] BRASIL. Resolução No. 411, de 22 de setembro de 2005 - Outorga . Disponível em: < http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=42532a0d-5aca-4067-95dd-bd15f197d0eb&groupId=66920. Acesso em: 29 abr.2013.
- [6] HENKES, L. S. Política nacional de recursos hídricos e sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Teresina: Jus Navigandi, 2003.
- [7] MACIEL, K.L.S.;SARMENTO, V.B.A.; Outorga e cobrança pelo uso da água subterrânea: Normas vigentes e estudo de caso em Recife – PE. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS. RN: 2008.
- [8] PEREIRA,T.A.; ROSAL,M.C.F. Outorga dos recursos hídricos superficiais em Pernambuco. In: XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE. PB:2012.
- [9] PERNAMBUCO. (2005). Lei 12.9894 de 30 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- [10] SILVA, R.S.;MARQUES, L.M. ; Implantação do sistema de outorga em Pernambuco– PE. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS. RN: 2008.

Capítulo 24

Balateiros do Paru: Trabalho, conhecimentos tradicionais e memória como experiência social

Marcelo Araújo da Silva

Anderson José Silva de Lima

Resumo: Este artigo debruça-se no estudo das relações culturais empreendidas por extrativistas de balata (*Manilkara bidentata*) nos municípios de Almeirim, Alenquer e Monte Alegre, Pará. Objetiva-se a valorização da identidade, memória, cultura do grupo e a estruturação de uma base teórica para a divulgação e reconhecimento das memórias de trabalho e conhecimentos tradicionais desses extrativistas. Os sujeitos desta pesquisa compõem um grupo tradicional de extrativistas de balata que extrai sistematicamente o látex dessa árvore desde 1930 até os dias atuais. Buscou-se, por meio da observação participante e métodos etnográficos resgatar a memória e história de balateiros ativos e ex-balateiros, reconstituir os contextos, processos, modos de fazer, viver e reproduzir o trabalho em suas experiências sociais. Como principais resultados tem-se, a constatação de que o ofício de balateiro teve como características marcantes complexas e hierarquizadas relações de trabalho, baseadas no sistema de aviamento. E que as inter-relações que envolvem balateiros e floresta, constituem um modelo de sustentabilidade pautado em conhecimentos locais sobre as dinâmicas da floresta e suas transformações naturais. Entende-se que esse modelo sustentável é tecido a partir de complexas e indissociáveis relações entre homem e natureza, essas relações moldam os modos de fazer, viver e reproduzir de balateiros.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Conhecimentos tradicionais, Balateiros.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo debruça-se no estudo das relações culturais empreendidas por extrativistas de balata (*Manilkara bidentata*) nos municípios de Almeirim, Alenquer e Monte Alegre, na região oeste do Pará. Esses municípios estão inseridos na Floresta Estadual (Flota) do Paru, uma Unidade de Conservação (UC) estadual de uso sustentável, administrada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará (Sema). Atualmente essa UC vem passando por processos de licitação para concessão de exploração de recursos florestais, fato que tem gerado conflitos socioambientais entre balateiros e Sema².

Apesar de exercerem outras atividades laborais, o ofício de balateiro é a profissão pela qual o grupo de extrativistas se reconhece, que lhes outorga identidade individual e coletiva (POLLAK, 1992). Apesar de todas as dificuldades encontradas no trabalho, os balateiros assumem um profundo sentimento de tristeza pela perda do status de que gozavam e por terem permanecido por tantos anos num esquecimento social. Esse sentimento fica declarado na saudade: do balata, dos amigos distantes e falecidos, das experiências vividas nas matas, muitas já contadas em trabalhos publicados, outras inenarráveis.

Para Moore (1987), a razão inata ou a dinâmica social de um determinado tipo de comportamento ou sentimento do grupo não pode ser satisfatoriamente conhecida, o que se pode compreender é que a natureza humana é modificada e moldada pelos imperativos da vida em diferentes sociedades. Desta forma, a natureza humana é, na verdade altamente plástica, por isso se manifesta a capacidade humana para suportar o sofrimento e o abuso, por mais trágico e penoso que isso seja.

Em Godelier (1981) verificamos que as relações que se apresentam no caso dos balateiros, os processos de trabalho e as representações que dele emanam para a sociedade, atribuem valor positivo ou negativo a esses indivíduos, conforme a tarefa material e/ou simbólica que cumprem. O trabalho lhes confere um status na hierarquia social em que se inserem. Mas, esse status e suas representações só fazem sentido no interior de um sistema de representações que define e legitima a repartição das tarefas necessárias à reprodução de uma dada sociedade.

Tem-se como principais questões norteadoras da pesquisa as seguintes perguntas: quais instrumentos podem ser usados para proteção dos saberes e práticas culturais desse grupo? Como se constroem esses saberes? Qual o papel desempenhado pelo grupo de balateiros no processo de construção da diversidade socioambiental do interior da Flota do Paru?

Objetiva-se a valorização da identidade, memória e cultura do grupo e a estruturação de uma base teórica para a divulgação e reconhecimento das memórias de trabalho e conhecimentos tradicionais desses extrativistas, que num contexto de contato contínuo com a floresta e seus recursos, constituíram modos de criar, fazer e viver muito específicos, compondo características que os diferenciam da maioria das outras categorias de extrativistas. Sem perder de vista as exigências técnicas da escrita científica, serão empregadas as categorias indicadas por balateiros como forma de expressão.

Como aporte metodológico, utilizou-se de entrevistas abertas e semiestruturadas para coleta de dados específicos, pautadas no diálogo informal sobre as histórias e o cotidiano dos entrevistados. Durante as viagens a campo foram consultadas dezenas de pessoas entre homens e mulheres que ocuparam posições diversas na hierarquia da exploração da balata. No mais, todas as indagações e respostas só foram possíveis graças ao uso da observação participante, nos termos usados por Oliveira (2000), como metodologia capaz de levar o pesquisador ao âmago das questões que se deseja ver respondidas, concorrendo para a construção de um aparato cultural rico para o pesquisador que realiza um profundo mergulho no mundo pesquisado.

2. ANTECEDENTE HISTÓRICO DA PESQUISA

Nos anos de 1930, com o intuito de fixar o trabalhador rural nos sertões de Goiás e de Mato Grosso, o governo de Getúlio Vargas idealizou, em paralelo à sua política de industrialização e substituição da mão-de-obra imigrante pela nacional, um plano chamado “Marcha para o Oeste”, que logo se estendeu para a Amazônia. As secas no Nordeste eram a justificativa moral para oferecer essa opção àqueles que decidissem migrar. O cenário internacional, entretanto, abalado pela eclosão da Segunda Guerra Mundial, colocou por terra o que se pretendia ser um plano de interiorização e colonização (BUENO, 2012).

² Ver: CARVALHO e SILVA. “OS BALATEIROS DA CALHA NORTE: A EMERGÊNCIA DE UM GRUPO DIANTE DAS CONCESSÕES FLORESTAIS NO PARÁ”. Revista Antropolítica, n. 42, Niterói, p.164-198, 1. sem. 201.

Segundo Witkoski (2006), o extrativista de látex da Amazônia brasileira ficou conhecido como “soldado da borracha” em decorrência do segundo grande fluxo de migração de nordestinos para essa região, no contexto da Segunda Guerra Mundial, quando milhares de nordestinos foram arregimentados para cortar seringueiras e fornecer látex para as indústrias norte-americanas que alimentavam a Guerra. Desta forma, o Brasil cumpria com os acordos assinados em Washington em 1942, onde se posicionou ao lado dos EUA na Guerra.

O controle japonês sobre o abastecimento da borracha colocou aos países aliados o desafio de conseguir rapidamente um fornecedor daquele insumo, sobretudo para a indústria bélica. A Ásia, que poucos anos antes havia derrubado a cotação do valor da borracha, colocando por terra o ciclo que se desenvolvia no Brasil, estava agora amarrada pelos países do Eixo. O conflito bélico na Europa não deixava dúvidas quanto à necessidade de se encontrar um modelo que substituísse a produção da maior fornecedora de matéria-prima dos EUA, a Ásia, ainda que parcialmente (BUENO, 2012).

Perante esta configuração, o governo brasileiro, então, determinou que a melhor forma de fornecer mão-de-obra barata para os seringalistas poderem produzir mais borracha em menos tempo na região amazônica era direcionar a migração de nordestinos para a Amazônia, exatamente como havia ocorrido no final do século XIX.

É nesse cenário que surge na história local a figura do balateiro-extrativista de balata (Manilkara bidentada), também chamado de “soldado da borracha”. A balateira faz parte da família das sapotáceas, assemelha-se à maçaranduba (Manilkara huberi) e, fornece madeira nobre de excelente qualidade, mas tem sido historicamente visada pelo seu látex. Dotada de propriedades semelhantes às da seringa (elasticidade e ductibilidade), esse látex tinha como principal destino econômico as indústrias dos Estados Unidos da América e Inglaterra que produziam e financiavam estoques bélicos para a manutenção da Segunda Guerra Mundial.

Embora tenha ocorrido concomitantemente ao segundo ciclo da borracha, a exploração de balata teve menor abrangência que a exploração desta primeira, mas foi também muito importante para a economia do norte do estado do Pará, especificamente nos municípios de Almeirim, Alenquer e Monte Alegre, onde esta pesquisa foi realizada.

De acordo com Carvalho (2013), o comércio dessa matéria-prima movimentou a economia de toda a região do Baixo-Amazonas, alcançando a média de exportação de 300 a 400 toneladas por ano, entre as décadas de 1930 e 1970, período considerado por essa mesma autora como o auge da exploração de balata na região. A fotografia a seguir demonstra os blocos em forma rígida que é transformado o látex extraído da balateiro, essa forma facilita o transporte e comercialização da matéria-prima.

Figura 1: Blocos de balata.



Foto: Marcelo Araújo da Silva, 2012.

Toda a cadeia produtiva da balata era regida pelo sistema de aviamento, que, como afirma McGrath (1999), constituiu um sistema econômico tradicional da Amazônia. Historicamente a exploração gomífera na Amazônia, seja de borracha ou de balata, foi baseada nesse sistema de adiantamento de mercadorias e dinheiro a crédito, cuja denominação teria sido cunhada na Amazônia (ARAMBURU, 1996). Praticado na região desde a época colonial, “foi no ciclo da borracha que ele se consolidou como sistema de comercialização e se constituiu em senha de identidade da sociedade amazônica” (ARAMBURU, 1996, p91).

Na década de 1970, foram introduzidos no mercado internacional materiais sintéticos, reconhecidamente mais eficazes e mais baratos, se comparados aos custos para a produção de balata na Amazônia brasileira, cuja extração exigia altos investimentos. Desde então, a balata perdeu valor comercial. Toneladas de blocos de balata apodreceram nos galpões de Belém e Manaus, de onde era exportado, e o ofício de balateiro se perdia junto.

Atualmente, o látex da balateira é extraído apenas em Monte Alegre por um pequeno grupo de balateiros com faixa etária de 40 a 60 anos de idade. Sua produção destina-se primordialmente aos artesãos de balata residentes em Monte Alegre, Santarém e Belém. O artesão em balata é bastante conhecido em Belém e o comércio ocorre principalmente na Praça da República, conforme demonstrado na fotografia abaixo.

Figura 2: artesanato em balata na Praça da República-Belém/PA



Foto: Marcelo Araújo da Silva, 2015

Como resultado da atitude empreendedora dos balateiros o ofício de balata ressurgiu em Monte Alegre, desta vez, sem pretensão de se tornar um novo ciclo comercial, mas apenas para a manutenção e reprodução do artesanato, do modo cultural de fazer “bichinhos de balata” (SILVA, 2016).

Em Belém e Santarém, especialmente, o comércio das miniaturas é intenso, e elas são vendidas até mesmo para clientes no exterior. Como consequência, a demanda de balata tem experimentado algum crescimento nos últimos anos, e os balateiros também têm obtido reconhecimentos por seu trabalho. Segundo Silva (2016), esse grupo de homens é a única turma de que se tem conhecimento na região que ainda realiza a exploração da balata, porém não todos os anos, como ocorria no passado.

Figura 3: Balateiro escalando uma balateira



Foto: Marcelo Araújo da Silva, 2012

3. TRABALHO E CONHECIMENTOS TRADICIONAIS COMO EXPERIÊNCIA SOCIAL

A vida no balatal, como contado por dezenas de balateiros entrevistados, nunca foi fácil. Apesar de se identificarem como homens fortes e corajosos, eles próprios assumem o quão difícil e arriscado é o seu ofício:

Quando a gente subia, ia todo tempo de canoa, colocava toda a mercadoria dentro [da canoa], tudo enlatado e subia, [...]. Subia sempre de vara e remo, a carga era o tempo todo nas costas. Eram três meses de subida, três de baixada e três no trabalho. Nove meses de trabalho, isso logo que começou o negócio da balata e começaram a subir aqui de Alenquer. Eu tive essa lida por dez anos, [...]. Tinham muitas histórias sobre essa época da balata. Sei que morrer na balateira, morreu. A chaveta sacou do arame, o arame abriu e o caboco caiu de muito alto, ele estava longe dos outros parceiros, quando foram achar, bicho já tinha comido tudo ele, só tina os ossos debaixo da balateira. (Entrevista com o ex-nbalateiro Bernaldino Elias, na cidade de Alenquer. Cedida em julho de 2013 ao autor).

Compreende-se que a atividade de extração de balata requer determinadas habilidades físicas e cognitivas, exige verdadeiras cadeias de esquemas práticos e de percepção que trabalham como um organismo vivo de construção da realidade e divisão social do trabalho. Para Durkheim (1999), a base dos processos de trabalho está nas ordens morais e sociais, as quais interligam indivíduos para além dos momentos que passam juntos executando uma tarefa.

A balata era a principal moeda de troca nas transações entre balateiros e patrões locais (CARVALHO, 2013). A circulação dessa “moeda” se iniciava logo após o retorno dos extrativistas da floresta, entre os meses de junho e julho.

Dessa forma, cada agente da cadeia produtiva ia quitando as dívidas e renovando o crédito, alimentando um novo ciclo de endividamento e comércio. Os “processos de trabalho” (DURKHEIM, 1999) fundados no sistema de aviamento é frequentemente analisado como uma espécie de escravidão por dívida (REIS, 1953; CUNHA, 1989).

Com efeito, como sustenta Carvalho (2013, p. 385), entre patrão e balateiro estabeleciam-se relações baseadas “simultaneamente em dependência material e num senso de lealdade entre as partes”. De acordo com Mauss (2003), nunca foi observado na história do direito ou da economia, trocas entre indivíduos classificados como simples, de bens ou produtos. Primeiro porque não podem ser chamados de ‘indivíduos’ e sim de ‘coletividades que se obrigam mutuamente, trocam e contratam’.

Sendo assim, existem relações que não estão apenas no viés ‘compra e venda’, mas sim, se classificam a partir de valores sentimentais que se interligam com costumes que em determinadas épocas do ano afloram. E situações como “ficar em dívida” corresponde ao sentimento de que é preciso pagar o que se deve, é preciso aceitar o que é oferecido, o não aceite pode ser considerado uma ofensa, é preciso retribuir o que recebeu (MAUSS, 2003).

Os saberes técnico-culturais que constituem o saber-fazer da exploração de balata são repassados de geração a geração nas comunidades tradicionais do interior da Amazônia, compondo um vasto campo de “etnoconhecimento” (SILVA, 2014), apreendido com a vivência cotidiana e interação direta com o meio que os cerca, a observação de fenômenos naturais e as experiências trocadas com populações que já viviam há muito tempo antes na região, como o contato com os índios apalay que viveram por muito tempo na cabeceira do rio Maicuru.

O tipo de reprodução de saberes tradicionais realizado por balateiros envolve “representações simbólicas, conhecimentos intergeracionais, adaptações às mudanças impostas pelo meio, adquiridos num processo social de aprendizagem” (SILVA NETO, 2014, p. 87).

Verifica-se em Godelier (1981), que um processo de trabalho comporta muitas vezes atos simbólicos pelos quais se age não sobre a natureza visível, como o uso de utensílios e ferramentas, mas sobre forças invisíveis que controlam a natureza e são reconhecidos e respeitados como podendo conceder ou negar ao homem o que ele busca da natureza: uma boa safra, boa caçada, etc. Essa parte mítica do processo de trabalho constitui uma realidade social tão real como as ações materiais sobre a natureza. Os modos ideais de interpretar o mundo, nas cosmologias das populações tradicionais, estão quase sempre tão ligados aos processos de trabalho quanto o meio prático-material, mas só possuem significado para o grupo que assim idealiza e, quando situados em seu espaço de trabalho.

4. CONCLUSÕES

Diversos autores têm apontado a importância da presença de povos tradicionais na floresta amazônica como atores de diversificação e preservação da natureza ao mesmo tempo em que apontam a necessidade de preservação de seus saberes tradicionais como garantia de sua reprodução sociocultural (DIEGUES, 2001; BALÉE, 2008, 2014; LITTLE, 2002). Pode-se afirmar que os balateiros desempenham um papel importante no processo de conhecimento sobre a floresta amazônica e seus recursos. A importância da preservação dos conhecimentos desse grupo se reconhece em um saber-fazer transmitido ao longo de gerações por meio da oralidade.

O contato desses homens com a natureza se deu por quase toda uma vida, desde muito novos já eram enviados ao trabalho no balatal, essas experiências de muitos anos formaram um conhecimento prático fundamental para o trabalho na floresta. É deste contato íntimo com a natureza da Amazônia que se cunhou a identidade social dos balateiros.

Apesar das décadas de exploração da balata, os espaços de floresta ocupados como ambiente de trabalho e morada, encontram-se até hoje preservados. O impacto ambiental da exploração da balata é mínimo. A exploração sustentável dos balatais foi possível graças ao “etnomanejo” - nos moldes usados por Silva Neto (2014, p8), apreendido e reproduzido pelos balateiros por gerações.

Os conhecimentos tradicionais e as técnicas de manejo utilizadas por balateiros, se fundam no contato direto com a natureza e as experiências vividas. As inter-relações que envolvem balateiros, artesãos e

floresta, constituem um modelo de sustentabilidade pautado em conhecimentos locais sobre as dinâmicas da floresta e as transformações naturais que ocorrem com a sazonalidade amazônica. Dessas relações constrói-se um modelo de sustentabilidade que é tecido a partir de complexas relações entre o meio cultural e o natural. Todas as inter-relações que envolvem, balateiros, artesãos e a floresta, faz surgir um emaranhado de tecido que culturaliza a natureza e cria uma sociobiodiversidade (SANTILLI, 2005), classificatória e domesticadora dos bens naturais disponíveis.

O domínio de todos os saberes sobre a realidade local da floresta amazônica em que trabalham e vivem, constituem um importante acervo de conhecimentos tradicionais, tendo nos artesãos de balata a protagonização da arte de confeccionar produtos artesanais de grande valor cultural para a região do baixo Amazonas.

Em Godelier (1981), compreende-se que as populações tradicionais que mantêm uma estreita relação com o espaço natural, relacionam-se com este último de forma a ultrapassar sua dimensão prática e material, resultando numa forma de conhecimento que reúne as esferas do material e do imaterial, onde juntos compõem a realidade social vivida.

Os saberes de balateiros, assim como os de todas as comunidades tradicionais, conforme visto anteriormente, constituem fenômenos complexos construídos socialmente a partir de práticas e experiências culturais, relacionadas ao espaço social, aos usos, costumes e tradições. Por ser coletivamente construído, possuem características marcantes de relações compartilhadas, de intercâmbio e de solidariedade.

Por fim, as relações estabelecidas com a floresta são de respeito e pertencimento ao lugar, permeadas por um conjunto de valores éticos e morais que orienta todo o processo de exploração e vivência na mata. Esses valores fazem mais sentido, se vistos a partir da ótica de grupos tradicionais. Compõem a mentalidade social do grupo e exercem papel ordenador das relações de trabalho, efetuando a divisão de tarefas e as regras internas que emergem das relações estabelecidas.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAMBURU, Mikel OTAZU. Aviamento, modernidade e pós-modernidade no interior amazônico. Revista Lusotopie. 1996, p.189-206.
- [2] BALÉE, William. Sobre a Indigeneidade das Paisagens. Artigo apresentado no VI Congresso Mundial de Arqueologia, no Simpósio de Arqueologia e Ecologia Humana no século XXI, organizado por H. Barton e M. Davies, em Dublin, Irlanda, em 03/07/2008.
- [3] _____, William; et al. Florestas antrópicas no Acre: inventário florestal no geoglifo Três Vertentes, Acrelândia - Amazôn., Rev. Antropol. (Online) 6 (1): 140 - 169, 2014.
- [4] BUENO, Ricardo. Borracha na Amazônia: as cicatrizes de um ciclo fugaz e o incíodia industrialização. 1ª. ed. Quattro Projetos. Porto Alegre, 2012.
- [5] CARVALHO, Luciana G. Memórias de trabalho: balateiros de Monte Alegre. Rio de Janeiro: IPHAN, 2011.
- [6] _____, Luciana G. Relações de trabalho nos balatais do Pará. Horizontes Antropológicos, Porto Alegre, ano 19, n. 39, p. 373-400, jan./jun. 2013.
- [7] _____, Luciana Gonçalves de; SILVA, Marcelo Araújo da. OS BALATEIROS DA CALHA NORTE: a emergência de um grupo diante das concessões florestais no Pará. Revista Antropolítica, n. 42, Niterói, p.164-198, 1. sem. 2017.
- [8] CUNHA, Euclides. da. A Margem da História. São Paulo: Martins Fontes. In: DEAN, Warren. A Luta pela Borracha no Brasil: um estudo de história ecológica. Nobel: São Paulo, 1989.
- [9] DANTAS, Fernando Antonio de Carvalho. Base jurídica para a proteção dos conhecimentos tradicionais. Revista CPC, São Paulo, v.1, n.2, p.80-95, maio/out. 2006.
- [10] DIEGUES, Antonio Carlos Santana. O mito moderno da natureza intocada. 3ª ed., Ed. Hucitec - Núcleo de apoio à pesquisa sobre populações humanas e áreas úmidas brasileiras/USP, São Paulo, 2001.
- [11] DURKHEIM, Émile. Da divisão do trabalho social. Tradução de Eduardo Brandão. São Paulo: 2ª ed. Martins Fontes, 1999.
- [12] GODELIER, M. Antropologia. Edgard de Assis Carvalho (Org.). Tradução de Evaldo Sintoni... et al. São Paulo: Ática, 1981.
- [13] LITTLE, Paul E. Territórios Sociais e Povos Tradicionais no Brasil: Por uma antropologia da territorialidade. Série Antropologia. Universidade de Brasília. Brasília, 2002.

- [14] MAUSS, Marcel. Sociologia e Antropologia. 10ª ed. São Paulo: Cosac Naify, 2003.
- [15] MCGRATH, David. Parceiros no Crime: o regatão e a resistência cabocla na Amazônia tradicional. Novos Cadernos NAEA vol. 2, nº 2 – dezembro, 1999.
- [16] MEIRA, Silvio. Os balateiros do Maicuru. Rio de Janeiro. ed. Francisco Alves/Pró- memória. 1984.
- [17] MOORE, JR, Barrington. Injustiça: as bases sociais da obediência e da revolta. Brasilienses: São Paulo, 1987.
- [18] OLIVEIRA, Roberto Cardoso de. O trabalho do antropólogo, 2 ed. São Paulo, Ed. UNESP, 2000.
- [19] POLLAK, Michael. Memória e identidade social. Estudos históricos, Rio de Janeiro, vol. 5. nº 10, 1992.
- [20] REIS, Arthur Cezar Ferreira. O seringal e o seringueiro. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1953.
- [21] SANTILLI, Juliana. Socioambientalismo e novos direitos. São Paulo. Peirópolis. 2005.
- [22] SILVA NETO, Nirson Medeiros da. Quebradeiras e carvoeiros: a transformação do extrativismo de coco babaçu nas terras do Araguaia-Tocantis. Saarbrücken. Novas Edições Acadêmicas, 2014.
- [23] SILVA, Marcelo Araújo da. Condições de efetivação dos Direitos Ambientais de um grupo de balateiros diante das Concessões Florestais na Floresta Estadual do Paru. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito). Universidade Federal do Oeste do Pará-Ufopa. 2016, 99 p.
- [24] SILVA, Rubens E. Coletoras de sementes do Tapajós: mulheres, saberes práticos, relações de gênero e a floresta. Vivência. Revista de Antropologia, nº 43. p. 85-95, 2014.
- [25] Weinstein, Bárbara. A borracha na Amazônia: expansão e decadência (1850- 1920). São Paulo : HUCITEC : Editora da Universidade de São Paulo,1993.
- [26] WITKOSKI, Antônio Carlos. Terra, floresta e água: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais. 1ª ed. EDUA: Manaus, 2006.

Autores

LÉIA MARIA ERLICH RUWER (ORGANIZADORA)

Doutora em Serviço social pela UNESP/SP (2011), possui mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC/SC (2004). É especialista em Administração pela UNIOESTE/PR (2000). Graduada em Administração pela UNIOESTE/PR (1994). Atua na Docência no Ensino Superior na Área de Gestão Estratégica de Pessoas e Marketing (graduação, pós-graduação, MBAs e educação corporativa). Possui ampla bagagem generalista de estudos em empresas de pequeno, médio e grande porte nacionais e multinacionais. Experiência profissional de 21 anos no mercado financeiro, e atua com Consultoria Organizacional e Desenvolvimento de Conteúdo; é avaliadora de cursos do INEP/MEC; é Membro de comissão científica de revistas e eventos diversos.

ADORÉA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE

Possui mestrado e Doutorado em Geografia Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998); (2006). Atualmente é Professora Adjunto da Universidade Federal do Amazonas, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiente, erosão, diagnóstico ambiental, EIAS/RIMAS e Geografia Física. Atua como coordenadora do Curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Federal do Amazonas. É membro do grupo de pesquisa em Geografia no Projeto Planejamento Integrado de Reservatórios em Hidrelétricas da Bacia Amazônica com apoio do FINEP, CNPq e MCT. Lidera dois grupos de pesquisa na área de Geografia Física da Amazônia.

ADRIANO JOSÉ DA SILVA

Graduado em Agronomia, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF-SERTÃO), Pernambuco. Consultor técnico individual, assessoria técnica na Associação do Assentamento Terra da Liberdade, Montagem de horta comunitária, e assessoria técnica em horticultura e agricultura orgânica. Trabalhou no Centro Vocacional Tecnológico/ Sertão Agroecológico da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) na Realização de atividades, eventos e capacitações para agricultores urbanos. Desenvolver capacitações em metodologias participativas para técnicos agrícolas, agrônomos e demais profissionais que executam ATER na região. Realizar a articulação da Rede Interterritorial do Sertão do São Francisco de Agroecologia envolvendo os municípios e entidades do estado da Bahia e Pernambuco. Atualmente trabalha no projeto de integração do Rio São Francisco na Universidade Federal do Vale do São Francisco.

ALESSANDRA HOERNING

Professora no Centro de Educação Profissional de Joinville (CEDUP) para os cursos técnicos de qualidade, mecânica, fabricação mecânica, eletromecânica, eletrotécnica e eletroeletrônica. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Paraná, Especialização em Gestão de Emergências Ambientais pela PUC/PR, Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, Licenciatura em Matemática pela FAEL. Atualmente cursando Licenciatura para Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Santa Catarina. Experiência em engenharia ambiental, com ênfase em resíduos sólidos e pesquisas com líquidos iônicos e modelagem.

ALEXANDRE MELO PEREIRA

Graduando em Engenharia Sanitária pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia ICET/UFAM, atualmente trabalhando como Bolsista da FAPEAM no projeto Filtro em camadas e por gravidade para água potável: ênfase em remoção de microrganismo e substâncias emergentes com orientação de Nivea Cristina de Carvalho Guedes, Participação em eventos científicos como: IV Seminário Internacional em Ciência do Ambiente Sustentabilidade da Amazônia (SICASA), Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Itacoatiara (SNCT/ICET), Encontro Regional de Engenharia a Revolução (ENCOENG/FUCAPI). Participação como Membro da Comissão Eixo Água da Campanha "UFAM, Eu cuido".

ALLANA KARLA COSTA ALVES

Discente em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Sergipe. Técnica em Edificações formada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, campus Lagarto (2015). Bolsista da PRODAP sob a orientação da Dr. Genesis Tamara Ribeiro. Foi aluna bolsista de iniciação científica FAPITEC/IFS (2012-2013), PIBIC/JR/IFS, PIBIC/COPES/UFS (2017-2018). Possui atuação referente a temas envolvendo as áreas de Ecotoxicologia, Resíduo Sólido e Gestão Ambiental.

AMANDA APARECIDA DE LIMA

Graduada no curso de Engenharia Florestal pela Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva - FAIT (2015), mestra em Agronomia (Energia na Agricultura) com atuação nas áreas das Geotecnologias aplicadas no planejamento da paisagem (2018), e atualmente cursa Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, na estimativa de biomassa em floresta de pinus por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto.

AMANDA CONRADT

Aluno do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária.

AMÉLIA MACEDO RAMALHO

Formada em Engenharia Ambiental, Me. em Biocombustíveis e Bioenergia (UFPR), atuou como docente em cursos técnicos (ETECAP) e docente auxiliar (UNIP). Atualmente cursa MBA em Projetos Sustentáveis e Inovações Ambientais.

ANA CLARA DE BARROS

Graduada no curso de Agronomia pela Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias (FAIT) de Itapeva (SP), em 2014. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Cultivo do Milho, em Licenciamento Ambiental e na área de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos. Além disso, possui conhecimentos na área das Geotecnologias. Mestra em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2017, e atualmente cursa Doutorado na UNESP/FCA.

ANA CLAUDIA PIMENTEL DE OLIVEIRA

Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade Celso Lisboa (1990), - Mestrado em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998), - Doutorado em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003), - Pós doutorado em Tratamento alternativo utilizando sementes de Moringa oleífera para a remoção de células de cianobactérias e microcistinas desenvolvido no Laboratório de Ecotoxicologia e Toxicologia de Cianobactérias, Instituto de Biofísica, UFRJ. Atuou como analista ambiental no Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) de 2003 a 2017. - Professora pesquisadora da Universidade Castelo Branco desde 2006. - Coordenadora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação da Universidade Castelo Branco, desde maio/2019.

ANA LÚCIA FEITOZA FREIRE PEREIRA

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) campus Sobral (Área: Gestão Ambiental); Mestre em Recursos Naturais (Área de concentração: Monitoramento de Recursos Naturais), pela Universidade Estadual do Ceará (UECE); e graduada em Tecnologia em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centec/Sobral.

ANA MARA CRUZ LACHI

Mestranda do programa de pós graduação da Universidade Federal do Amazonas - UFAM

ANDERSON JOSÉ SILVA DE LIMA

Especialista em Finanças, Auditoria e Controladoria, pela Faculdades Integradas do Tapajós. Graduação em Ciências Contábeis pelo Instituto Santareno de Ensino Superior (2009). Exerceu atividade de Professor da Universidade Paulista e UNAMA. Atualmente é Coordenador e professor dos Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Logística do Instituto Esperança de Ensino Superior, Supervisor Financeiro -IESPES.

ANDREA ARAÚJO DE AQUINO

Graduada em Serviço Social pela Universidade Católica de Pernambuco (2002), especialista em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz Centro de Pesquisa Ageu Magalhaes/ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2005). Cursando Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável (UNINTER). Atuando no Projeto de Integração do Rio São Francisco na execução do Programa Básico Ambiental/ Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF (2020).

ANDREZA CARLA LOPES ANDRÉ

Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Participou do Programa de Educação Tutorial (PET) - Conexões e Saberes: Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco entre os anos 2017 e 2019 desenvolvendo pesquisas na área de digestão anaeróbia. Possui experiência profissional em extensão rural, tendo participado do Projeto de Integração do Rio São Francisco - PISF entre os anos 2019 e 2020

ANTÔNIO THIAGO MADEIRA BEIRÃO

Possui graduação em Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Pará (2018); graduação em Licenciatura plena em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (2009); graduação em Licenciatura plena em Matemática pela Universidade Federal do Pará (2010); Especialização em Física pela Universidade Federal do Pará (2012); Mestrado (2014) e Doutorado (2018) pelo Programa de Pós graduação em Engenharia Elétrica na UFPA. Tem experiência em nanotecnologia com ênfase em detecção de férmions de Majorana e transporte eletrônico em nanodispositivos contendo cadeias zigzag e de Kitaev utilizando o formalismo de funções de Green no equilíbrio e fora do equilíbrio. Atualmente é professor Adjunto C da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

ARLESON DE ARAÚJO LIMA

Graduando em Engenharia Sanitária pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET/UFAM, Atualmente trabalhando como voluntario no Projeto que tem como Título: O uso de Coagulantes Inorgânicos no Tratamento de Águas Superficiais com Elevada Turbidez. Tendo como orientador o Docente Alex Martins Ramos. Participação em eventos científicos como: IV Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia (SICASA), Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Itacoatiara (SNCT/ICET). Autor do Artigo intitulado AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE DESMATAMENTO DE TRÊS TERRAS INDÍGENAS NO MÉDIO AMAZONAS; Publicado no livro eletrônico “Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais 8”.

BEATRIZ DE FRANÇA ROQUE

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Castelo Branco. Tem experiência na área Ambiental com ênfase em Ecotoxicologia Aquática aplicada à Ambientes Costeiros e Efluentes Industriais. Atuou como voluntária no centro de educação ambiental do Parque Natural Municipal de Marapendi e na fundação SOS Mata atlântica.

CAUÊ BARBOSA COELHO

Mestrando pela UPE - Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, no programa de pós graduação PPGCTA - Ciência e Tecnologia Ambiental. Especialista em gestão Ambiental pela FIJ - Faculdade Integrada de Jacarepaguá. Graduado em Ciências Biológicas pela UECE - Universidade Estadual do Ceará. Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo IFCE - Instituto Federal do Ceará.

CÍCERA ROBSTÂNIA LARANJEIRA DOS PASSOS

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) campus Sobral (Área: Infraestrutura e Saneamento Ambiental); Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (Área de concentração: Engenharia Sanitária), pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); e graduada em Tecnologia em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centec/Cariri.

CLARISSA MOESCH WELTER

Mestra em Ensino de Ciências Naturais pela Universidade Federal de Mato Grosso (2015), Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso (2009), foi estagiária voluntária na área de Educação Ambiental no Horto Florestal "Tote Garcia" (2005-2006) e bolsista pelo Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da UFMT durante dois anos (2007-2009) na área de Ecologia. Trabalhou como professora de Ciências no Colégio Alicerce (2014 -2015) e Professora de Classe na Associação Brasilis- Colégio Waldorf Brasilis (2009-2012), onde fez parte do Conselho Pedagógico. Também trabalhou no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT -Campus Bela Vista (2015- 2017) nos cursos de Tecnologia em Gestão Ambiental , Técnico em Meio Ambiente (integrado ao Ensino Médio) e Técnico em Química (integrado ao Ensino Médio), onde ministrou disciplinas como Educação Ambiental, Avaliação de Impactos Ambientais, Ecologia e biodiversidade, Gestão Ambiental, Recuperação de áreas degradadas, Biogeografia, Manejo de Recursos Naturais, Biologia (I e II) e orientou diversos Trabalhos de Conclusão de Curso com a temática da Educação Ambiental. Participou voluntariamente de projetos de extensão, "Projeto Horta: semeando novos hábitos", "Mulher: educação e Saúde" e "Ateliê Artes Livres". Foi tutora (2017-2019) na Universidade Aberta do Brasil no curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática (UFMT) e professora contratada (2019) pela Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Experiência nas áreas de Educação, Ensino de Ciências e Ecologia.

DANIEL CARVALHO LEITE

Graduado em Agronomia e mestre em Extensão Rural e Desenvolvimento Local pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Trabalhou como assessor técnico no Programa de Formalização e Mobilização para Convivência com o Semiárido: Programa Um Milhão de Cisternas para o Semiárido (P1MC) na Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA BRASIL), foi professor da educação profissional nos cursos técnicos em Agroecologia, Agropecuária e Zootecnia no Centro Estadual de Educação Profissional do Campo Paulo Freire. Atualmente é pós-graduando em Educação do Campo no IF Baiano e trabalha no projeto de integração do Rio São Francisco na Universidade Federal do Vale do São Francisco. Tem experiência em assessoria técnica para organizações não governamentais (ONGs), licenciatura e formação para organização social e econômica de agricultores familiares.

DANIEL VAZQUEZ FIGUEIREDO

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, mestrado e doutorado em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente, é professor da Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro (FAETERJ)-Paracambi - FAETEC, e ministra aulas no curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Atua na área de inventários Florísticos e Fitossociológicos na Floresta Atlântica.

DENILTON GALVÃO DE MORAIS

Atualmente discente do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia e bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq.

EDUARDO VINICIUS ROCHA PIRES

Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Três Lagoas (UFMS - CPTL). Mestre em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus de Três Lagoas (UFMS/CPTL), com enfoque em Dinâmica Ambiental e Planejamento com uso de Geotecnologias. Foi Professor da Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT (Cuiabá) dando as Disciplinas de Planejamento Urbano e Gestão de Cidades Geografia Política, Sensoriamento Remoto e Cartografia Básica. Integrante do grupo de estudos "Diretrizes de Gestão Ambiental com o uso de Geotecnologias" (DIGEAGEO) e Integrante do Laboratório de Prática e Geoprocessamento (LAPEGEO) da UFMS/CPTL

FÁBIO ISRAEL MARTINS CARVALHO

Possui Graduação em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Pará (2003), Mestrado em Química pela Universidade Federal do Pará (2008). Doutorado em Química (área: Química Analítica) pela Universidade Federal do Pará (2015). Atualmente, é Professor do Magistério Superior, Classe 6, Nível 601, Adjunto C, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus de Parauapebas. Atuou, também, como Professor Substituto da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Também é Pesquisador Colaborador do grupo de pesquisa Estudos Ecotoxicológicos dos Sistemas Amazônicos da UFRA e do Grupo de Espectrometria Analítica Aplicada (GEAAp) da UFPA.

FABRÍCIA MACIEL CUNHA

Graduada em Engenharia Sanitária pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia ICET/UFAM, Participação em eventos científicos como: IV Seminário Internacional em Ciência do Ambiente Sustentabilidade da Amazônia (SICASA), Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Itacoatiara (SNCT/ICET), Encontro Regional de Engenharia a Revolução (ENCOENG/FUCAPI).

FABRÍCIA VIEIRA

Técnica em Edificações pelo IFS - Campus Lagarto, graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFS - São Cristóvão, prestadora de serviços especializados em engenharia na A3 Consultoria e Projetos de Engenharia LTDA. Participou de 4 projetos de IC pelo IFS - UFS e já atuou como assessora de projetos na empresa júnior - Easy Jr Soluções Ambientais.

FERNANDA CAMPOS DE ARAÚJO

Bacharel em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, amazônida, tendo atuado especialmente na área socioambiental, com foco nas comunidades tradicionais da Amazônia.

FILIPPE MAIA TORRES

Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Intercambista na Mississippi State University entre 2015 e 2016 e estagiário no laboratório de energia renovável na University of Hawaii at Hilo em 2016, pelo programa Ciências Sem Fronteiras, fomentado pela CAPES. Atual pós-graduando em Análise da Política Internacional Contemporânea e Estudos Brasileiros.

FRANCISCO EDIRLAN DE SOUSA FREITAS

Graduado em Química pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Especialista em Engenharia Ambiental – Instituto Executivo e em Elaboração de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - Unilab. Já atuou como docente na Rede Estadual de Educação Básica no Estado do Ceará, foi bolsista do Laboratório Núcleo de Águas, vinculado ao Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC. Atualmente, trabalha na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, com soluções em saneamento ambiental, tendo como foco o controle operacional, combate as perdas na distribuição de água, instrumentação de equipamentos medidores de pressão e vazão em Sistemas de Abastecimento de Água. Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/9847223127119882>

GABRIEL DOS ANJOS GUIMARÃES

Mestrando em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos pela Universidade Federal do Amazonas (PPGCTRA/UFAM). Especializando em Avaliação de Impactos Ambientais e Processos de Licenciamento Ambiental pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC. Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Amazonas. Atuando em pesquisas relacionadas com resíduos sólidos, especificamente com impactos ambientais causados por microplásticos em ambiente aquático no município de Itacoatiara/AM. Trabalhou como responsável técnico pelo gerenciamento de resíduos de serviço de saúde de um hospital regional no município de Itacoatiara/AM. Autor de artigo publicado no 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 30º CBESA. Autor projetos na área de resíduos sólidos, aplicados no município de Itacoatiara/AM.

GERSON LUIZ DE MORAES

Mestre em Letras, área de Linguagens e letramentos pela UNESP Assis, possui graduação em Letras - Inglês pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Carlos Queiroz (2003) e graduação em Pedagogia pelo Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo Ulson (2010). Tem experiência na área de Letras, com ênfase no uso de novas tecnologias na educação e na área da Educação especialmente em processos de criação, ampliação e autorização de funcionamento de escolas.

GIDIANE SCARATTI

Atualmente é pesquisadora nível de pós-doutorado no Instituto Nacional de Tecnologia. Possui graduação em Engenharia Química (UNOCHAPECÓ, 2013), mestrado em Engenharia Química (UFSC, 2015) e doutorado também em Engenharia Química (UFSC, 2018) com período sanduíche na Rice University (Houston, TX, EUA). Tem experiência na área de tratamento de efluentes líquidos, adsorção, processos oxidativos avançados, membranas catalíticas, tratamento e aproveitamento de rejeitos.

GIOVANA GORNIACK

Aluno do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária.

GLEICA SOYAN BARBOSA ALVES

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Amazonas (2013) e mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (2016). Atualmente é professora Assistente da Universidade Federal do Amazonas lotada no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia. Tem experiência nas áreas de Biologia Molecular, Controle de Qualidade de Alimentos e Medicamentos, Micologia e Saúde Pública.

GUILHERME OIAMARÉ RAMIRES

Possuo o ensino fundamental pela Escola Estadual Souza Bandeira (2015), cursei o ensino médio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá Bela Vista (2018) com o Técnico Integrado ao Ensino Médio em Meio Ambiente e curso atualmente Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Barra do Bugres.

GYSSELLE ALVES ANTUNES

Gyselle Antunes possui graduação em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (2014). Atualmente trabalha com consultoria em sistema de gestão ambiental para as escolas e educação ambiental. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Ciências Ambientais, atuando principalmente nos seguintes temas: microclima, ruídos, projeto integrador, parque marinha do brasil, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e gestão ambiental.

HENRIQUE SOUSA CHAVES

Atualmente discente do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia e bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq.

HERONIDES ADONIAS DANTAS FILHO

Prof. Associado II da Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutor em Ciências (Química Analítica-2007) pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Tem experiência na área de Química Analítica, com ênfase em Quimiometria, atuando principalmente nos seguintes temas: Calibração Multivariada, Técnicas de Seleção de Variáveis e Amostras, Técnicas Multivariadas de Classificação, Filtragem de Sinais Instrumentais, Planejamento e Otimização de Experimentos, Espectroscopia na Região do Infravermelho Próximo (NIR), Óleo Diesel, Madeira de Eucalipto e outras aplicações em NIR. Atualmente é Diretor da Faculdade de Química-ICEN-UFPA, membro do Programa de Pós-Graduação em Química da UFPA e é coordenador do Grupo de Espectrometria Analítica Aplicada (GEAAP).

IARA COSMO DA ROCHA

Aluno do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária.

INAURA CAROLINA CARNEIRO DA ROCHA

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Tiradentes, mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Sergipe e doutorado em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente, integra o corpo docente do Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais (PPGECIA) da UFS, conduzindo estudos voltados para a implementação de técnicas de prevenção e controle da poluição, e para avaliação da sustentabilidade de processos.

IRÍS EUCARÍS DE VASCONCELOS

Doutora em Engenharia Química (UFPE, 2019) mestre em Engenharia de Produção (UFPE, 2000), especializada em Análise Empresarial (UNICAMP, 1979), graduada em Engenharia Química (UFPE, 1977). Atuou durante 40 anos em elaboração de projetos industriais, agropecuário e de gestão ambiental exercendo cargos executivos nos setores privado e público. É Personal & Professional Coach e Leader as Coach pela Sociedade Brasileira de Coaching (2013). Atualmente é professora e exerce a coordenação do curso de Química Industrial na UFPE desenvolvendo atividades e pesquisa nas áreas de planejamento e projeto, administração da produção, meio ambiente e empreendedorismo.

JOÃO CLEME ANANIAS DE SOUSA JUNIOR

Mestrando pela Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, no programa de pós graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Graduado em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco (UPE).

JOSÉ NILTON DA SILVA

Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (2002), com mestrado em Agronomia na área de concentração em solos e nutrição mineral de plantas (2005) e Doutorado em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA (2015). Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus de Parauapebas). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Cadastro Multifinalitário, Projetos Agropecuários, atuando principalmente nos seguintes temas: Geotecnologia, Levantamento cadastral de imóveis rurais, agricultura de precisão, variabilidade espacial e zona de manejo.

JULIA CRISTINA DA SILVA

Possui graduação em Ciências Biológicas em Bacharelado pela Universidade Castelo Branco. Durante a Graduação direcionou-se para a área Ambiental, com ênfase em Ecotoxicologia Aquática aplicada ao Monitoramento de Recursos Hídricos, Educação e Conservação Ambiental.

KARINA WALESKA LOPES ROSSITER

Doutora em Engenharia química(2017), Mestra em Engenharia Mecânica(2008), Especialista em Engenharia da Qualidade e graduada em Engenharia Química (1998), todos pela UFPE. Trabalhou em indústrias como gestora do Controle da Qualidade, meio ambiente e P&D. Atuou na indústria de Petróleo, e como pesquisadora na área de combustíveis. Atuou como Docente no ensino superior e pós-graduação (2008-2015). Atualmente trabalha como consultora na área da qualidade, gestão de processos e meio ambiente e como Auditora de Certificação de Sistema de Gestão Integrado (ISO 9001/ ISO 14001/ISO 45001). Realizou Doutorado Sanduíche na Alemanha, atuando como Pesquisadora do Projeto INNOVATE (UFPE e Universidade Técnica de Berlin).

KARINNE DE ALBUQUERQUE CAMPOS DO PRADO

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (2018). Mestranda no Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental (PPGCTA). Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em Botânica, Ciências Ambientais, Gestão Ambiental e Microbiologia.

KARLA RAQUEL SOUZA AMARIZ

Karla Raquel Souza Amariz é graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia e mestre em Extensão Rural pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Atuou no Projeto de Pastoral da Diocese de Petrolina. Trabalhou como assessora técnica no acompanhamento e fiscalização dos serviços de assistência técnica e extensão rural nos projetos públicos de irrigação do Reassentamento de Itaparica. Atualmente atua como Inspetora Fiscal no Programa Ambiental de Gestão Sustentável e Títulos e Domínios das Famílias Reassentadas do Projeto de Integração do São Francisco – PISF.

KATIANE PEREIRA DA SILVA

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Naturais - Física pela Universidade do Estado do Pará (2006). Mestrado em Física pela Universidade Federal do Maranhão (2010). Doutorado em Física pela Universidade Federal do Ceará (2014) com Estágio de Doutorado (sandwich) pelo Instituto de Ciências de Materials de Barcelona (com investigação em Materiais semicondutores). Atualmente é Professora Adjunto na Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus

Belém. Tem experiência na área de Física da Matéria Condensada na área experimental, atuando principalmente nos seguintes temas: propriedades ópticas e estruturais de materiais, com uso principalmente das técnicas de Espectroscopia Raman e Espectroscopia no Infravermelho.

KELLY DAS GRAÇAS FERNANDES DANTAS

Possui graduação em Bacharelado e Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Viçosa (1999), mestrado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001), doutorado em Ciências (área: Química Analítica) pela Universidade Federal de São Carlos (2005) e pós-doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos (2006). Foi coordenadora do PIBID Química/UFPA. Atuou como docente orientador no Residência Pedagógica Química/UFPA. Atualmente é professora associada- Nível 3 da Universidade Federal do Pará, coordenadora acadêmica do curso de Licenciatura em Química. Foi membro do Comitê assessor de Pesquisa PIBIC da UFPA. Tem experiência em ensino e na área de Química Analítica, com ênfase em técnicas espectroanalíticas, atuando principalmente nas seguintes técnicas: preparo de amostras, FAAS, GFAAS, ICP OES, MIP-OES, HPLC-ICP-MS e HPLC-GFAAS.

LAURA DACOREGGIO VOLPATO BRAZ

Possui graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária pela Universidade Federal de Santa Catarina (2018). Na sequência, iniciou mestrado em Engenharia e Ciências Mecânicas na mesma instituição. Durante o mestrado, realiza pesquisas relacionadas à acústica ferroviária e estuda modelos analíticos para previsão de ruído em ferrovias.

LEONARDO SOUSA CAVALCANTI

Professor da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Agrônomo (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Mestrado (UFLA-MG), Doutorado (ESALQ-USP), Assessor de Projetos Institucionais da UNIVASF de 2012 a 2020, Coordenador Administrativo do Projeto de Integração do São Francisco – PISF na Univasf junto ao Ministério da Integração Nacional, atual Ministério do Desenvolvimento Regional de 2012 a 2020, Coordenador do Projeto Básico Ambiental de Capacitação das Comunidades das Vilas Produtivas Rurais (VPRs) do Projeto de Transposição do São Francisco – PISF

LEONICE DOMINGOS DOS SANTOS CINTRA LIMA

Doutora e Mestre em Serviço Social pela Faculdade de História, Direito e Serviço Social-UNESP, Campus de Franca/SP, Especialista em Metodologia do Serviço Social e em Administração Hospitalar; Bolsista CAPES (2008) realizou Pesquisa em Nível de Doutorado na UCP-Universidade Católica de Portugal. Graduada em Serviço Social pela Faculdade de História, Direito e Serviço Social- UNESP-Franca (1983). Docente em Ensino Superior nível de Graduação, Pós Graduação Lato Sensu (desde 2001) e Stricto Sensu Nível de Mestrado (desde 2012). ATUALMENTE é PROFESSORA E PESQUISADORA DO PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE BRASIL- Campus Fernandópolis; Professora da Disciplina de ANÁLISE SOCIAL RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS no CURSO DE MEDICINA DA UNIFADRA-Dracena/SP e Professora concursada UNIFUNEC- Centro Universitário de Santa Fé do Sul /SP; Coordenou o Curso de Pós Graduação Lato Sensu de "Políticas Públicas e Atendimento à Famílias" na UNICASTELO - Campus Itaquera-São Paulo/SP. Possui Experiência (16 anos) em Coordenação de Curso Superior. Parecerista em Avaliação de Curso de Graduação do Conselho Estadual de Educação/SP. Pesquisadora Adjunta do Instituto Ella- Criações Educativas. Executora de trabalhos técnicos de capacitação, formação e atualização de Conselheiros e Gestores Municipais; Executora de Oficinas Técnicas de Empoderamento Feminino; Executora de Oficinas de Fortalecimento de Vínculos Familiares; Executoras de Trabalhos Técnicos de Consultoria, Acompanhamento e Organização da Gestão da Assistência Social em nível Municipal. Membro do Coletivo Feminista Arthemis-Dracena/SP. Áreas de interesse e pesquisa No âmbito do SERVIÇO SOCIAL: formação profissional; identidade e representação social da profissão; questão social e questão ambiental. No âmbito das CIÊNCIAS AMBIENTAIS: políticas públicas e política ambiental; educação ambiental,

responsabilidade social e participação popular; comunidades remanescentes quilombolas, questão ambiental e racial; território

LETÍCIA LACERDA FREIRE

Técnica de Laboratório (Área: Meio Ambiente) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - campus Sobral; Mestranda em Engenharia Civil (Área de concentração: Saneamento Ambiental), pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Estácio de Sá; Bacharel em Engenharia Ambiental pelo IFCE - campus Juazeiro do Norte e Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Centec/Fatec - Cariri.

LETÍCIA MIRANDA DE SOUZA

Possuo o ensino fundamental até o 8º ano, na Escola Municipal de Educação Básica Profº Francisval de Brito (2014), concluí o último ano do ensino fundamental na Escola Estadual Padre Wanir Delfino César (2015) e em 2016 cursei o ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá Bela Vista (2018).

LUCAS DUARTE OLIVEIRA

Acadêmico de Engenharia Ambiental no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Participa de projetos de pesquisa e de extensão relacionados à qualidade da água, geoprocessamento e reaproveitamento de resíduos orgânicos.

LUCIANA BATISTA SABBATINI

Graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Castelo Branco, estagia há 1 ano no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática da própria Universidade, fazem o monitoramento dos Rios da Zona Oeste.

LUCIVALDO DE JESUS TEIXEIRA

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, campus Aracaju (2015). Discente de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Sergipe. Atuação em temas relacionados aos resíduos sólidos urbanos e resíduos sólidos de serviços de saúde, gestão e educação ambiental

LUIZ CLÁUDIO MOREIRA MELO JUNIOR

Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema-PA, Coordenador do Grupo de Estudos Socioambientais na Amazônia (GESA), Líder dos Grupos de Pesquisa Projeto Várzea e GPGESA (Grupo de Pesquisas e Estudos Socioambientais na Amazônia), com atuação nos seguintes temas: agriculturas amazônicas, comunidades agrofloretais, abordagem sistêmica, educação ambiental e do campo, desenvolvimento local, turismo rural, políticas públicas e sustentabilidade.

MAÍRA CRISTINA MARCOLINO

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, com ênfase nos seguintes temas: microbiologia, bioindicadores, fungos micorrízicos arbusculares (FMA), biocontrole, nematoides do solo e solos do semiárido. Graduiu-se em Licenciatura em Ciências Biológicas, onde atuou no ensino, pesquisa e extensão, com exercício em docência no ensino básico.

MAIRA RODRIGUES LIMA

Graduada em Ciências Biológicas - Bacharelado pela Universidade Castelo Branco (2019). Experiência na área Ambiental, com ênfase em monitoramento de recursos hídricos, educação e conservação ambiental. Estagiou em laboratório de ecotoxicologia aquática da UCB. Atuou como voluntária no centro de educação ambiental do Parque Natural Municipal de Marapendi e na fundação SOS Mata atlântica.

MARCELO ARAÚJO DA SILVA

Mestre em Ciências da Sociedade com ênfase em Direitos Humanos, Sociedade e Cidadania Ambiental pela Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA (2017-2019). Graduado em direito pela UFOPA (2016). Atuou como conciliador no Tribunal de Justiça/PA, (Portaria de nº 4134/2014-GP/TJ-PA) (2015/2016). Fez intercâmbio na Universidade Estadual de Campinas - SP (2015). Foi consultor na elaboração do Estudo do Componente Quilombola (ECQ) das comunidades remanescentes de quilombos localizadas no entorno da Mineração Rio do Norte, no âmbito do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) da mesma empresa (2016/2017). É consultor do Ministério da Cidadania, no estado do Pará, realizando a supervisão de pesquisadores de campo no Projeto de Avaliação do Impacto do Programa Criança Feliz do Governo Federal em parceria com a UFOPA. É membro do Grupo de Pesquisa Diversidade Cultural, Território e Novos Direitos na Amazônia, do Instituto de Ciências da Sociedade da UFOPA e do Grupo de Pesquisa e Extensão em Saúde Coletiva na Amazônia (PESCA), do Instituto de Saúde Coletiva (ISCO) da UFOPA. Realiza pesquisas, principalmente, nas áreas de: Estudos rurais, Sustentabilidade, Direitos humanos, Cidadania, Patrimônios Culturais e conflitos socioambientais em áreas protegidas.

MARCELO MARCIO SILVA DE SOUZA

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-CEDERJ). Gestor Ambiental pelo Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi (IST/Paracambi). Mestre em Ciências e Tecnologia Ambiental (UEZO).

MARCELO REAL PRADO

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (1994), mestrado em Tecnologia Química (ênfase em Tecnologia de Alimentos)(1998) e doutorado em Tecnologia de Alimentos (2007), ambos pela Universidade Federal do Paraná. Possui ainda MBA em Gestão Empresarial pela UTFPR. Atualmente é Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atua na área de Bioenergia, com a produção de biomassa e bioprodutos à partir de microalgas. Membro da Diretoria da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, regional Paraná. Membro da Diretoria da Associação dos Engenheiros Químicos do Paraná. Atua nos seguintes temas: avaliação do ciclo de vida de produtos, avaliação ambiental de produtos e processos, tratamento e reaproveitamento de águas residuárias.

MÁRCIA MARÍLIA DE SOUZA SILVA

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, com linha de pesquisa na área de Química Medicinal com ênfase em síntese de compostos antichagásicos. Graduada em Bacharelado em Ciências Biológicas, onde atuou no ensino, pesquisa e extensão nas áreas de Microbiologia e Educação Ambiental.

MARCIO VIANA DE SOUZA

Advogado com escritório próprio. Possui graduação em Direito pela Universidade Camilo Castelo Branco (2010). Especialista em Direito e Processo Tributário. Especialista em Direito e Processo Civil. Mestre em Ciências Ambientais. Docente e Orientador do Núcleo de Práticas Jurídicas da Universidade Brasil. Docente na Faculdade Monitor. Professor de cursos preparatórios para o Exame de Ordem e concursos públicos.

MARIA ANTONIA BALBINO PEREIRA

Acadêmica de Engenharia Ambiental do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, participa de projetos de pesquisa e de extensão no Laboratório de Águas e Efluentes desta mesma instituição, é estudante de Iniciação Científica (IF Goiano).

MARYLUCE ALBUQUERQUE DA SILVA CAMPOS

Possui graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco (2002), mestrado em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco (2005) e doutorado em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco (2009). Atualmente é professora adjunta da Universidade de Pernambuco Campus Petrolina e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) nível Mestrado.

MAYANE CONCEIÇÃO PENA DE OLIVEIRA

Mestranda em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos (PPGCTRA/UFAM) na área de Ciências Ambientais. Especializando em Isolamento de ativos antibióticos de fungos filamentosos Amazônicos. Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2020). Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Saneamento Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: microbiologia dos alimentos, tratamento de resíduos sólidos, tratamento de água para abastecimento humano, esgotamento sanitário e efluentes domésticos, educação ambiental, drenagem urbana e qualidade de água. Estagiou na empresa BK/Energia e no Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE. Participação em eventos científicos como: IV e V Seminário Internacional em Ciência do Ambiente Sustentabilidade da Amazônia (SICASA), Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Itacoatiara (SNCT/ICET). Participação como Membro da Comissão Eixo Água da Campanha "UFAM, Eu cuido".

MICHAEL GUIMARÃES DE SOUZA

Mestrando do programa de pós graduação da universidade federal do amazonas - UFAM

MICHELE CAGNIN VICENTE

Gestora Ambiental pelo Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi (IST/Paracambi). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-CEDERJ). Mestre em Fitotecnia e Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

NAZARENO DE JESUS GOMES DE LIMA

Graduado em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis pela Universidade Federal da Amazônia, Pesquisador do Grupo de Pesquisa e Estudos socioambiental na Amazônia.

NILSON NUNES TAVARES

Graduado em Química Licenciatura e Bacharelado - Faculdades de Humanidades Pedro II (1990), Mestrado em Ciências Biológicas (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1996) e Doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002). Pós Doutor na École Normale Supérieure-Paris (2004-2006). Técnico Químico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1985-....).

PATRICIA HELENA MIRANDOLA GARCIA

Professora associada III da UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Campus de Três Lagoas, docente dos cursos de Geografia (licenciatura e bacharelado) e dos Programas de Pós Graduação em Geografia (Mestrado e Doutorado) /Três Lagoas - MS e Ensino de Ciências (Doutorado) - área Educação Ambiental /Campo Grande - MS Formação acadêmica: Pós-Doutorado - Geografia - USP - São Paulo, Doutorado - UFRJ - Rio de Janeiro 2002-2006, Mestrado - UNESP Presidente Prudente - 1996-1999 e Especialização - PUC Belo Horizonte - 1992. Formada em Geografia pela Faculdade Auxilium de Filosofia, Ciências e Letras de Lins SP (1992) Atuação nos grupos de pesquisa:* Líder do Grupo DIGEAGEO - Diretrizes de Gestão Ambiental com uso de Geotecnologias UFMS & CNPq,* Líder do grupo LEA - Laboratório Multidisciplinar de Ensino e Aprendizagem - UFMS* Membro do GEEPI - Grupo de Estudos Estratégicos e Planejamento Integrado UFMT & CNPq, Orienta nas seguintes temáticas:Trabalha na área Geografia, com ênfase em Geografia Ambiental e regional e Educação Ambiental, seus enfoques atuais estão baseados nas temáticas de Planejamento Ambiental com uso de Geotecnologias., e desde 2010 trabalha com Ensino de Cartografia na Geografia. Na atividades de gestão e representação administrativa e acadêmica: * Trabalhou 11 anos na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), vinculada ao departamento de Geografia onde exerceu atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão universitária.Foi gestora do PROEXT 2011, participante do PROEXT 2012, coordenadora do PROEXT 2013 e gestora do 2014 ambos projetos de extensão ligados ao LEA.(Laboratório Multidisciplinar de Ensino e Aprendizagem - UFMS), é colaboradora do projeto PRODOCENCIA - UFMS Presidente da COE (Comissão de Estágio) na Licenciatura e Bacharelado em Geografia da UFMS, desde 2007. Atualmente é Orientadora do Programa PIBID Geografia de Três Lagoas e Bolsista Supervisão CAPES.

PRISCILLA ANDRADE SILVA

Possui Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará (2009) e Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2019). Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará (2011). Doutorado em Agronomia (Fisiologia e Bioquímica) pela Universidade Federal Rural da Amazônia e sanduíche pela Universidade Federal de Viçosa (2016). Atualmente Professora Adjunta da UFRA-ISPA-Belém, ministrando as disciplinas do Eixo de Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Vegetal aos Cursos de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Zootecnia e Agronomia. Linhas de Pesquisa: Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal e Vegetal, Bioquímica e Fisiologia da Produção Vegetal. Coordena o Projeto de Pesquisa intitulado "Qualidade de Sistemas de Plantios das Culturas de Açaí e Mandioca no Sudeste do Pará".

REGINA DE FÁTIMA PERALTA MUNIZ MOREIRA

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (1982), mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1987), doutorado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994) e pós-doutorado na Universidade do Porto (1999). Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina e docente do corpo permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFSC. É membro de comitês de avaliação de editais da FAPERJ e FAPESP. Publicou mais de 140 artigos em periódicos internacionais e concluiu a orientação de mais de 100 trabalhos de pós-graduação (mestrado, doutorado e pós-doutorado). Tem experiência em tratamento de efluentes, adsorção, fotocatalise, processos oxidativos avançados.

REGINA LÚCIA FÉLIX DE AGUIAR LIMA

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (1996), mestrado em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco (1999) e doutorado em Tecnologias Energéticas Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco (2004). Atualmente é professora adjunta da Universidade de Pernambuco Campus Petrolina, onde atua na Graduação em Ciências Biológicas e no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Tem experiência na área de Microbiologia, com ênfase em Micologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biologia das micorrizas arbusculares, produção de mudas com uso de fungos micorrízicos

arbusculares, fruticultura e micorrizas arbusculares, mudança no uso do solo da caatinga e efeitos na microbiota.

RENAN DE ALMEIDA SILVA

Mestre e Graduado em Geografia-Licenciatura pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Três Lagoas (UFMS - CPTL). Atualmente é professor de Geografia na EE. Olímpio João Pissinati Guerra situada na cidade de Sinop - MT. Atuou como professor contratado no curso de licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Colíder no ano de 2018 e como Analista SIG na Eldorado Brasil, atuando na elaboração de mapas para o microplanejamento de plantio e colheita (reflorestamento de eucaliptos). Outrora, foi desenhista técnico na empresa Geopampa Engenharia, atuando na atualização da base de dados espaciais em prestação de serviços para a Fibria. Tem experiência na construção, consistência e atualização de base de dados espaciais georreferenciados, processamento de imagens de alta resolução (VANT), processamento de imagens de satélite de média resolução e cartografia digital. Entre os softwares e SIGs manipulados estão ArcGIS, SPRING, Postflight Terra 3D, AutoCAD e Global Mapper. Também é membro do grupo de estudos "Diretrizes de Gestão Ambiental com o uso de Geotecnologias" (DIGEAGEO). Durante a universidade desenvolveu trabalhos de análise ambiental a partir da aplicação das Geotecnologias, Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas e diversos estudos utilizando, principalmente, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e os SIGs.

ROCHELLE SERAFIM DE ANDRADE

Mestre em Estudos de Linguagem pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Participa do grupo de Pesquisa Investigando o(s) Letramento(s): um estudo crítico-dialógico de discursos e práticas escolares Estudos Linguísticos e de Letramento organizado pela Prof. Dra. Claudia G. Paes de Barros e do Projeto "Português para estrangeiros". Possui graduação em Letras Português e Inglês pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013). Tem experiência na área de Letras, com ênfase em inglês como professora de Língua Inglesa. Participou do Projeto de Iniciação à Docência (PIBID), por três anos na escola pública (2010-2013). Participou do projeto de intercâmbio pela AISEC ministrando aulas de inglês na Colômbia por dois meses em 2018. Professora de Inglês, Português e Português para estrangeiros do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), campus Cuiabá-Bela Vista por dois (2016-2018). Atualmente é professora de inglês e literatura em escolas privadas.

ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE

A pesquisadora possui graduação em Engenharia Civil pela Unesp de Bauru (1986), com Mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo (1991), com doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (2002) e Pós Doutorado, na área de novos materiais na Universidade de Aveiro - Portugal (2009-2010). Livre Docência (2011) pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Atualmente é professora da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas, atuando principalmente nos seguintes temas: construção civil, materiais alternativos e em chapas de partículas compostas de resíduos agroindustriais.

ROSANGELA LEAL BJERK

Rosangela Bjerk possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2004). Atualmente é técnica de laboratório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, campus Porto Alegre, na área de Ciências Biológicas e Ambientais. Trabalha com Educação Ambiental e Análises Ambientais. Trabalhou durante 17 anos na Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (antiga Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre), no laboratório de Bioquímica e Fisiologia, atuando principalmente nos seguintes temas: cromatografia, paracetamol, bioquímica, hepatotoxicidade e

aulas práticas. Atualmente trabalha com análise de água, Educação Ambiental, Uso Público Unidades de Conservação.

SILVANA CARVALHO DE SOUZA CALADO

Graduada em Química Industrial pela Universidade Católica de Pernambuco (1982), mestra em Ciências dos Alimentos no Departamento de Nutrição pela UFPE (1996) e doutora em Oceanografia Química pela UFPE (2004). Atualmente é professora adjunto da UFPE. Vice-Presidente da Academia Pernambucana de Química, Conselheira Federal de Química e Presidente da Associação Brasileira de Química Nacional. Tem experiência na área de oceanografia, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento e monitoramento de águas e de efluentes, características químicas de efluentes e de águas, dimensionamento de Estações de Tratamento de águas e de efluentes, estudo de macroalgas e oceanografia química. Pesquisadora do Projeto INNOVATE / Germany.

SILVANA DE SOUZA MORAES

Doutoranda em Ciência da Informação na UNESP Marília, mestra em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia da UNESP Bauru (2016), pós-graduada em Gestão Integrada da Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança no Trabalho e Responsabilidade Social (2012) pelo SENAC, pós-graduada em Gestão de Pessoas (2009) pela Faculdade Anhanguera de Bauru, graduada em Letras (1997) e em Gestão Empresarial / Processos gerenciais pela FATEC Bauru (2018). Experiência em Educação corporativa, trabalha como Assessora no Banco do Brasil e desde 2011 atua como educadora da Universidade Corporativa Banco do Brasil (UNIBB), ministrando Oficina de Ecoeficiência, Gestão Ambiental e Atendimento não presencial para os funcionários da organização, atuando também na formação de novos educadores desde 2015.

TELMO FRANCISCO MANFRON OJEDA

Telmo Ojeda graduou-se em Engenharia Química e tem mestrados em Engenharia Metalúrgica – Materiais e Gestão Empresarial. Tem doutorados em Ciência dos Materiais e Ciência do Solo. Tem experiência maior nas áreas de inovação e desenvolvimento de produtos na indústria de tintas, assim como na de materiais plásticos petroquímicos e biodegradáveis. Tem ensinado normalmente em instituições de nível superior, e participou de muitos estudos na indústria de plásticos, escreveu muitos artigos científicos e é autor de diversas patentes. O prof. Telmo Ojeda é membro do Comitê de Plásticos da ASTM International, e é um palestrante regular em eventos internacionais de plásticos, em especial de plásticos oxibiodegradáveis. Também é um contribuidor regular de muitos periódicos internacionais.

THAINARA KAUANNE PACHECO ALMEIDA

Mestranda pela Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, no programa de pós graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Especialista em Saúde Pública pela FAJOLCA. Enfermeira pela Universidade de Pernambuco (UPE).

THALITA GRANDO RAUEN

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Católica de Pelotas (1998), mestre em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e Doutora em Físico-Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005). Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. Os projetos de interesse são na área de Química Ambiental, principalmente nos seguintes temas: substâncias húmicas, fluorescência, pireno, ensino, tensão superficial, e mais recentemente ecotoxicidade, microtox, nanopartículas e processos oxidativos avançados.

THIAGO ANTONIO FIORENTIN

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005). Em 2007 concluiu seu mestrado em vibrações e acústica na mesma universidade. Na sequência realizou seu doutorado em vibrações e acústica também na Universidade Federal de Santa Catarina. Em 2011 e 2012 atuou como pesquisador visitante no ISVR (Institute of Sound and Vibration Research) da Universidade de Southampton na Inglaterra. Seus principais interesses incluem: modelos numéricos em vibrações e acústica, análise dinâmica/estrutural de equipamentos e caracterização das propriedades mecânicas dos materiais através de ensaios dinâmicos. Membro dos seguintes grupos de pesquisa: Grupo de Pesquisa de Manufatura Auxiliada por Computador (GPCAM) e Grupo de Modelagem e Simulação Computacional.

VANESSA GUIRRA ALMEIDA

Técnica Agrícola com especialização em agropecuária pelo IF Baiano, campus Senhor do Bonfim, graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFS - São Cristóvão. Foi monitora das disciplinas de Cartografia e Geoprocessamento no departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFS. Atuou como assessora de projetos e como Diretora Comercial na empresa júnior - EASY Jr. Soluções Ambientais.

VICENTE FILHO ALVES SILVA

Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural da Amazônia. Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA - 2011), sendo bolsista do PET-Agronomia/UFRA/SESu/MEC, e trabalhando na área de Manejo e Conservação do Solo e Fertilidade do Solo. Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP Jaboticabal - 2013), sendo bolsista CNPq e trabalhando com mecanização agrícola. Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela UNESP, sendo bolsista CAPES) e trabalhando com controle de qualidade em semeadora-adubadora. Tem experiência na área de Agronomia e Engenharia Agrícola, com ênfase em Máquinas e Mecanização Agrícola.

VICTORIA GALDINO RAMOS

Graduanda do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (UPE) - Campus Petrolina, atuando no ensino, pesquisa e extensão com exercício em docência no ensino básico.

WELLMO DOS SANTOS ALVES

Doutor e Mestre em Geogr. Física pela Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional de Jataí; Engenheiro Agrônomo (CREA: 21947/D-GO e RN 100559628-0) pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano - RV); Técnico em Agropecuária pelo CEFET de Rio Verde; trabalha no IF Goiano - Campus Rio Verde, onde é técnico e pesquisador.

YESID ERNESTO ASAFF MENDOZA

Professor Adjunto Nível A do Departamento de Engenharias da Mobilidade (CEM) da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville. Possui graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Francisco de Paula Santander - UFPS (Colômbia, 2002), com mestrado (2006) e doutorado (2013) em Engenharia Mecânica na área de hidráulica e pneumática pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com período sanduíche no Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) RWTHAachen University - Alemanha. As áreas de interesse incluem: projeto, modelagem e controle de sistemas mecânicos, hidráulicos e pneumáticos, manutenção industrial e investigação e prevenção de acidentes ferroviários e metroviários.

ZACARIAS XAVIER DE BARROS

Professor Titular, desde 1999, pela Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP Botucatu SP). Atualmente, atua principalmente nos seguintes temas: uso da terra, ocupação do solo, bacia hidrográfica, classes de declive, unidades de solo, relevo, amostras circulares, teste análise multivariada e fotografias aéreas restituição.

