

Organizadores

Reinaldo Eduardo da Silva Sales
Reginaldo da Silva Sales

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA

PESQUISA E PRÁTICAS CONTEMPORÂNEAS

VOLUME 1



editora científica

Organizadores

Reinaldo Eduardo da Silva Sales
Reginaldo da Silva Sales

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA

PESQUISA E PRÁTICAS CONTEMPORÂNEAS

VOLUME 1

The background image is a dark, atmospheric scene of a hazardous waste site. In the foreground, a worker in a red shirt and protective gear is handling a yellow barrel with a radiation symbol. To the right, a large white tanker truck is parked on a surface covered with dark, fibrous material. The scene is dimly lit, suggesting a night or dusk setting.

1ª EDIÇÃO
2021



editora científica

Copyright© 2021 por Editora Científica Digital

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2021 Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E24 Educação ambiental e cidadania [livro eletrônico] : pesquisa e práticas contemporâneas: volume 1 / Organizadores Reinaldo Eduardo da Silva Sales, Reginaldo da Silva Sales. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-87196-74-9

DOI 10.37885/978-65-87196-74-9

1. Educação ambiental. 2. Cidadania. I. Sales, Reinaldo Eduardo da Silva. II. Sales, Reginaldo da Silva.

CDD 323.6

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download e compartilhamento desde que os créditos sejam atribuídos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.



editora científica

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

CORPO EDITORIAL

Editor Chefe

Reinaldo Cardoso

Editor Executivo

João Batista Quintela

Editor Científico

Prof. Dr. Robson José de Oliveira

Assistentes Editoriais

Elielson Ramos Jr.

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

Arte e Diagramação

Andrewick França

Leonardo Higuti Borba

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior - CRB6/2422

Jurídico

Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852



editora científica

CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

Robson José de Oliveira	Gevair Campos
<i>Universidade Federal do Piauí, Brasil</i>	<i>Faculdade CNEC Unaí, Brasil</i>
Eloisa Rosotti Navarro	Flávio Aparecido de Almeida
<i>Universidade Federal de São Carlos, Brasil</i>	<i>Faculdade Unida de Vitória, Brasil</i>
Rogério de Melo Grillo	Mauro Vinicius Dutra Girão
<i>Universidade Estadual de Campinas, Brasil</i>	<i>Centro Universitário Inta, Brasil</i>
Carlos Alberto Martins Cordeiro	Clóvis Luciano Giacomet
<i>Universidade Federal do Pará, Brasil</i>	<i>Universidade Federal do Amapá, Brasil</i>
Ernane Rosa Martins	Giovanna Moraes
<i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil</i>	<i>Universidade Federal de Uberlândia, Brasil</i>
Rossano Sartori Dal Molin	André Cutrim Carvalho
<i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil</i>	<i>Universidade Federal do Pará, Brasil</i>
Edilson Coelho Sampaio	Silvani Verruck
<i>Universidade da Amazônia, Brasil</i>	<i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>
Domingos Bombo Damião	Auristela Correa Castro
<i>Universidade Agostinho Neto, Angola</i>	<i>Universidade Federal do Pará, Brasil</i>
Elson Ferreira Costa	Oswaldo Contador Junior
<i>Universidade do Estado do Pará, Brasil</i>	<i>Faculdade de Tecnologia de Jahu, Brasil</i>
Carlos Alexandre Oelke	Claudia Maria Rinhel-Silva
<i>Universidade Federal do Pampa, Brasil</i>	<i>Universidade Paulista, Brasil</i>
Patricio Francisco da Silva	Dennis Soares Leite
<i>Faculdade Pitágoras, Brasil</i>	<i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Reinaldo Eduardo da Silva Sales	Silvana Lima Vieira
<i>Instituto Federal do Pará, Brasil</i>	<i>Universidade do Estado da Bahia, Brasil</i>
Dalízia Amaral Cruz	Cristina Berger Fadel
<i>Universidade Federal do Pará, Brasil</i>	<i>Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil</i>
Susana Jorge Ferreira	Graciete Barros Silva
<i>Universidade de Évora, Portugal</i>	<i>Universidade Estadual de Roraima, Brasil</i>
Fabricio Gomes Gonçalves	Juliana Campos Pinheiro
<i>Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil</i>	<i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil</i>
Erival Gonçalves Prata	Cristiano Marins
<i>Universidade Federal do Pará, Brasil</i>	<i>Universidade Federal Fluminense, Brasil</i>
	Silvio Almeida Junior
	<i>Universidade de Franca, Brasil</i>



editora **científica**

CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

- Raimundo Nonato Ferreira do Nascimento
Universidade Federal do Piauí, Brasil
- Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, Brasil
- Carlos Roberto de Lima
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
- Iramirton Figuerêdo Moreira
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
- Daniel Luciano Gevehr
Faculdades Integradas de Taquara, Brasil
- Maria Cristina Zago
Centro Universitário UNIFAAT, Brasil
- Wescley Viana Evangelista
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
- Samylla Maira Costa Siqueira
Universidade Federal da Bahia, Brasil
- Antônio Marcos Mota Miranda
Instituto Evandro Chagas, Brasil
- Dennys Ramon de Melo Fernandes Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
- Francisco de Sousa Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil
- Reginaldo da Silva Sales
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil
- Maria do Carmo de Sousa
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
- Mauro Luiz Costa Campello
Universidade Paulista, Brasil
- Sayonara Cotrim Sabioni
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil
- Ricardo Pereira Sepini
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
- Flávio Campos de Moraes
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
- Sonia Aparecida Cabral
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil
- Jonatas Brito de Alencar Neto
Universidade Federal do Ceará, Brasil
- Moisés de Souza Mendonça
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil
- Pedro Afonso Cortez
Universidade Metodista de São Paulo, Brasil
- Julianno Pizzano Ayoub
Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil
- Cynthia Mafra Fonseca de Lima
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
- Marcos Reis Gonçalves
Centro Universitário Tiradentes, Brasil
- Vitor Afonso Hoeflich
Universidade Federal do Paraná, Brasil
- Bianca Anacleto Araújo de Sousa
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
- Bianca Cerqueira Martins
Universidade Federal do Acre, Brasil
- Daniela Remião de Macedo
Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, Portugal
- Dioniso de Souza Sampaio
Universidade Federal do Pará, Brasil
- Rosemary Laís Galati
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
- Maria Fernanda Soares Queiroz
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil



editora científica

CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Leonardo Augusto Couto Finelli

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Thais Ranielle Souza de Oliveira

Centro Universitário Euroamericano, Brasil

Danielly de Sousa Nóbrega

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Livia Fernandes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Liege Coutinho Goulart Dornellas

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Ticiano Azevedo Bastos

Secretaria Estadual da Educação de Minas Gerais, Brasil

Walmir Fernandes Pereira

Miami University of Science and Technology, Estados Unidos da América

Jónata Ferreira De Moura

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Camila de Moura Vogt

Universidade Federal do Pará, Brasil

José Martins Juliano Eustáquio

Universidade de Uberaba, Brasil

Gloria Maria de Franca

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Carla da Silva Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Mário Celso Neves de Andrade

Universidade Tiradentes, Brasil

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Universidade Federal do Pará, Brasil



editora científica

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

A ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS PELO DESPILAMENTO DO AÇAÍ NA CIDADE DE TUCURUÍ-PARÁ

Danubya dos Santos Silva; Marcos Barradas Gonçalves; Aline Furtado Louzada; Carla de Araújo Pereira; Marceligomes de Souza

DOI: 10.37885/201202479 14

CAPÍTULO 02

A GESTÃO INTEGRADA DE CICIN E KNECH (1988), APLICADA À REVITALIZAÇÃO DA ORLA DO SACO DA MANGUEIRA EM RIO GRANDE/RS

Renan Alves Conceição; Milton Lafourcade Asmus

DOI: 10.37885/201202540 20

CAPÍTULO 03

A QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E A INCIDÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA: ESTUDO DE CASO DO BAIRRO JARDIM TROPICAL – BREVES – MARAJÓ – PA

Alzilene dos Santos Cardoso; Andréia Silva Costa; Brunna Lucena Cariello dos Reis

DOI: 10.37885/201202626 31

CAPÍTULO 04

A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS CRONOPOTENCIOMÉTRICAS (SCP E AGNES) PARA AVALIAR A COMPLEXAÇÃO DINÂMICA DE PB(II) POR DIFERENTES FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS

Maria Célia Tavares; Vinicius Del Colle; José Paulo Pinheiro; Wander Gustavo Botero

DOI: 10.37885/210102736 51

CAPÍTULO 05

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA A PARTIR DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Denise Helena Lombardo Ferreira; Ingrid Metzner Moraes; Cibele Roberta Sugahara; Bruna Angela Branchi

DOI: 10.37885/201102245 68

CAPÍTULO 06

ANÁLISE DOS IMPACTOS E PROGRAMAS AMBIENTAIS: O CASO DE UMA OBRA PÚBLICA EM SÃO PAULO, BRASIL

Elisabete Mesquita Pinotti; Fernando Antonio Bataghin

DOI: 10.37885/201202477 85

SUMÁRIO

CAPÍTULO 07

ANÁLISE DOS IMPACTOS E PROGRAMAS AMBIENTAIS: O CASO DE UMA OBRA PÚBLICA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Elisabete Mesquita Pinotti; Fernando Antonio Bataghin

DOI: 10.37885/201202538 112

CAPÍTULO 08

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE ARARAS - SP
João Henrique do Nascimento e Silva; Hélder Henrique Jacovetti Gasperoto

DOI: 10.37885/201102131 132

CAPÍTULO 09

AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM RIOS: APLICAÇÃO NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
Adriel Barboza Bentos; Anderson de Souza Gallo; Nathalia de França Guimarães; Maicon Douglas Bispo de Souza; Rubismar Stolf; Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges

DOI: 10.37885/210102840 142

CAPÍTULO 10

CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS E POLUIÇÃO SONORA NA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE GOVERNADOR VALADARES – MG
Gutembergue Costa de Carvalho Filho; Daniela Martins Cunha; Jaider Taveira

DOI: 10.37885/201202559 158

CAPÍTULO 11

COMPARATIVO DE CUSTOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA DE ÁGUA FRIA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS
Eliene Silvana de Souza Guedes; Gilson B Athayde Júnior

DOI: 10.37885/201202597 176

CAPÍTULO 12

DETERMINAÇÃO DO IMPACTO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A GERAÇÃO DE ESCOAMENTO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA
Danilo Roberto de Sousa Leandro; Filipe Tawã Gomes; Gean Carlos Pereira de Lucena; Márcia Mirelly André da Silva; Wesley Lima Lins

DOI: 10.37885/201202519 187

SUMÁRIO

CAPÍTULO 13

DIREITO À SAÚDE COMO INSTRUMENTO DE AÇÕES SOCIAIS PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Antonio Jorge de Lima Gomes; Jorge Luiz dos Santos Gomes; Priscilla dos Santos Gomes

DOI: 10.37885/210102721.....202

CAPÍTULO 14

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ATO RESPONSÁVEL: ENSAIO SOBRE FORMAÇÃO CONTINUADA DO ECOEDUCADOR

Santiago Daniel Hernandez-Piloto Ramos; Maria das Graças Ferreira Lobino; Sumika Soares de Freitas Hernandez-Piloto

DOI: 10.37885/201202638217

CAPÍTULO 15

EFICIÊNCIA DE MORINGA OLEIFERA E SULFATO DE ALUMÍNIO NO TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA INDUSTRIAL

Enaira Liany Bezerra dos Santos; Juciane Vieira de Assis; Larissa Fernandes da Silva; Letícia Lamonyely Pereira da Costa; Yáskara Fabíola Monteiro Marques Leite; Roseano Medeiros da Silva

DOI: 10.37885/201102294.....236

CAPÍTULO 16

ESSE RIO É MINHA RUA: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TAPAJÓS NA ORLA PORTUÁRIA DE SANTARÉM-PA

Reginaldo da Silva Sales; Rosivana Silva Correa; Osimar Lopes da Costa; Maria Creusa Sales

DOI: 10.37885/201202487.....244

CAPÍTULO 17

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE INVADIDAS POR ÁREAS AGRICULTÁVEIS NO MUNICÍPIO DE IRINEÓPOLIS - SC

Carlos Roberto Rodrigues da Silva

DOI: 10.37885/201102286.....267

CAPÍTULO 18

MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA EM BACIA HIDROGRÁFICA

Ronaldo Alberto Pollo; Mateus de Campos Leme

DOI: 10.37885/201102336.....278

SUMÁRIO

CAPÍTULO 19

MODELAGEM DA APTIDÃO CLIMÁTICA DE ESCHWEILERA OVATA (CAMBESS.) MIERS (LECYTHIDACEAE)

Luana Gaspar do Nascimento Lopes; Ary Gomes da Silva

DOI: 10.37885/201202461..... 287

CAPÍTULO 20

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA EDUCAÇÃO: UM LEVANTAMENTO DAS PRÁTICAS, FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DIGITAIS

Katyeudo Karlos de Sousa Oliveira; Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI: 10.37885/201102015..... 296

CAPÍTULO 21

O SURDO E A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Izadora Silveira Fernandes; Marcus Andrade Covre

DOI: 10.37885/201202371..... 315

CAPÍTULO 22

OUTORGAS SUPERFICIAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO DOMINGOS, PINHEIROS/ES

Jonatha Liprandi Jaques; André Luiz Nascentes Coelho

DOI: 10.37885/201202609..... 332

CAPÍTULO 23

PARÂMETROS DE BALNEABILIDADE DO RIO APEÚ, CASTANHAL/PARÁ

Aliny Correia Saraiva; Aline Luana Fonseca Silva; William de Carvalho Lima; Reinaldo Eduardo da Silva Sales; Hebe Morganne Campos Ribeiro

DOI: 10.37885/210102726..... 354

CAPÍTULO 24

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE FREQUENTADORES E ESTUDO DOS IMPACTOS DO PARQUE ECOLÓGICO LAGUNA DA JANSEN, MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MA

Angélica dos Santos da Silva; Elenildes da Silva Corrêa; Islene Lopes Abreu Ferreira; Karina Rocha dos Santos Figueiredo; Nadja Francisca Silva Nascimento; Romilson Amorim Bastos; Jainara Santos Albuquerque; Heloísa Marly Silva Diniz

DOI: 10.37885/201102176..... 365

SUMÁRIO

CAPÍTULO 25

PERCEPÇÃO DA IMPORTÂNCIA DAS MATAS CILIARES DO CÓRREGO CACAU (CONFRESA – MATO GROSSO) PELOS MORADORES DE SEU ENTORNO

Edivaldo Soares Silva; José Gerley Díaz Castro; Polyana Rafaela Ramos; José Pereira Cordão Sobrinho; Juliana Milhomem Paz; Valdiene dos Santos Possidônia Castro

DOI: 10.37885/201102263.....374

CAPÍTULO 26

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Claudiomir Silva Santos; Fabricio Santos Rita

DOI: 10.37885/201202474.....380

CAPÍTULO 27

PLANEJAMENTO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CENTRO DE SAÚDE E COMUNIDADE DE PALMAS – TOCANTINS

Adailton Tomaz da Silva; José Gerley Diaz Castro; Marta Azevedo dos Santos

DOI: 10.37885/210102699.....391

CAPÍTULO 28

PROGRAMA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CALÇADOS FABRICADOS COM MATERIAIS SINTÉTICOS

Endel de Queiroz Jesus; Orleane Sousa Brito; Valeschka Coelho Bacelar; Cristóvão Figueiredo Souza; Ueriton da Costa Figueiredo Filho

DOI: 10.37885/201202557.....406

CAPÍTULO 29

PROJETO HORTA ESCOLAR: PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS RELATO DE EXPERIÊNCIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DA AMAZÔNIA

Jeedir Rodrigues de Jesus Gomes; José Moisés Alves

DOI: 10.37885/201102142.....417

CAPÍTULO 30

REUTILIZAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL PARA PRODUÇÃO DE SABÃO LÍQUIDO COM ADIÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS

Ridley Cesar Zozomazoré da Silva; Gabriella da Silva França; Esther Saraiva Carvalho de Souza; Rayza Mariane da Silva França

DOI: 10.37885/201202569.....436

SUMÁRIO

CAPÍTULO 31

UM MOVIMENTO DE CONSCIÊNCIA LIMPA: REAPROVEITANDO ÓLEO DE COZINHA NO MUNICÍPIO DE VÁRZEA GRANDE – MT

Arlete da Silva Barbosa; Maria Aparecida da Silva Alves; Luciana Ferraz; Neiva Sales Rodrigues; Renata Freitag

DOI: 10.37885/201101941..... 444

CAPÍTULO 32

USO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO ISOLANTE TÉRMICO EM AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA

Fernando Villaverde Cendon; Regina Maria Matos Jorge; Alvaro Luiz Mathias

DOI: 10.37885/201102309..... 456

SOBRE OS ORGANIZADORES 466

ÍNDICE REMISSIVO 467

“

A estimativa da geração de resíduos sólidos produzidos pelo despolpamento do açaí na Cidade de Tucuruí-Pará

- I Danubya dos Santos **Silva**
UFPA
- I Marcos Barradas **Gonçalves**
UFPA
- I Aline Furtado **Louzada**
UFPA
- I Carla de Araújo **Pereira**
UFPA
- I Marcelligomes de **Souza**
UFPA

RESUMO

As populações ribeirinhas da região Amazônica mantêm a base de sua alimentação, entre outros alimentos, pelo consumo de açaí. Para a região de Tucuruí, o açaí é um alimento de grande importância cultural, econômica e social. Sendo assim, este artigo apresenta uma estimativa da quantidade de resíduos sólidos produzido diariamente pelo despulpamento do açaí na cidade de Tucuruí – PA, e que são destinados ao abastecimento do mercado local. Este estudo de caso se concentrou na realização de quatro etapas para o levantamento da quantidade de resíduos provenientes do despulpamento do açaí no município: a) consulta ao Departamento de Vigilância Sanitária (DVS) com o objetivo de verificar o número de estabelecimentos cadastrados no órgão e que realizam o despulpamento do fruto na cidade; b) a seleção dos locais de despulpamento do açaí, considerando uma amostragem de 10% destes estabelecimentos; c) aplicação dos questionários quantitativos, fazendo-se a segregação da quantidade de resíduos sólidos gerados no período da safra e da entressafra do açaí; d) fazer a estimativa de resíduo gerado pelo despulpamento do açaí. Quanto aos resultados, pode-se afirmar que em média são geradas 11,552 toneladas de resíduos por dia no município, no período de entressafra. Acredita-se, assim, que a execução de atividades de Educação Ambiental como as propostas acima elencadas, colaborariam para o fortalecimento da Cidadania no município, uma vez que, a preservação do meio ambiente, bem como, o implemento de um “Desenvolvimento Sustentável” são direitos e deveres inerentes ao cidadão da atual e das futuras gerações.

Palavras-chave: Resíduo Sólido, Gerenciamento, Açaí, Amazônia.

INTRODUÇÃO

As populações ribeirinhas da região Amazônica mantém a base de sua alimentação, entre outros alimentos, pelo consumo de açaí. Para esta região, o açaí é um alimento de grande importância cultural, econômica e social (QUEIROZ; MELÉM JUNIOR, 2001; SANTANA et al., 2010).

De acordo com o geógrafo Saint-Clair Cordeiro da Trindade Júnior e colaboradores (2009), o município de Tucuruí é uma cidade paraense de porte médio, sendo o 15º município mais populoso do estado, que conta com 144 municípios. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2020, o município de Tucuruí contava com uma população de mais de 115.000 habitantes (IBGE, 2020).

Geograficamente, a cidade de Tucuruí está localizada na mesorregião do Sudeste Paraense, na Região de Integração do Lago de Tucuruí e na Microrregião de Tucuruí (IBGE, 2018; SEDAP, 2020).

Tucuruí, economicamente, destaca-se no cenário nacional por abrigar uma das maiores hidrelétricas do país, a Usina Hidro-Elétrica (UHE) de Tucuruí, que possui capacidade de geração de cerca de 8.370 MegaWatts de energia elétrica (CMB, 1999).

O açaí, “ouro roxo” da Amazônia, movimentou em 2019 mais de 2 bilhões e 880 milhões de reais (R\$ 2.880.000.000,00) de faturamento para os produtores paraenses, o que equivale a 3% do Produto Interno Bruto da Economia paraense no referido ano (SEDAP, 2020; SAUMA & MAIA, 2019; ABRAFRUTAS, 2019).

Nesse mesmo viés, de toda a produção nacional do fruto da *Euterpe oleracea* para o ano de 2019, cerca de 1.390.000 toneladas, 95% foi produzida no estado do Pará, ou seja, mais de 1 milhão e 320 mil toneladas do pequeno fruto roxo (SEDAP, 2020; ABRAFRUTAS, 2019).

Nesse cenário, em que o estado do Pará, destaca-se pela produção hegemônica de açaí, está o município de Tucuruí, que está entre os maiores produtores de açaí do estado. Na Tabela 1, mostrada abaixo, estão os 10 maiores produtores de açaí em 2017. Na ocasião, Tucuruí ocupava a sétima posição no ranking, como pode-se observar abaixo.

Tabela 1. 10 municípios paraenses maiores produtores de açaí em 2017

Municípios	Quantidade produzida (toneladas)
Igarapé-Miri	280.000
Portel	271.000
Abaetetuba	109.200
Cametá	100.800
Barcarena	77.000
Bujaru	70.000
Tucuruí	41.932
Limoeiro do Ajuru	39.900
Oeiras do Pará	39.199
Acará	32.668

Fonte: SEDAP (2020)

Sendo assim, este artigo apresenta uma estimativa da quantidade de resíduos sólidos produzido diariamente pelo despulpamento do açaí na cidade de Tucuruí – PA, e que são destinados ao abastecimento do mercado local.

METODOLOGIA

Este estudo de caso se concentrou na realização de quatro etapas para o levantamento da quantidade de resíduos provenientes do despulpamento do açaí no município. Na primeira etapa, foi realizada uma consulta ao Departamento de Vigilância Sanitária (DVS) com o objetivo de verificar o número de estabelecimentos cadastrados no órgão e que realizam o despulpamento do fruto na cidade. Na segunda etapa, foi realizada a seleção dos locais de despulpamento do açaí, considerando uma amostragem de 10% destes estabelecimentos, sendo escolhidos aleatoriamente e de diferentes portes. Posteriormente realizou-se uma análise estatística descritiva. Na terceira etapa, realizou-se a aplicação dos questionários quantitativos, fazendo-se a segregação da quantidade de resíduos sólidos gerados no período da safra e da entressafra do açaí. A etapa final levou em consideração os estudos de Cruz Júnior (2010), que apresenta uma ferramenta para fazer a estimativa de resíduo gerado pelo despulpamento do açaí.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificou-se que 144 estabelecimentos estão devidamente cadastrados no Departamento de Vigilância Sanitária do Município de Tucuruí (DVS). O levantamento quantitativo *in loco* revelou que cerca de 2.160 latas do fruto são manipuladas no período da safra, agosto a novembro; e que 1.440 latas são produzidas no período da entressafra, sendo que cada lata corresponde a aproximadamente 10 kg do fruto.

Tendo como base o período da entressafra, estima-se que no município são manipuladas diariamente aproximadamente 14,4 toneladas de açaí. Apenas 17% do fruto representa a parte comestível (polpa), sendo o restante resíduo, caroço e a fibra (CRUZ JÚNIOR, 2010).

Sendo assim, pode-se afirmar que em média são geradas 11,552 toneladas de resíduos por dia no município, no período de entressafra. Dessa forma, considera-se que tal resíduo poderia ser visto como potencial de reaproveitamento e reutilização para outros fins, tais como para geração de energia (CORDEIRO, 2017) ou como leito filtrante (CRUZ JÚNIOR, 2010).

Como o município ainda não dispõe de aterro sanitário, estes resíduos são destinados ao lixão da cidade, que durante sua decomposição produz um chorume e um ambiente bastante propício para a proliferação de muitos micro-organismos patógenos.

CONCLUSÃO

Verificou-se que a população de Tucuruí é uma grande consumidora de açaí e, por sua vez, este município se apresenta como um grande gerador de resíduos provenientes do despulpamento deste fruto.

Sendo assim, políticas públicas para o reaproveitamento destes resíduos deveriam ser incentivadas no município, incluindo-se campanhas de educação ambiental, nas escolas, nos centros comunitários, nos centros religiosos e nas unidades de saúde, além do fomento a pesquisas locais para o reaproveitamento do caroço e da fibra do açaí.

Tais questões poderiam contribuir ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, ao desenvolvimento da economia local, além de possibilitar a redução do quantitativo de resíduos a serem direcionados aos locais de disposição final de resíduos sólidos do município.

Acredita-se, assim, que a execução de atividades de Educação Ambiental como as propostas acima elencadas, colaborariam para o fortalecimento da Cidadania no município, uma vez que, a preservação do meio ambiente, bem como, o implemento de um “Desenvolvimento Sustentável” são direitos e deveres inerentes ao cidadão da atual e das futuras gerações.

■ REFERÊNCIAS

1. ABRAFRUTAS. (Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados). **Açaí: A pequena fruta que movimentou milhões na economia paraense**. 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/08/13/acai-a-pequena-fruta-que-movimentou-milhoes-na-economia-paraense/>. Acesso em 29 de Dezembro de 2020.
2. CMB. (Comissão Mundial de Barragens). **Estudo de Caso Brasileiro. UHE Tucuruí: Relatório de Escopo**. Genebra-Suíça: CMB, 1999.

3. CORDEIRO, Tamires Reis; PAULA, Cheila Ciane de Almeida; SOUSA, Daniele Reis de; AMORIM, Mayana Silveira. *Aproveitamento do caroço do açaí como fonte de energia térmica para as olarias do município de Bragança-Pará*. In: **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS**. Campo Grande, 27 a 30/11/2017, pp. 1-8.
4. CRUZ JÚNIOR, Orlando Ferreira. **Produção de carvão ativado a partir de produtos residuais de espécies nativas da região amazônica**. Dissertação de Mestrado (Programa de pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da UTFPR). Curitiba: UTFPR, 2010.
5. IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Estimativa populacional 2018: Tucuruí-Pará**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruui/>. Acesso em 29 de Dezembro de 2020.
6. QUEIROZ, José Antonio Leite de; MELEM JUNIOR, Nagib Jorge. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 460-462, Aug. 2001.
7. SAUMA, Jorge & MAIA, Caio. **Caminhos do açaí: Pará produz 95% da produção do Brasil, fruto movimentou US\$ 1,5 bi e São Paulo é o principal destino no país**. Belém: G1-Pará, 2019. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/03/15/caminhos-do-acai-para-produz-95-da-producao-do-brasil-fruto-movimentou-us-15-bi-e-sao-paulo-e-o-%E2%80%A61/11/>. Acesso em 4 de Dezembro de 2020.
8. SANTANA, Antônio Cordeiro de; CARVALHO, David Ferreira; MENDES, Fernando Antonio Teixeira. **Organização e competitividade das empresas de polpa de frutas do Estado do Pará: 1995 a 2004**. Belém: UNAMA, 2010.
9. SEDAP. (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e de Pesca do Estado do Pará). Governo do Estado do Pará. **AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: área plantada, área colhida, quantidade produzida, valor da produção e rendimento médio (2015-2019)**. Belém: SEDAP, 2020.
10. TRINDADE JUNIOR., Saint-Clair Cordeiro da.; CARVALHO, Guilherme; MOURA, Aldebaran; GOMES NETO, João. **Pequenas e médias cidades na Amazônia**. Belém: UFPA, 2009.

“

A gestão integrada de Cicin e knech (1988), aplicada à revitalização da orla do saco da Mangueira em Rio Grande/RS

I Renan Alves **Conceição**
UERJ

I Milton Lafourcade **Asmus**
FURG

RESUMO

O Saco da Mangueira, localizado na cidade do Rio Grande/RS, atua como uma micro-bacia, onde é permeado na sua borda por alagados salgados, campos litorâneos, remanescentes de dunas e riachos. Essas áreas rasas são tidas como verdadeiros berçários, dos quais contribuem para a dinâmica do estuário da Lagoa dos Patos, tendo em vista a alta produtividade que exibem, bem como a importância socioeconômica e cultural. Diante disso, esse trabalho buscou ilustrar o ciclo do Gerenciamento Costeiro Integrado, proposto por Cicin e Knecht (1998), a partir do estudo de revitalização da orla do Saco da Mangueira, na cidade do Rio Grande. Assim, conclui-se que para criar diretrizes de uso e ocupação de uma área de interesse econômico-ecológico é necessários o conhecimento e o envolvimento das pessoas que a ocupam e de todos os agentes envolvidos nas decisões que regem o seu destino. E, sobretudo, que o Gerenciamento Costeiro Integrado seja um meio e não um fim.

Palavras-chave: Gestão da Zona Costeira, Ciclo do Gerenciamento Costeiro, Revitalização

INTRODUÇÃO

O Saco da Mangueira é uma parte compreendida do Sistema Estuarino Lagunar dos Patos, caracterizando uma espécie de lagoa semifechada, com latitude de -32.100 e longitude de -52.083, localiza-se praticamente no centro da cidade do Rio Grande/RS, abrigando uma riqueza de elementos naturais, socioeconômicos e culturais. É considerado como a área mais produtiva do estuário (TAGLIANI; MADUREIRA, 2001). Esse espaço, por possuir uma profundidade muito baixa – em média de 1,5 m – e uma larga extensão de lâmina d'água, o eleva como um ecossistema raro no litoral brasileiro. A sua salinidade se dá por ser um sistema com desembocadura e conexão com a barra do estuário.

A área total da Enseada do Saco da Mangueira compreende 32km². Essa região possui uma largura irregular e variável, em pontos que medem 3,5 km e outros trechos com 240m. Além de ser uma fonte hídrica, esse ambiente ecossistêmico detém 17 sítios arqueológicos. Mas, um dos setores, dos quais mais se beneficiam economicamente é o pesqueiro. Diversas famílias obtêm sua fonte de renda por meio da atividade da pesca. O último estudo sobre condições de risco sanitário realizado na área (CASTELLO, 1985), aponta uma população aproximada de 26.000 pessoas dependentes das atividades vinculadas a esse corpo do estuário.

Além do valor social e econômico agregado, o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira (SESM) é um espaço, do qual contribui para a beleza cênica do município, por cortar a área urbana, dando-lhe maior conforto visual.

Trabalhos e pesquisas (ECOSUD, 2004; TAGLIANI; MADUREIRA, 2001) vêm estudando as ações antrópicas e o reflexo dessas nos espaços do estuário e na própria Lagoa dos Patos, mas um dos ecossistemas que mais sofre com a degradação ambiental é o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira.

Segundo Kantin (1983), o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira sofreu ao longo dos anos diversas ações que o fazem configurar e caracterizar o seu estado degradado. Os principais impactos foram o aterramento de sua borda, a descarga de efluentes domésticos (o que persiste até hoje) e industriais do setor portuário e, a contaminação por resíduos sólidos e por esgoto doméstico.

Apesar de sua indiscutível importância para a cidade do Rio Grande, vem perdendo seu valor estético, juntamente com um declínio na produtividade e conseqüentemente impactando as atividades socioeconômicas do setor pesqueiro, além, claro, diminuindo a qualidade de suas águas.

Assim, é importante destacar o conceito de Gestão Ambiental definido por Lanna (1995, p. 171), onde deve-se entender a gestão como:

“processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – às especificidades do meio ambiente”.

Observa-se, ainda, o conceito de planejamento ambiental dado por Lanna (1995, p. 18), como um:

“processo organizado de obtenção de informações, reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região, definição de metas e objetivos, definição de estratégias de ação, definição de projetos, atividades e ações, bem como definição do sistema de monitoramento e avaliação que irá retroalimentar o processo. Este processo visa organizar a atividade socioeconômica no espaço, respeitando suas funções ecológicas, de forma a promover o desenvolvimento sustentável”.

Por esse ativo ambiental representar para o município um relevante recurso hídrico, há uma frequente sobreposição de interesses, o que gera conflitos sociais. Os atores-chave desse ecossistema são a população local, os pescadores, os órgãos públicos, o setor privado, representado principalmente pela indústria e empresas portuárias. Diante disso, está em curso um projeto para a Revitalização Ambiental da Orla do Saco da Mangueira em Rio Grande, do qual se arrasta e é permeado por idiosincrasias.

Estima-se, conforme Brasil (2007), que 3.000 famílias se encontram em assentamentos informais e sem o menor planejamento territorial na área. Desse montante, uma parcela se localiza na orla. A revitalização da orla, assim, encara esse problema como prioridade da ação, visto que os assentamentos se consolidam em meio a deposição de resíduos sólidos no corpo d'água, como pneus e cascalhos. Formam-se, portanto, pequenos aterros, onde são construídas sub-moradias. Todo esse desordenamento costeiro vem desencadeando passivos ambientais na região, assim como problemas à saúde da população que ali vive.

Um dos maiores fatores degradantes é a condição em que as famílias se assentam no ambiente, e conseqüentemente a irregularidade dos terrenos, ao passo que pequenas casas se dispõem em largas extensões de terrenos, enquanto outros espaços são divididos entre três a quatro residências em um único lote. Ou ainda, quando uma única localidade ocupa o espaço total do terreno, quando de menor tamanho. Tudo isso evidencia, uma má distribuição e acentuados graus de desigualdade social.

Por esses espaços possuírem diversas idiosincrasias, ao passo que ameaçam tanto a integridade da saúde dos que ali residem quanto ao patrimônio ambiental, comum a todos cidadãos, a gestão costeira integrada desses ambientes se torna um desafio constante, justamente por haver inúmeros condicionantes. Ainda que essas áreas costeiras, por vezes não sejam permeadas por grandes grupos populacionais, configurando densidade baixa, há

grande especulação acerca dessas regiões, o que por conseguinte, gera disputas de território e um crescente e desordenado povoamento, impulsionado pela urbanização, indústria e atividades turísticas. Ainda, à luz da ocupação informal, há o processo crescente da favelização, onde a população vive em condições muito aquém do ideal e da garantia cidadã.

Dentro da perspectiva ambiental, a insuficiência e, em maior parte, a ausência de uma rede de esgoto e tratamento da água impacta demasiadamente a população local. “Os dejetos humanos são coletados em latas e lançados diretamente na lagoa, favorecendo a proliferação de várias doenças de veiculação hídrica que atingem a população, principalmente as crianças, já que estas brincam ingenuamente nestes locais infectados” (BRASIL, 2007, p. 65). Diante desse quadro, onde há acentuado risco social e ambiental, ações como a revitalização da orla do Saco da Mangueira são capazes de fornecer a população local maior dignidade e que suas condições básicas sejam atendidas. Portanto, não se trata somente de uma recuperação ambiental e sim de um resgate do valor social do ambiente, proporcionando uma maior qualidade de vida aos locais.

A Gestão Integrada da Zona Costeira entra como meio para resgatar e valorar esses espaços. Assim, os recursos de uso comum (common-property ou common-pool resources) são definidos, segundo os autores Fikret Berkes e Carl Folke (1998, p. 12) como “uma classe de recursos para os quais a exclusão é difícil e o uso comum envolve a subtração”. Se por um lado geri-los se torna desafiador, prover proporcionalmente “partes” iguais a todos é um longo caminho a ser percorrido.

Essas ações se magnificam quando o ambiente é costeiro ou marinho, ao passo que diversos elementos se cruzam e se sobrepõem, sejam eles naturais e de ordem de potencial exploração, ou ainda atores sociais que conflitam e disputam os espaços. Desse modo, se faz necessária a articulação e um sólido arcabouço jurídico entre o corpo técnico, a ciência e as instituições públicas a fim de gerir um espaço tão conflitante e permeado de lacunas e gargalos.

Quando se lança o olhar para o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira, as questões de manejo e manutenção dessa área se tornam ainda mais difíceis, pois envolvem a valoração do ambiente, supressão da área, disputas por grupos empresariais movidos por vetores de especulação imobiliária e a própria fragilidade ambiental da área. Neste momento, entra uma citação relevante, segundo Dourojeanni e Pádua (2001), o qual diz que para proteger um recurso e assegurar o benefício que ele traz à sociedade, não basta criarem-se áreas protegidas, sendo necessário manejá-las. Ainda que não seja considerada uma área protegida, o SESM é de fato uma área pública e um bem natural e se encontra totalmente vulnerável a decisões políticas. Desse modo, e com o auxílio da legislação e da educação, pode-se buscar uma forma de gestão que proteja o bem gerido. (DOUROJEANNI; PÁDUA, 2001)

O próprio Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), traz a responsabilidade institucional do Estado, ao passo que não atrela como uma ação de governo e sim do próprio poder estatal, ou seja, o de fornecer ferramentas e medidas que garantam o ordenamento e planejamento desses espaços, desde que preservem e garantam os recursos naturais a posteriores.

Criado em 1988 pela lei 7.661, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro expressa o compromisso do governo brasileiro com o desenvolvimento sustentável e preconiza, entre seus princípios: “A preservação, conservação e controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da Zona Costeira, com recuperação e reabilitação das áreas degradadas ou descaracterizadas”. (BRASIL, 2001, p. 2)

Nessa perspectiva, lagoas, campos salinos e estuários são entendidos pela comunidade científica como berçários da biodiversidade, elencando-os como vitais para a manutenção da vida (SILVA, 2002; MMA, 2002).

Considerando que o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira situa-se na Zona Costeira, verifica-se que deve ser objeto do Gerenciamento Costeiro Integrado, o qual, segundo a definição adotada por Biliانا Cicin-Sain e Robert Knecht (1998, p. 39), é “um processo contínuo e dinâmico pelo qual decisões são tomadas visando o uso sustentável, o desenvolvimento e proteção das áreas marinhas e costeiras e de seus recursos”.

Considera-se “desenvolvimento sustentável”, de acordo com o Relatório Brundtland, ou “Nosso Futuro Comum”, “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). Ainda conforme Biliانا Cicin-Sain e Robert Knecht (1998), o Gerenciamento Costeiro pode se desenvolver de diferentes formas, conforme as particularidades e condições físicas, socioeconômicas, culturais e políticas das diferentes nações.

O objetivo do presente trabalho é ilustrar o ciclo do Gerenciamento Costeiro Integrado, proposto por Biliانا Cicin-Sain e Robert Knecht (1998), a partir do estudo de Revitalização da Orla do Saco da Mangueira, na cidade de Rio Grande, RS, utilizando informações reais, já existentes no curso do projeto de revitalização e presumida quando a fase do ciclo ainda não possui base de informação.

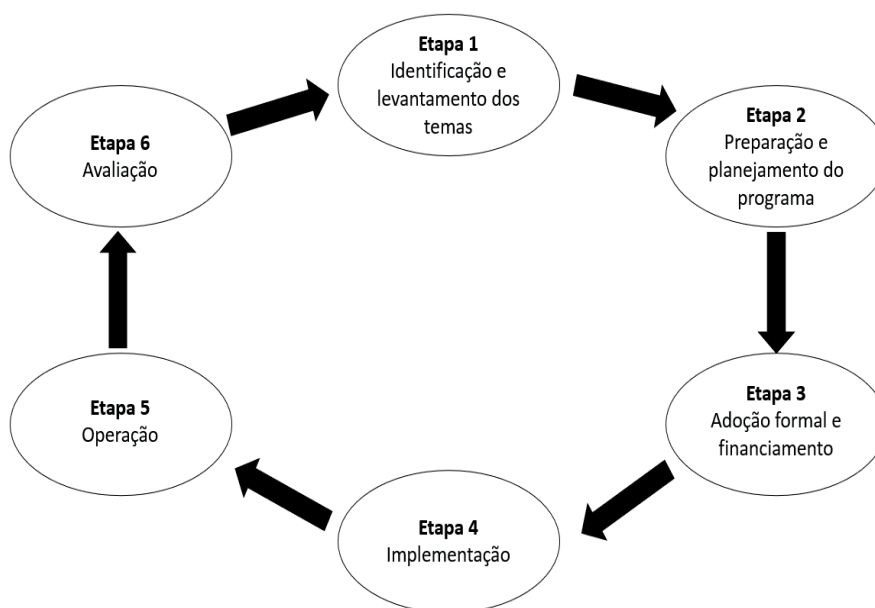
METODOLOGIA

O método utilizado foi o do Ciclo do Gerenciamento Costeiro Integrado, proposto por Biliانا Cicin-Sain e Robert Knecht (1998). Tal como acontece com qualquer outra política pública, a política de gestão integrada das zonas costeiras geralmente passa por uma série de estágios previsíveis de desenvolvimento. E esse Ciclo (Fig. 1) é dividido em seis etapas

(CICIN; KNECHT, 1998) – (1) identificação e levantamento dos temas; (2) a preparação e planejamento do programa, (3) adoção formal e financiamento, (4) implementação, (5) operação e (6) avaliação. Assim, enquadraram-se os processos já realizados mediante o estudo de Revitalização da Orla do Saco da Mangueira neste ciclo.

Os autores supracitados, feitas estas considerações, detalham um ciclo com estágios típicos de desenvolvimento de Gerenciamento Costeiro com base nas recomendações do Banco Mundial, que pode ser tomado como referência para o GCI.

Figura 1. Ciclo do Gerenciamento Costeiro Integrado



Fonte: Adaptado, com modificações, de Cicin e Knetch (1998)

RESULTADOS

Os resultados são apresentados dentro do escopo de cada etapa do ciclo de gerenciamento costeiro, com o objetivo de clarificar a compreensão, bem como auxiliar o leitor.

- a. Etapa 1 – identificação e levantamento dos temas: neste momento inicial verificou-se a necessidade de gestão integrada do Saco da Mangueira, a partir da percepção e esclarecimento dos danos ambientais a serem evitados, bem como potenciais usos existentes (turismo, hidrovia, pesca, etc.). Nesta etapa, realizaram-se reuniões com todos os atores-chave envolvidos para confirmar a existência do problema e a necessidade de uma gestão da Enseada do Saco da Mangueira. Então, foi montada uma equipe capaz de conduzir o processo do Gerenciamento Costeiro.
- b. Etapa 2 – Preparação e planejamento do programa: fase em que foram compiladas

as informações necessárias para a gestão, tais como aspectos ambientais, urbanísticos e fundiários, que visam promover, além da melhoria da qualidade de vida da população local, a integração social da área e a sua estruturação para a criação de áreas com o objetivo de implantação de equipamentos urbanos públicos/comunitários e áreas verdes e de lazer. Neste sentido, destaca-se o Estudo de Concepção para Revitalização da Orla do Saco da Mangueira realizado pela empresa licitada Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda.

- c. Etapa 3 – Adoção formal e financiamento: foi estabelecido o Projeto de Revitalização da Orla do Saco da Mangueira, na cidade do Rio Grande, onde a empresa responsável ficou a cargo da elaboração dos estudos referentes aos aspectos ambientais, urbanísticos e fundiários. Segundo POLL (2013), essa empresa realizou o estudo de concepção, no qual foram utilizados em torno de 70% dos recursos aprovados (R\$ 1,7 milhão).
- d. Etapa 4 – Implementação: dentro do ciclo, a implementação foi caracterizada por estabelecer a estrutura e os recursos (físicos e humanos) para a realização do plano. No Saco da Mangueira, a Engeplus apresentou ao Comitê Gestor do Projeto Orla, em Rio Grande, alternativas de concepção para a revitalização da orla do Saco da Mangueira apontando as vantagens e dificuldades de cada um deles. A população já foi ouvida e estabeleceu suas prioridades sobre as questões relativas à Orla (RIO GRANDE, 2013). Assim, pretende-se entre as alternativas: a retificação do sistema viário com a implantação de uma via de sentido único; realocação dos moradores em APP; recomposição da orla com paisagismo; criação de áreas de lazer no entorno da orla; criação de um programa de educação ambiental continuada de forma a conscientizar a população local da importância do sistema (RIO GRANDE, 2013). Nesse projeto básico e executivo necessita-se, ainda, serem licitados os atores executivos. Os órgãos envolvidos foram o Comitê Gestor do Projeto Orla, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Grande, o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio de sua Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR), e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, no âmbito da sua Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MP). O levantamento ambiental começou a ser realizado no início de 2013, junto com a análise do perfil socioeconômico com base em um levantamento amostral pela Engeplus (POLL, 2013).
- e. Etapa 5 – Operação: na fase de operação, faz-se necessário solucionar pacificamente os conflitos que surgem, tanto das diferentes agências quanto por parte da comunidade. Esta resolução de conflitos porventura existentes na gestão do Saco

da Mangueira deve ser feita com cuidado redobrado. A operação dos programas não deve, idealmente, ser muito adiada. Ou seja, não é suficiente esperar ter todas as informações sobre o Saco da Mangueira para, então, partir para a gestão da mesma. Os problemas sociais e riscos ambientais existentes, bem como o potencial de uso de um determinado recurso, exigem uma ação planejada, porém efetiva. Por outro lado, é possível que a motivação para a ação “esfrie” caso exista uma demora muito grande na operação dos programas planejados pela coletividade.

- f. Etapa 6 – Avaliação: aqui indica-se um programa de monitoramento, com base nos indicadores previamente estabelecidos no plano de gestão. Estas informações necessitam ser avaliadas, tanto a qualidade ambiental, quanto os índices de desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida das comunidades que estão ligadas a Enseada do Saco da Mangueira. O próprio gerenciamento costeiro deve ser avaliado, para que correções necessárias sejam feitas.

DISCUSSÃO

Na preparação e planejamento do programa, o ciclo prosseguiu com a manutenção de um plano do processo de participação pública, já existente e em curso, por meio de audiências. No entanto, deve-se analisar problemas de gestão e oportunidades de desenvolvimento, sendo estabelecidas prioridades e desafios, os quais não são poucos. Neste momento, por exemplo, podem ser consideradas a possibilidade do uso da área, como turismo e pesca artesanal e/ou a “construção” de uma hidrovia, e como estes usos podem coexistir. Por fim, necessita-se fixar um cronograma de ação

Na adoção formal e financiamento, recomenda-se que o restante da verba seja usado na elaboração dos projetos básicos e executivos para revitalização da orla do Saco da Mangueira, os quais ainda necessitam ser licitados.

Na implementação, como ainda estão sendo realizadas audiências, pode-se colocar que a partir da adoção de um Plano de Gerenciamento, pretende-se estabelecer quais programas serão realizados, em que momento exato, quais serão os indicadores adotados, quem será responsável, etc.

A quinta etapa – operação – é uma fase crucial do processo de Gerenciamento Costeiro. Não basta planejar e implementar, realizando mudanças institucionais, por exemplo. Se não houver “ação”, não serão atingidos os objetivos do GCI.

E, por fim, a última etapa se torna importante, pois reinicia o processo de gerenciamento costeiro, já que, a partir deste aporte de informações recomeça o ciclo, com a identificação dos desafios a serem trabalhados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que espaços que integram áreas de interesse econômico e ecológico, como o Sistema Ecológico do Saco da Mangueira, é necessário o envolvimento de todos os atores envolvidos, em especial, a comunidade local, da qual vive em condições de informalidade. Desse modo, seus anseios e desejos devem ser incorporados nas políticas participativas, de modo que não seja um mero rito para legitimar propostas previamente elaboradas e acordadas entre os que tem maior poder de decisão. Como dizem Berkes e Folke (1998, p. 23), “manejar recursos é manejar pessoas”.

De forma geral, o maior problema se concentra nos assentamentos irregulares às margens do Saco da Mangueira, o que exige uma realocação dessas famílias. No entanto, essa medida deve ser bem estruturada e planejada, ao passo que as famílias que ali vivem dependem e possuem relação intrínseca com o Saco da Mangueira.

Esta salvaguarda dos seis estágios do Ciclo do Gerenciamento Costeiro tem como principais objetivos, assegurar que os projetos propostos para financiamento do Banco sejam ambientalmente sólidos e sustentáveis além de informar aos que decidem sobre os riscos ambientais, atuando no sentido de assegurar o cumprimento e evitar o não-cumprimento.

De forma conclusiva, a análise integrada por meio do Ciclo de Gerenciamento Costeiro identificou que a área em questão necessita de ações afirmativas relacionadas à remoção das famílias situadas em áreas de risco, visto que está plenamente constatado que a região não apresenta as mínimas condições de suporte à ocupação antrópica, mesmo que se objetivasse um conjunto de atividades de reurbanização da região. Por outro lado, tendo em conta o acentuado risco social a que está submetida esta população, é necessário um forte acompanhamento por parte do Poder Público Municipal, com a agregação de assistência social de qualidade profissional ao processo. Posteriormente à relocação, deverá ser conduzido um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), com foco em restaurar as condições de qualidade ambiental e paisagem que da área, sem dúvida, com acentuada relevância ambiental.

■ REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II**. Brasília, DF, 2001.
2. BRASIL. Programa de Desenvolvimento Municipal Integrado. PDMI. **Plano de Gestão Ambiental e Social**. 2007. Disponível em: <http://www.bage.rs.gov.br/pdmi/plano_ambiental_e_social_do_pdmi.pdf> Acesso em 21 de junho de 2020.

3. BERKES, F.; FOLKE, C. Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. **Cambridge University Press**. 1998. 34 p.
4. CASTELLO, J. La ecologia de los consumidores de la Lagoa dos Patos. RS, BR. **Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons towards and Ecosystem Integration**. 1985
5. CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. **Integrated coastal and ocean management: concepts and practices**. Island Press, Washington, D.C., p. 517, 1998.
6. COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. p. 46.
7. DOUROJEANNI, M.J., PÁDUA, M.T.J. Biodiversidade: a hora decisiva. Ed. UFPR, Curitiba, 2001, 308p.
8. ECOSUD. **Valuation Model, Laguna los Patos, Rio Grande**, Brasil. Rio Grande: FURG, 2004. 62 p.
9. KANTIN, R. Hidroloie et qualite dès aux de la region sud de la Lagune dos Patos (Brésil) et de la plateforme continentale adjacente. **Tese de Doutorado**. Universidade de Bourdeaux, França, 1983. 234 p.
10. LANNA, A. E. L. Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. 1995. 171 p.
11. MMA. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha. Relatório de workshop, Brasília. **MMA/SBF**. 2002. 72 p.
12. POLL, A. Orla do Saco da Mangueira sofre avançado processo de degradação. **Jornal Agora**. Rio Grande, ano 37. N 37140, p. 20. 1 mar. 2013.
13. RIO GRANDE. Pesquisa: notícias. **Jornal Agora**. Disponível em: <<https://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/>> Acesso em: 26 de mai. de 2020.
14. SILVA, T. S. Bases técnicas para o ordenamento territorial da costa oeste da Lagoa dos Patos, planície costeira do Rio Grande do Sul. **Tese de Mestrado**. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 2002
15. TAGLIANI, P. R.; MADUREIRA, M.S.P. Diretrizes para um plano de gerenciamento ambiental integrado para o estuário da Lagoa dos Patos: documento para análise e discussão. **Rio Grande: FURG**, 2001. 115 p.

“

A qualidade da água para consumo humano e a incidência de doenças de veiculação hídrica: estudo de caso do bairro Jardim Tropical – Breves – Marajó – PA

- I Alzilene dos Santos **Cardoso**
IFPA
- I Andréia Silva **Costa**
IFPA
- I Brunna Lucena Cariello dos **Reis**
IFPA

RESUMO

A falta de saneamento básico é uma problemática muito antiga no município de Breves, sendo a escassez de água potável o principal problema. A Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) é a responsável pelo sistema de abastecimento, porém esse serviço não atende a todos os moradores do município, pois, alguns bairros não possuem nenhuma rede de água, ficando estes obrigados a buscar outros meios de abastecimento. Esta situação é contraditória, uma vez que toda essa escassez de água ocorre em uma cidade que é circundada pelo Rio Parauaú, fonte abundante de água doce. Dentro deste contexto de escassez encontram-se os moradores do bairro Jardim Tropical, que por não terem acesso à rede pública de abastecimento de água acabam se abastecendo de uma água sem o devido controle de qualidade para consumo humano. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a verificação da qualidade da água consumida e da saúde da população que reside no bairro Jardim Tropical, através de uma metodologia quali-quantitativa, constituindo-se de um levantamento bibliográfico, aplicação de questionário, coleta e análise da água e, por fim, uma entrevista semiestruturada com a enfermeira responsável pelo setor de atendimento do posto de saúde do bairro. Com base nos resultados das análises, verificou-se que a água do Igarapé e Rio Parauaú estão impróprias para consumo humano, devido à presença de coliformes termotolerantes e outros parâmetros não atendem a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, sendo a maior incidência de doenças de veiculação hídrica verificada na população que utiliza essas fontes.

Palavras-chave: Abastecimento de Água, Doenças de Veiculação Hídrica, Meio Ambiente, Amazônia.

INTRODUÇÃO

A água é um componente imprescindível à sobrevivência de todos os seres vivos e à manutenção do clima na Terra, além disso, pode apresentar qualidades alteráveis, dependendo do local e das suas condições de origem. O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta. Por estar presente em diversos processos físicos, químicos e biológicos, a água possui grande importância para todas as formas de vida existentes no planeta, porém, a sociedade humana tem explorado este recurso natural de forma não sustentável, ocasionando graves problemas relacionados à baixa qualidade dos recursos hídricos e também à sua escassez. (TUNDISI, 2003).

Os seres humanos colocam sua saúde em risco quando não projetam de modo sustentável a ocupação do meio em que vivem, principalmente no que se refere às águas. Tal atitude ocasiona a contaminação, alterando também as condições físico-químicas e sanitárias dos corpos hídricos, através do lançamento inadequado de resíduos líquidos e sólidos nos rios, da retirada da vegetação e da construção das edificações e outras estruturas de caráter antrópico sem o devido estudo de impacto sanitário e ambiental. (BARCELLOS E QUITÉRIO, 2006).

As primeiras evidências científicas da relação entre doenças e o consumo de água poluída foram estabelecidas na metade do século XIX em Londres, na Inglaterra, através da ocorrência de uma epidemia de cólera. Desse período até os dias atuais se desenvolveram diversos estudos nessa área, no entanto, ainda existe um longo caminho a ser percorrido até que as doenças de veiculação hídrica sejam erradicadas. Isto se deve ao fato de a poluição das águas ter crescido e os investimentos em tratamento e distribuição de água potável não acompanharem o crescimento das cidades. (GRASSI, 2001).

Segundo Razzolini e Gunther (2008), o provimento adequado de água, em quantidade e qualidade, é essencial para desenvolvimento socioeconômico local, hábitos higiênicos, controle e prevenção de doenças, sendo estes resultados obtidos pelo acesso a condições adequadas de abastecimento. No entanto, para que seja este o cenário, é de extrema importância a consciência de que o consumo de água contaminada pode trazer consequências graves à saúde, podendo em algumas situações levar à morte daqueles que, por uma série de outras razões, estão mais suscetíveis às doenças.

A falta de saneamento básico é uma problemática muito antiga no município de Breves, sendo a escassez de água potável o principal problema. A Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) é a responsável pelo sistema de abastecimento, porém esse serviço não atende a todos os moradores do município, pois alguns bairros não possuem nenhuma rede de água, ficando estes moradores obrigados a buscar outros meios de abastecimento de

água. Esta situação é contraditória, uma vez que toda essa escassez de água ocorre em uma cidade que é circundada pelo Rio Parauaú, fonte abundante de água doce. (MPDUA, 2015).

Dentro deste contexto de escassez encontram-se os moradores do bairro Jardim Tropical, que acabam se abastecendo de uma água sem qualidade para consumo humano, obtida do Igarapé Santa Cruz, do Rio Parauaú e de Carros Pipas, sem nenhum tratamento mínimo que garanta a segurança da saúde dessa população. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi a verificação da qualidade da água consumida e da saúde da população que reside na área do entorno do Igarapé Santa Cruz, e a partir dos resultados obtidos ressaltar a importância da melhoria do abastecimento na cidade de Breves.

REFERENCIAL TEÓRICO

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO

A distribuição de água no território é desigual, além disso, em relação a disponibilidade hídrica, verifica-se que apenas 0,3% da água doce estão em mananciais superficiais, cerca de 70% em calotas polares geleiras e o restante no subsolo. Soma-se a esse contexto o fato da disponibilidade de água não acompanhar o quantitativo populacional de determinada região. A Ásia, por exemplo, concentra 59,8% dos habitantes e 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Já as Américas possuem 41% da água doce superficial abrigando 13,6% da população mundial (AUGUSTO ET AL, 2012).

O Brasil detém 12% da água doce mundial e apenas 2,8% da população mundial, no entanto, essa condição abastada não isenta o Brasil da vulnerabilidade hídrica em seu território. Isso porque, a distribuição da água não acompanha os índices populacionais como pode ser observado na Tabela 01.

Tabela 01. Distribuição dos recursos hídricos e populacionais no Brasil por Região

Região	Percentual da disponibilidade hídrica	Percentual da população
Norte	68,5%	6,8%
Nordeste	3,3%	28,9%
Sudeste	6,0%	42,7%
Sul	6,5%	15,1%
Centro-Oeste	15,7%	6,4%
Total	100,0%	100,0%

Fonte: (AUGUSTO et al, 2012)

A qualidade da água, a prestação de serviços de saneamento e a gestão dos recursos hídricos no país são pontos que podem acentuar a desigualdade posta pela condição

ambiental existente. Sobre esse assunto a Secretaria de Vigilância em Saúde, através do Boletim Epidemiológico publicado em março de 2020, afirma:

O acesso à água potável no Brasil não é igualitário. Existem desigualdades relacionadas ao gênero, à renda da população, à área de moradia (zona rural ou zona urbana), ao tipo de bairro (formais e ocupações), entre outros aspectos. Em diversos municípios, os contratos de concessão de saneamento para as companhias estaduais ou empresas privadas preveem apenas a concessão dos serviços de abastecimento de água, não incluindo, assim, o esgotamento sanitário. Além disso, a prestação dos serviços em áreas urbanas é mais vantajosa em comparação as áreas rurais, onde o serviço tem maior custo per capita e peculiaridades operacionais devido à maior dispersão dos domicílios. As desigualdades também são observadas nas crises hídricas. Nas cidades com racionamento no abastecimento de água, as paralizações acontecem com maior frequência ou sem agendamentos nos bairros menos nobres, periferias, favelas e assentamentos, onde os moradores já se encontravam em situação de maior vulnerabilidade. (BRASIL, 2020).

SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA

A Organização Mundial de Saúde (OMS) caracteriza as *doenças de veiculação hídrica* em dois grupos, são eles: doenças de transmissão hídrica, que são caracterizadas pela presença de microrganismos patógenos veiculados pela água, como fungos, vírus, protozoários e bactérias; e *doenças de origem hídrica*, que são caracterizadas pela presença de substâncias químicas na água, acima das concentrações permitidas. (SANTOS NETO, 2003).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam a causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (PAHO, 2002).

No mundo, doenças de veiculação hídrica são a segunda maior causa de morte na infância, atrás, apenas, das infecções respiratórias. Cerca de sete crianças morrem a cada dia no nosso país vítimas de diarreia, cenário que pode ser alterado com investimentos em saneamento básico, principalmente no fornecimento de água de qualidade. Especialistas em saúde estimaram que ao se investir R\$ 1,00 em saneamento são economizados R\$ 4,00 no tratamento de doenças decorrentes da falta ou inadequação dos serviços de saneamento (BRASIL, 2015).

O relatório do Programa Conjunto de Monitoramento (JMP) da OMS e do UNICEF, *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017: Special focus on inequalities* indica que o acesso universal à água está longe de ser alcançado apesar dos avanços realizados na área. Segundo o relatório supracitado, bilhões de pessoas em todo o mundo carecem de uma fonte segura e sustentável de água potável. Também é revelado que 2

bilhões de pessoas ainda carecem de saneamento básico, entre as quais 70% vivem em áreas rurais, e uma em cada três delas vive nos países menos desenvolvidos. Globalmente, todos os anos 297 mil crianças menores de 5 anos morrem devido à diarreia associada a água, saneamento e higiene inadequados (OMS/UNICEF, 2017).

Segundo o relatório da Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável (COPASAD, 1996), atualmente, cerca de 30% da população brasileira abastece-se de água proveniente de fontes inseguras, sendo que boa parte daqueles atendidos por rede pública nem sempre recebe água com qualidade adequada e em quantidade suficiente. Acerca desse cenário a Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2015) afirma que:

No Brasil, por exemplo, ainda não se atingiu a universalização do saneamento, estando o atendimento do abastecimento de água em cerca de 90% da população urbana e a coleta de esgoto em 60%, sendo o déficit destes serviços localizados principalmente nos bolsões de pobreza. (BRASIL, 2015).

Desta forma, além de melhorar as condições dos sistemas de abastecimento de água, é necessário também estabelecer a vigilância da qualidade da água para consumo. Tal sistema de vigilância, conforme a Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, é constituída por um conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana. (BRASIL, 2011).

PERCURSO METODOLÓGICO

De acordo com o IBGE (2010), o Município de Breves está localizado a sudoeste do arquipélago do Marajó, Estado do Pará, com uma extensão territorial de 9.550,474 km² e uma população estimada de 99.896 habitantes, distribuídos nas Zonas Urbana e Rural, sendo, portanto, a maior e principal cidade da Ilha de Marajó. Por isso, a cidade de Breves é reconhecida pelo título “Capital das Ilhas”. “A cidade localiza-se a uma Latitude 01°40’56” Sul e a uma Longitude 50°28’49” Oeste, estando a uma altitude aproximada de 40 metros acima do nível do mar” (SALERA JÚNIOR, 2014). O estudo foi realizado no bairro Jardim Tropical, com distribuição espacial de 0,22 Km² localizado a leste do Igarapé Santa Cruz (Figura 01). Segundo Leão (2016), o bairro Jardim Tropical começou a crescer e se desenvolver na década de 1980, atualmente o bairro tem 38 anos, sem nenhuma rede de abastecimento de água, ruas sem planejamento e com falta de iluminação.

Figura 01. Área de Estudo e Pontos de Coleta das Amostras de Água



Fonte: (IBGE, 2018); (GOOGLE EARTH, 2018)

A metodologia aplicada para elaboração deste trabalho foi de caráter quali-quantitativa. Inicialmente realizou-se o levantamento bibliográfico, a fim de se obter uma perspectiva sobre o tema a ser trabalhado, em seguida, prosseguiu-se a elaboração do questionário e a aplicação destes na área de estudo (Figura 02). A coleta e análise dos dados foram efetuadas no mês de maio de 2018, com uso de 100 questionários contendo 11 perguntas objetivas.

Buscou-se verificar através da pesquisa de campo as condições socioeconômicas da população da área, as formas de abastecimento de água das famílias, os processos de tratamento que estas realizam na água antes de consumi-la e as doenças de veiculação hídrica mais recorrentes. A abordagem ocorreu de forma aleatória dentro da área de estudo, sendo entrevistados os moradores que se encontravam disponíveis no dia e hora da aplicação do questionário. Com uso da ferramenta *Microsoft® Excel®* realizou-se o tratamento dos dados para a obtenção dos percentuais e gráficos que retratam a realidade do bairro.

Figura 02. Aplicação do Questionário na Área de Estudo



Fonte: (AUTORAS, 2018)

A partir dos dados obtidos pelo questionário foram selecionados os principais pontos de abastecimento utilizados pela população e foi realizada coleta de amostras de água no dia 04 de abril de 2018 entre 07h e 07h30min (Figuras 03). Os pontos selecionados para as coletas de água foram o Igarapé Santa Cruz, com coordenadas O 50° 29' 11.759" / S 1° 40' 44.564, Rio Parauaú, O 50° 29'25.023" / S 1° 40' 54.428", e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Emerentina (EMEF Emerentina), O 50° 28' 55.671" / S 1° 40' 54.428.

Figura 03. Coletas de Água no Igarapé Santa Cruz, Rio Parauaú e EMEF Emerentina



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Conforme orientações contidas no Manual de Controle da Qualidade da Água (BRASIL, 2014), as amostras foram coletadas, identificadas por ponto e acondicionadas em recipiente térmico, sendo mantidas refrigeradas até a entrega no laboratório, a fim de minimizar alterações nas análises. O tempo entre a coleta das amostras e a entrega no laboratório foi de 8 horas, devido a inexistência de laboratório no município de Breves que realizasse tais análises, estas foram realizadas no laboratório Sanches Laboratório Analítico de Água e Efluentes (LAS), localizado na cidade de Belém. As análises destinaram-se a verificar se as

amostras estavam próprias para o consumo humano, de acordo com os parâmetros exigidos na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Buscando verificar a consistência e veracidade dos dados sobre a incidência das doenças mais referidas nos questionários foi feita uma entrevista semiestruturada, após assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com a enfermeira Sílvia Solange Correia Magalhães, responsável pelo setor de atendimento pediátrico do posto de Estratégia de Saúde da Família João Batista Lobato (ESF João Batista Lobato), localizado no bairro Jardim Tropical (Figura 04).

Figura 04. Estratégia de Saúde da Família João Batista Lobato



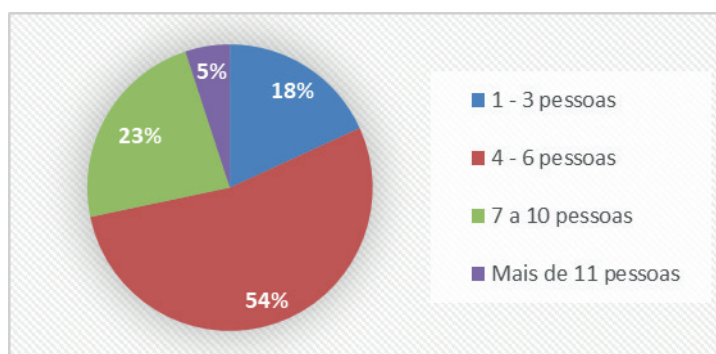
Fonte: (AUTORAS, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aspectos socioeconômicos

De acordo com os dados obtidos através do questionário aplicado aos moradores, no que se refere a ocupação dos imóveis, verificou-se que 54% das pessoas moram em residências com 4 a 6 pessoas, 23% responderam de 7 a 10 pessoas, 18% responderam de 1 a 3 pessoas e 5% responderam mais de 10 pessoas. Analisando os resultados, mais da metade da população entrevistada mora em uma residência com quatro a seis pessoas (Gráfico 01), este resultado se encontra dentro da média de moradores por residência de Breves que é de 5,72 hab./res., estando acima da média brasileira de 3,84 hab./res. (IBGE, 1996).

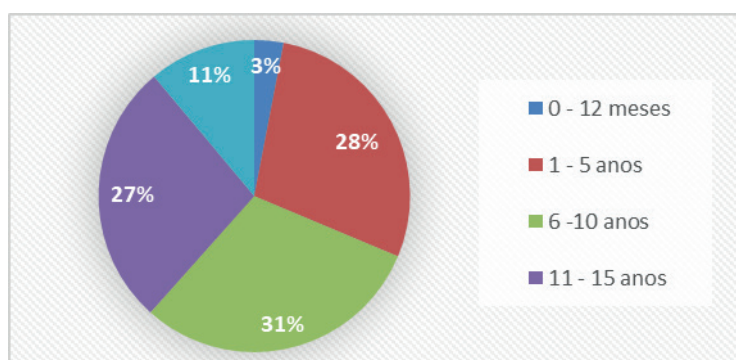
Gráfico 01. Número de Moradores por Residência



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Quanto ao tempo de residência no bairro, 31% responderam de 6 a 10 anos, 28% responderam 1 a 5 anos, 27% responderam de 11 a 15 anos, 11% responderam mais de 16 anos, 3% responderam 0 a 12 meses (Gráfico 02). Conforme os resultados, cerca de 70% dos moradores residem neste bairro a mais de seis anos, mostrando que essa população já está instalada a um certo tempo na área de estudo.

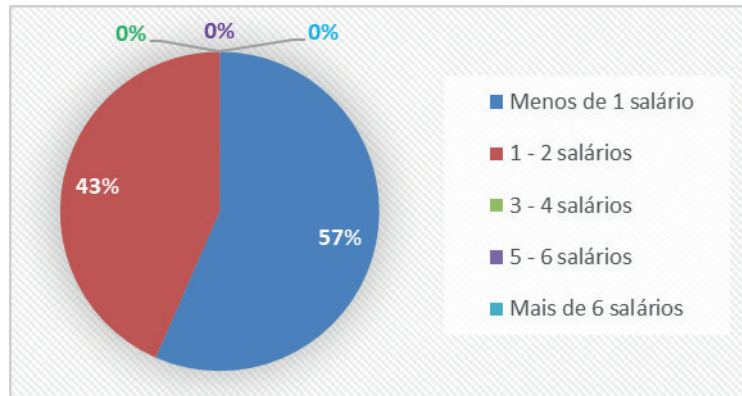
Gráfico 02. Tempo de Residência dos Moradores no Bairro



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Quanto à renda familiar, 57% responderam receber menos de um salário mínimo, dos quais a maioria afirmou não possuir emprego de carteira assinada, sendo a única fonte de renda fixa os benefícios sociais do Governo Federal, como o programa Bolsa Família, 43% responderam de 1 a 2 salários, são os casos de pessoas que trabalham com a carteira assinada (Gráfico 03). Pode-se verificar que os moradores dessa área possuem uma renda *per capita* baixíssima, uma vez que a média de moradores por residência está entre 4 e 6 hab./res.

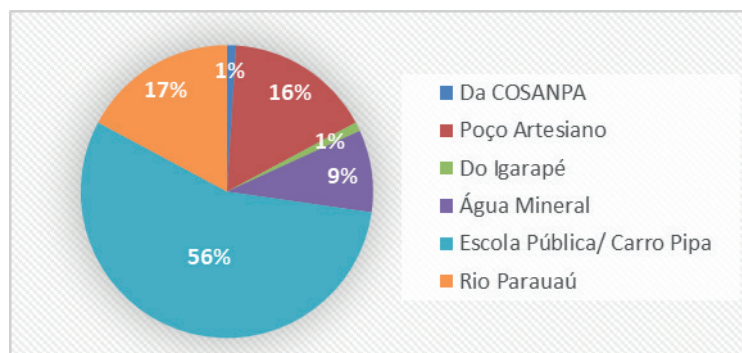
Gráfico 03. Renda Familiar dos Residentes



Fonte: (AUTORAS, 2018)
FONTES DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: USOS E TRATAMENTOS

No que diz respeito à água para beber e cozinhar, 56% utilizam a água da EMEF Emerentina, obtida através de carros pipas, devido à falta de abastecimento de água no bairro pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e por considerarem esta uma fonte segura de água, 17% utilizam água do Rio Parauaú, por ser mais próximo de suas residências e devido ao fornecimento por carro pipa não ser constante e/ou não abranger todas as ruas, 16% utilizam água de poço artesiano, principalmente nas áreas mais distantes, tanto do Igarapé Santa Cruz quanto do Rio Parauaú, onde o solo é menos encharcado, permitindo a construção deste tipo de fonte, 9% utilizam água mineral, 1% utilizam água da COSANPA e 1% utilizam a água do Igarapé Santa Cruz (Gráfico 04). Essa informação demonstra que os moradores consideram esses dois usos prioritários, o que justifica os 9% que compram água mineral, apesar das condições financeiras.

Gráfico 04. Fontes de Água para Beber e Cozinhar

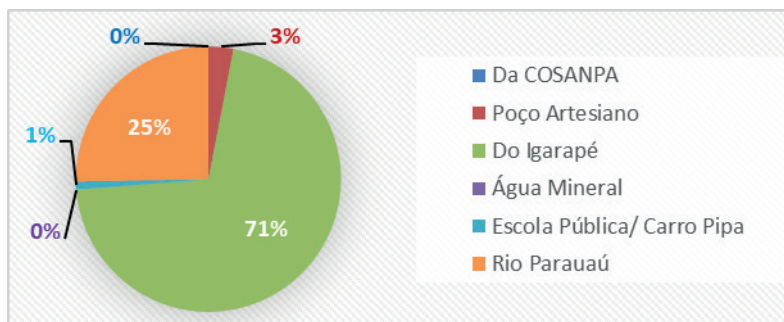


Fonte: (AUTORAS, 2018)

Já com relação à água utilizada para higiene pessoal e limpeza doméstica, 71% responderam utilizar água do Igarapé Santa Cruz, devido a facilidade na obtenção desta, o que garante que não falte água em suas residências para as atividades domésticas, sendo a captação realizada quando o igarapé está enchendo devido a qualidade da água na vazante

ser pior, 25% responderam utilizar água do Rio Parauaú, também devido à falta de água tratada em quantidade suficiente para a satisfação de todas as necessidades, 3% responderam utilizar água de poço artesiano, sendo esta redução em relação ao uso anterior devida principalmente aos custos para retirada da água do poço, e apenas 1% respondeu utilizar a água da EMEF Emerentina para estes fins (Gráfico 05). Essa inversão nos percentuais demonstra que os moradores consideram estes usos de menor importância, no que se refere a qualidade da água.

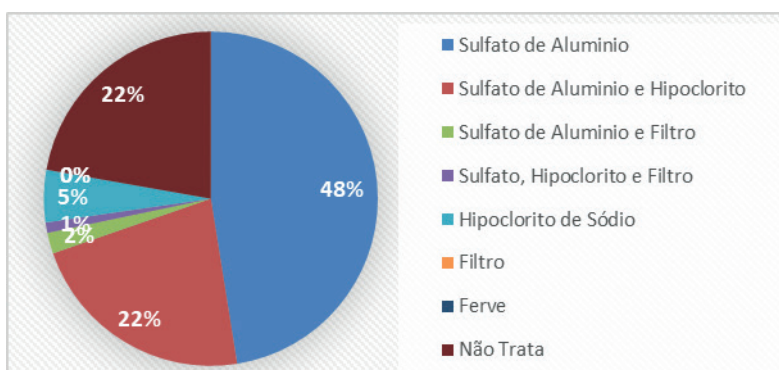
Gráfico 05. Fontes de Água para Higiene Pessoal e Limpeza Doméstica



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Quanto aos tratamentos realizados pela população na água antes de consumi-la, 48% responderam utilizar apenas sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), sendo este utilizado principalmente para tratar a água retirada do rio Parauaú e Igarapé devido à grande quantidade de sólidos em suspensão, 22% usam sulfato de alumínio e hipoclorito de sódio ($NaClO$), por entenderem que apenas o sulfato não seria suficiente para realizar a desinfecção da água e devido parte desse percentual utilizar essa água para beber e cozinhar, 22% responderam não fazer nenhum tipo de tratamento, 5% usam apenas hipoclorito de sódio, principalmente aqueles que utilizam água de poço artesiano, 2% usam sulfato de alumínio e filtro, 1% usam sulfato de alumínio, hipoclorito de sódio e filtro (Gráfico 06).

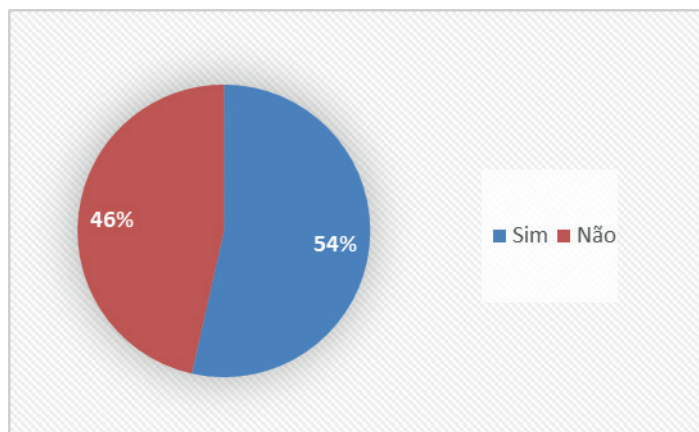
Gráfico 06. Formas de Tratamento Domiciliar da Água



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Os moradores foram questionados se receberam alguma orientação para realizar estes tratamentos na água, 54% responderam sim, principalmente através dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e durante as consultas médicas, 46% responderam que não receberam orientações de nenhuma fonte confiável e apenas fazem o tratamento que conhecem ou nenhum tratamento (Gráfico 07). Isso demonstra ser necessário realizar alguma intervenção na área, como ações educativas, para que se possa aumentar a consciência dos moradores sobre a relação existente entre a qualidade da água e a incidência de doenças.

Gráfico 07. Orientação sobre as Formas de Tratamento Domiciliar da Água



Fonte: (AUTORAS, 2018)

QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA COMO FONTE DE ABASTECIMENTO

A fim de se verificar a segurança das fontes de abastecimento de água apontadas pelos moradores, foi realizada a coleta e análise de amostras, verificando-se o atendimento dessas fontes ao que é definido na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde (Tabela 02). Os laudos emitidos para os ensaios revelaram que todas as fontes estão em desacordo com o que preconiza o Ministério da Saúde. Em um comparativo entre as três fontes é possível perceber variações na qualidade das fontes, sendo a água da EMEF Emerentina a mais recomendada, principalmente para usos prioritários, uma vez que está alterada apenas no parâmetro pH, estando o valor deste dentro das médias encontrados em águas minerais envasadas na Amazônia. Já as águas do Igarapé Santa Cruz e Rio Parauaú apresentaram outras alterações, como a presença de coliformes totais e termotolerantes, o que faz com que estas se tornem um meio de transmissão de doenças, se não forem tratadas adequadamente antes do consumo.

A amostra coletada no rio Parauaú apresentou 6 variáveis em desacordo com o instrumento normativo: turbidez, cor, pH, ferro, coliformes totais e termotolerantes. Cor e turbidez são explicadas porque o rio Parauaú é um rio de águas barrentas, com muito material particulado em suspensão, os níveis de ferro podem estar associados a origem mineral do

metal no solo. Há evidências que coliformes termotolerantes e totais estejam associados a ação antrópica na região, que recebe descargas de dejetos residenciais, uma vez que não há no bairro, sistema de esgotamento sanitário apropriado, assim, na maioria das residências, ocorre o lançamento de descargas de urina e fezes, nas margens do corpo hídrico que são lixiviadas pela ação das chuvas para o corpo d'água.

A amostra do igarapé Santa Cruz, também apresentou 6 variáveis em desacordo: cor, pH, amônia, ferro, coliformes totais e termotolerantes. A ocorrência de elevado nível de amônia (1,70 mg deN-NH₃/L) em correlação com os altos índices de coliformes termotolerantes (200 NMP/100mL) e totais (240 NMP/100mL) e nitrato, sugere, muito claramente, que está ocorrendo despejo de esgoto sanitário no corpo hídrico, sobremodo, com urina, a qual é rica em ureia, que no meio ambiente sofre decomposição transformando-se em amônia e nitratos. Cor e ferro podem ser explicados da mesma maneira que as ocorrências destes no rio Parauaú.

Tabela 02. Comparativo dos Parâmetros Analisados nas Amostras de Água

Parâmetros	Igarapé Santa Cruz	Rio Parauaú	EMEF Emerentina	Portaria nº 2914/11
Parâmetros Físico-Químicos				
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	40,6	20,40	89,30	Até 1000
Turbidez (UNT)	3,75	26,80	1,29	Até 5,0
Cor (uH)	171	110	0	Até 15
pH	5,54	5,86	5,15	De 6,0 a 9,5
Dureza Total (mg/L)	73,92	22,08	13,44	Até 500
Cloreto (mg/L)	5,89	2,60	25,17	Até 250
Amônia (mg deN-NH ₃ /L)	1,70	0,40	0,83	Até 1,5
Nitrato (mg/L)	4,50	4,40	2,00	Até 10
Nitrito (mg/L)	0,016	0,018	0,005	1,0
Sulfato (mg/L)	7,00	11,00	2,00	Até 250
Ferro (mg/L)	1,54	1,23	0,07	Até 0,3
Parâmetros Microbiológicos				
Coliformes Totais (NMP/100mL)	240	170	Ausência	Ausência
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	200	91	Ausência	Ausência

* Valores em vermelho indicam que estão em desacordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

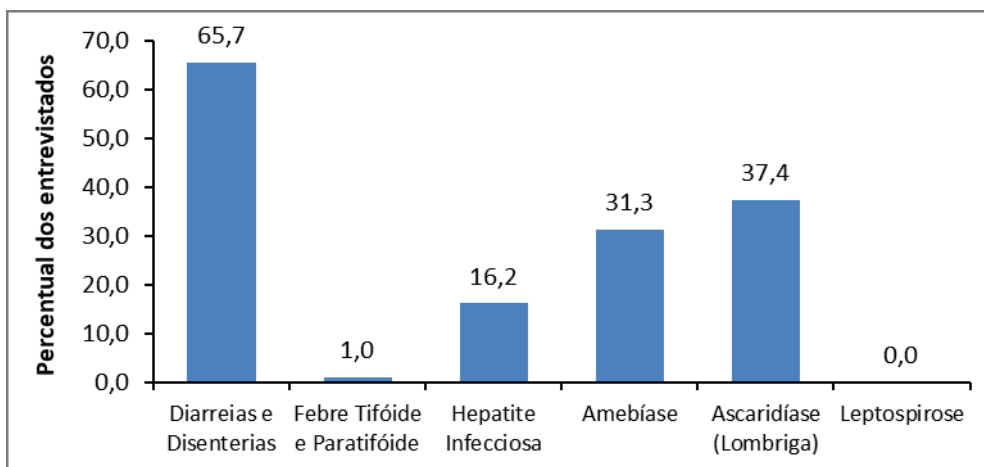
Fonte: (LAS, 2018)

INCIDÊNCIA DE DOENÇAS E SEUS TRATAMENTOS

Através desta pesquisa buscou-se verificar tanto a incidência de doenças de transmissão feco-oral como as de ocorrência por falta de água. Com relação a incidência de doenças de transmissão feco-oral na população da área nos últimos dois anos, os dados levantados mostraram que 65,7% contraíram Diarreias e Disenterias, 37,4% contraíram Ascariíase,

31,3% contraíram Amebíase, 16,2% contraíram Hepatite Infecciosa, 1,0% contraíram Febre Tifoide e Paratifoide, não foram registradas ocorrências de Leptospirose (Gráfico 08).

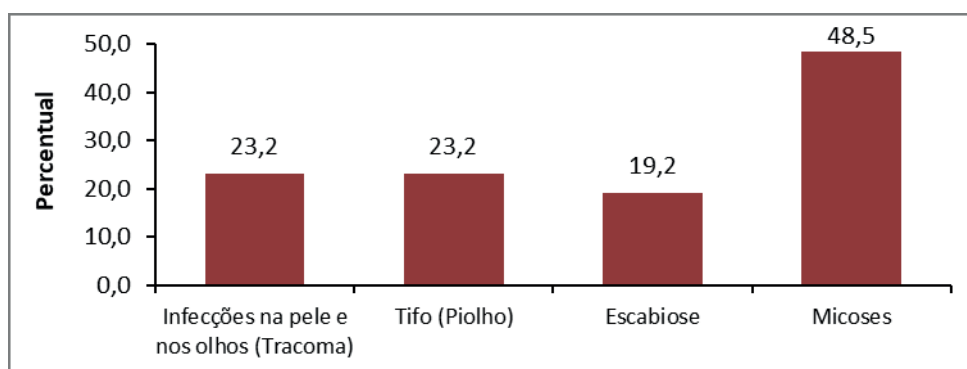
Gráfico 08. Incidência de Doenças de Transmissão Feco-oral



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Já nas doenças contraídas por insuficiência de água, 48,5% responderam terem contraído Micoses, 23,2% responderam terem contraído Infecções na Pele e nos Olhos (Tracoma), 23,2% responderam terem contraído Tifo (Piolho) e 19,2% responderam terem contraído Escabiose (Gráfico 09). Devido à falta de água e de tratamento adequado, muitos moradores estão sujeitos a contrair esses tipos de doenças, que são facilmente evitáveis com hábitos de higiene adequados, isso demonstra a situação precária em que vivem os moradores desta área em relação ao abastecimento de água.

Gráfico 09. Incidência de Doenças Ocasionadas pela Insuficiência de Água



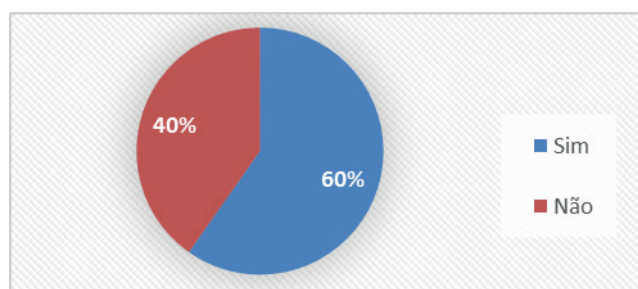
Fonte: (AUTORAS, 2018)

Os moradores informaram que os mais atingidos por essas doenças eram as crianças, essa informação foi reforçada através da entrevista feita com a enfermeira Silvia Solange Correia Magalhães, que relatou serem recebidos em média 13 casos semanais de diarreia e disenterias, totalizando uma média de 52 casos mensais, 35 casos semanais de amebíase e ascaridíase, totalizando uma média de 140 casos mensais, 3 casos semanais de escabiose

e micose, totalizando uma média de 12 casos mensais. Essas médias foram retiradas por ela de relatórios enviados mensalmente à Secretaria Municipal de Saúde. Outra informação que confirma a suscetibilidade das crianças a estas doenças foi obtida na base de dados do IBGE, onde a diarreia é apontada como umas das principais causas de mortalidade infantil na cidade de Breves-PA, totalizando cerca de 18,12 óbitos por mil nascidos vivos, e ainda é apontado um grande número de internações por diarreias, 2,1 por mil habitantes (IBGE, 2018).

Diante da alta incidência de doenças de veiculação hídrica na área, foram levantados dados sobre a procura dos moradores pelos serviços de saúde para realizar o tratamento das doenças supracitadas. Neste quesito, 60% responderam procurar a unidade de saúde para o tratamento das doenças e 40% responderam não procurar, preferindo realizar o tratamento por conta própria ao invés de ir ao posto de saúde (Gráfico 10). Esse dado aponta para a existência de um grande índice de automedicação na população do bairro, o que necessita de uma ação mais efetiva dos Órgãos de Vigilância e Secretaria de Saúde, a fim de que esta situação seja minimizada, uma vez que esta pode representar grande risco à saúde da população.

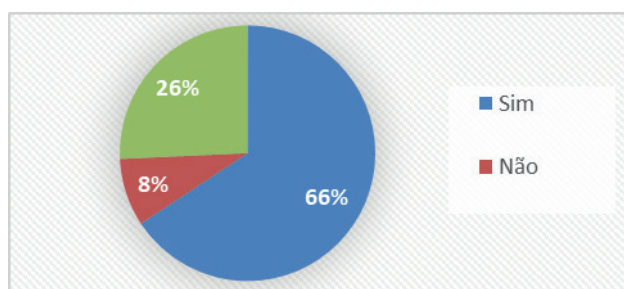
Gráfico 10. Procura à Unidade de Saúde para Tratamento das Doenças



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Os 40% que relataram não procurar os serviços de saúde para o tratamento das doenças foram questionados se esse comportamento se deu pela precariedade do serviço e a falta de médicos, 66% responderam que sim, por isso eles desistem de procurar o sistema de saúde e passam a comprar o remédio e fazer o tratamento sem orientação médica, 26% responderam que não quiseram procurar os sistema de saúde por outros motivos, como falta de tempo e conveniência, e 8% responderam que não consideram o sistema precário, mas preferem realizar o tratamento por conta própria (Gráfico 11).

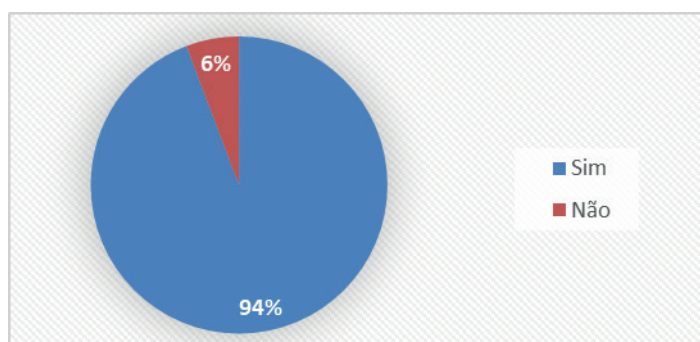
Gráfico 11. Não Procura por Assistência Médica Devido à Precariedade



Fonte: (AUTORAS, 2018)

Outro dado levantado foi sobre a conclusão do tratamento, dos 60% de moradores que procuraram tratamento com assistência médica 94% responderam seguir o tratamento conforme a recomendação e 6% responderam não, que não seguiram o tratamento, sendo as principais causas a falta do remédio na unidade, a falta de condições financeiras para aquisição destes, visto que a maioria são de baixa renda, e o esquecimento dos horários de tomar o medicamento (Gráfico 12). Percebeu-se que a grande maioria dos que procuram tratamento, realizam a conclusão deste, sendo necessária a ampliação do fornecimento de medicamentos gratuitos àqueles que não possuem condições de adquiri-los.

Gráfico 12. Conclusão do Tratamento dos que procuram Assistência Médica



Fonte: (AUTORAS, 2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é o bem mais precioso da face da Terra, isso significa que ter uma água de boa qualidade, sem nenhum tipo de poluição ou contaminação, possibilita melhor qualidade de vida aos seres humanos, evitando-se qualquer tipo de doença relacionada à veiculação hídrica e protegendo-se o equilíbrio do meio ambiente.

Através dos dados obtidos neste trabalho constatou-se grande incidência de doenças relacionadas ao consumo de água contaminada na população do bairro Jardim Tropical, tal situação é emergencial pois, conforme informado pela enfermeira da ESF João Batista Lobato, é grande a procura do serviço de saúde pela população acometida pelas doenças

levantadas neste estudo, mesmo sabendo-se que a procura por este serviço está abaixo da real ocorrência, uma vez que 40% dos entrevistados afirmam não procurar assistência médica. Esses índices de doenças se devem, principalmente, pela falta de sistema público de abastecimento de água no bairro, o que leva os moradores a procurarem fontes inseguras de abastecimento e a realizarem tratamentos domiciliares da água com produtos químicos como sulfato de alumínio e hipoclorito de sódio, mesmo não conhecendo as dosagens necessárias para este procedimento.

Após a realização de análises nas principais fontes de abastecimento detectou-se que o maior índice de coliformes totais e termotolerantes ocorreu no Igarapé Santa Cruz, isto se deve ao intenso povoamento das suas margens, onde existem muitas residências com banheiros que depositam seus esgotos diretamente no igarapé. No Rio Parauaú o índice de coliformes totais e termotolerantes diminuiu, devido ao aumento do volume de água, que faz a dispersão dos poluentes, entretanto, este continua sendo impróprio para consumo. Já na água proveniente da EMEF Emerentina, por se tratar de uma fonte subterrânea de água, se encontra dentro da maioria dos padrões, estando apenas com o parâmetro pH abaixo do estipulado pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Logo, para que não haja riscos de contaminação dos moradores, estes devem fazer o tratamento da água, mesmo a proveniente do carro, através da filtração e fervura da água por mais de 10 minutos ou da desinfecção da água com o uso de hipoclorito de sódio, com concentração máxima de 2,5%, sendo porcentagens acima desta contraindicadas para este fim.

Portanto, para que ocorra alguma mudança nos índices de doenças de veiculação hídrica na população, recomenda-se que o abastecimento de água seja regularizado, através da construção de rede de abastecimento de água. Enquanto isto não ocorre, seria de grande importância a melhoria do serviço de distribuição de água em carros pipa, que é feita pela Prefeitura, uma vez que esta foi a fonte menos exposta a contaminantes. Além disso, é necessário que sejam feitas palestras de conscientização sanitária aos moradores, abordando as temáticas relacionadas o cuidado com os corpos hídricos, formas adequadas de tratamento e conservação da água nas residências, reforçando ainda a necessidade de os moradores procurarem o sistema de saúde do bairro nas ocorrências de doenças, evitando-se os casos de automedicação e subnotificação desses casos.

■ REFERÊNCIAS

1. AUGUSTO L.G.S.; GURGEL I. G. D; NETO H. F. C; MELO C. H; COSTA A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, abril 2012, v 17, p. 1511-1522.

2. BARCELLOS, C; QUITÉRIO, L. A. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista Saúde Pública**, fev. 2006, v. 40, n.1. p. 170-171.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento/** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS/** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014.
5. BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral Vigilância em Saúde Ambiental. **Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019.** Boletim epidemiológico, Brasília, v.51, n.13, Mar, 2020. Disponível em: <http://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf;jsessionid=roSjspLg4gS7idXY5sYnue7K>
7. COPASAD, Conferência Pan-americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável. **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: Ministério da Saúde, 1996.
8. FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF) & ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Progress on drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities. New York, 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/media/55276/file/Progress%20on%20drinking%20water,%20sanitation%20and%20hygiene%202019%20.pdf>
9. GRASSI, M. T. **As Águas do Planeta Terra.** Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição Especial – maio de 2001.
10. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/breves/panorama>
11. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico brasileiro.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>.
12. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Média de moradores por domicílio particular permanente por situação.** Rio de Janeiro: IBGE, 1996. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/552#resultado>.
13. LEÃO, D. do S. S. **Nos ladrilhos da memória: um breve estudo sobre as ruas de Breves.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História) - Universidade Federal do Pará.
14. MPDUA, Movimento pelo direito do uso da água. **Relatório do movimento pelo direito ao uso da água sobre as obras da COSANPA do PAC I e PAC II.** Breves: MPDUA, 2015. Disponível em: <https://terradedireitos.org.br/wp-content/uploads/2015/07/Relat%c3%b3rio-do-Movimento.pdf>
15. PAHO, Pan American Health Organization. *Health in the Americas. Scientific and Technical Publication* v. 1 No. 587. Washington, D.C, 2002.

16. RAZZOLINI, M.T. P.; GUNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. **Saúde e Sociedade**. mar. 2008, v.17, n.1, p.21-32.
17. SANTOS NETO, A. O. **Avaliação bacteriológica de águas de bebedouros em escolas da rede pública estadual da zona sul de Recife-PE**. Monografia de conclusão de curso. UFPE, Recife, 2003. Disponível em: <http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/>
18. SALERA JÚNIOR, G. **Potencial turístico de Breves. Ilha de Marajó (PA)**. Breves: 2014. Disponível em: <http://www.recantodasletras.com.br/e-livros/4110556>
19. TUNDISI, J.G. **Água no Século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, São Paulo. 2003.

“

A utilização de técnicas cronopotenciométricas (SCP e AGNES) para avaliar a complexação dinâmica de Pb(II) por diferentes frações da matéria orgânica de solos

▮ Maria Célia **Tavares**
UFAL

▮ Vinicius Del **Colle**
UFAL

▮ José Paulo **Pinheiro**
Université de Lorraine - France

▮ Wander Gustavo **Botero**
UFAL

RESUMO

A disponibilidade de metais tóxicos no ambiente é influenciada pela presença de ligantes naturais como as frações da matéria orgânica de solos (MOS). Um conhecimento dessa interação torna-se mais importante quando a obtenção das frações da MOS mimetiza compostos presentes e ativos no ambiente. As técnicas cronopotenciométricas SCP e AGNES são promissoras para esses estudos devido ao baixo limite de detecção e a obtenção dos parâmetros de complexação dinâmica em sistemas heterogêneos. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar a complexação dinâmica de Pb(II) com frações da MOS empregando SCP e AGNES. As frações da MOS foram a partir de extração com NaOH 0,1 mol L⁻¹ (substâncias húmicas, SHS e SHU, ácidos húmicos, AHS e AHU, e fúlvicos AFS e AFU), NaNO₃ 0,1 mol L⁻¹ (soluções de solo, SSS e SSU) e chuva simulada (soluções lixiviadas, SLS e SLU). A capacidade de complexação (CC) e a constante de estabilidade (K) dos complexos formados foram determinadas em pH 5 e pH 6 para diferentes concentrações do metal e indicaram que as diferentes frações da MOS apresentam afinidade por Pb(II) formando complexos estáveis. Os ácidos húmicos apresentaram maior CC e K do que as substâncias húmicas e demais frações. Em pH 5 a CC e K foram menores que em pH 6, o que pode ser um resultado de alterações conformacionais e disponibilidade dos sítios complexantes com o aumento do pH e menor competição do íon H⁺ e do metal pelos sítios de interação.

Palavras-chave: Complexação Dinâmica, SCP, AGNES, Pb(II), MOS.

INTRODUÇÃO

A presença de metais potencialmente tóxicos no ambiente tem sido cada vez mais frequente devido à ação antropogênica. Dentre esses metais, pode-se destacar o chumbo (Pb), pois em níveis traço, não é biodegradável e tende a acumular-se nos organismos vivos, causando anormalidades (LIMA e SANTOS, 2012; KUSHWAHA et al., 2018). O chumbo é utilizado em processos industriais e as principais fontes antropogênicas incluem mineração, fundição de minérios, queima de carvão, efluentes de indústrias de bateria de armazenamento, exaustão de automóveis, chapeamento de metais, curtimento de couro, operações de acabamento, fertilizantes, pesticidas e aditivos em pigmentos e gasolina (KUSHWAHA et al., 2018).

A forma química iônica, Pb(II), é considerada potencialmente tóxica, pois encontra-se mais disponível para assimilação pela biota, mesmo em níveis traço (ppb ou ppm), podendo causar estresse oxidativo em plantas, ser acumulado em suas diferentes partes e entrar na cadeia alimentar e, assim, afetar os sistemas nervoso, hematológico, cardiovascular e reprodutivo do ser humano. A acumulação em humanos pode causar dor de cabeça, perda de memória a curto prazo, confusão mental, dor nos músculos e articulações, distúrbios gastrointestinais, intolerâncias alimentares, alergias, fadiga crônica, infecções etc. (KUSHWAHA et al., 2018). Assim, torna-se importante compreender a biodisponibilidade, mobilidade e toxicidade de chumbo no ambiente, considerando condições mais realísticas (DOMINGOS et al., 2014; CHITO et al., 2012).

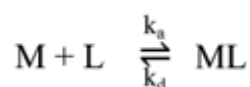
A toxicidade de muitos elementos depende do estado de oxidação e da sua tendência a formar complexos com ligantes inorgânicos ou orgânicos como a matéria orgânica. A interação dos íons metálicos com os diferentes ligantes presentes em sistemas ambientais, como macromoléculas naturais, coloides e partículas tem sido cada vez mais reconhecida como característica fundamental do meio ambiente (DOMINGOS et al., 2008). As diferentes frações da matéria orgânica de solos (MOS) apresentam-se como ligantes naturais polifuncionais, que afetam a biodisponibilidade de contaminantes no ambiente através da formação de complexos de diferentes solubilidades e estabilidade química e bioquímica (LEITA et al., 2009).

Esse processo pode ocorrer por interações covalentes, eletrostáticas ou hidrofóbicas com grupos como ácidos carboxílicos, fenólicos, alcóolicos, mas também outros sítios ionizáveis de grupos contendo nitrogênio e enxofre. No entanto, as espécies orgânicas como as frações da MOS, além de serem heterogêneas na composição química, tamanho e polifuncionalidade são polieletrólitos porosos e hidratados que apresentam mudanças conformacionais dependentes do pH e da força iônica, as quais influenciam o processo de complexação de espécies metálicas (DOMINGOS et al., 2014; ROCHA e ROSA, 2003).

Uma compreensão quantitativa desses processos requer avaliação da complexação dinâmica a partir de condições que mimetizem o ambiente e permita a obtenção de constantes

de estabilidade e capacidade de complexação, labilidade e concentrações do metal livre mesmo em sistemas heterogêneos e baixa concentração do metal. A obtenção desses parâmetros contribui para o entendimento dos mecanismos dos ciclos biogeoquímicos e destino dos poluentes no ambiente (DOMINGOS et al., 2008; MONTEIRO et al., 2016).

Dentro desse contexto, alguns modelos matemáticos são utilizados para descrever os processos dessas reações de complexação, os quais levam em conta a concentração do material orgânico, o pH, a força iônica, entre outros. (PERDUE, 1998). De acordo com Domingos et al. (2008), considerando um sistema em equilíbrio para um íon metálico (M), que pode i) associar-se reversivelmente ao sítio de um ligante (L) para formar um complexo ML eletroativo e ii) ser reduzido (M⁰) em um eletrodo, tem-se a seguinte expressão:



Onde k_a e k_d são, respectivamente, constantes de velocidade de formação e dissociação do complexo. O equilíbrio termodinâmico em solução entre o metal e o ligante é descrito pela constante de estabilidade, K , dada pela equação (1):

$$K = \frac{k_a}{k_d} = \frac{C_{ML}}{C_M C_L} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde C_{ML} corresponde à concentração do complexo formado, C_M e C_L correspondem às concentrações do metal livre e do ligante, respectivamente. Como em sistemas ambientais geralmente há um excesso de ligante e o metal em nível de traço, pode-se considerar a aproximação de que $C_{L,t} \gg C_{M,t}$, levando a $C_L \gg C_{ML}$ e $C_L \approx C_{L,t}$ e definir uma nova constante de ligação dada pela equação (2):

$$K' = K_{C_{L,t}} = \frac{C_{ML}}{C_{M,L}} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde $C_{L,t}$ é a concentração total do ligante e C_{ML} e $C_{M,L}$ são, respectivamente, as concentrações do complexo e do metal livre em solução. Em que:

$$C_{M,L} = \frac{\tau}{h} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde $C_{M,L}$ é a concentração do metal livre, τ o sinal analítico obtido a partir da AGNES e h é a constante de proporcionalidade obtida a partir de uma curva de calibração.

Além de modelos matemáticos para a descrição da complexação, é importante a utilização de técnicas que possibilitam a obtenção de parâmetros dinâmicos de espécies de interesse em baixos limites de detecção, tempo de análise reduzido, reprodutibilidade entre outras características. Nesse sentido, as técnicas promissoras para estudos de complexação

dinâmica são cronopotenciometria de redissolução anódica (SCP, do inglês *stripping chronopotentiometry*) e AGNES (do inglês *Absence of gradients and Nernstian equilibrium stripping*) (DOMINGOS et al., 2008; CHITO et al., 2012).

A SCP apresenta a vantagem de que o sinal analítico não é afetado por adsorção de espécies orgânicas na superfície do eletrodo. É uma técnica em dois passos envolvendo i) a deposição (acumulação), onde os íons metálicos são reduzidos a um potencial de deposição constante (E_d) e tempo fixo; seguido de ii) redissolução, onde o metal acumulado é reoxidado através da aplicação de uma corrente constante (i_{ox} , geralmente na ordem de 10^{-6} A) acompanhada por uma varredura de potencial em intervalo definido. O sinal analítico é o tempo necessário para a reoxidação (tempo de transição, τ) do metal amalgamado (MOTA et al., 2012; ROCHA, 2009; PINHEIRO e VAN LEWEEUS, 2004).

Como o sinal E vs tempo (t) obtido na etapa de reoxidação produz uma curva em forma de onda, para uma determinação mais precisa do tempo de transição é a sua conversão em dt/dE vs E, em que a área do pico corresponde diretamente ao τ e à concentração do metal amalgamado (MOTA et al., 2012; TOWN van LEEUWEN, 2001).

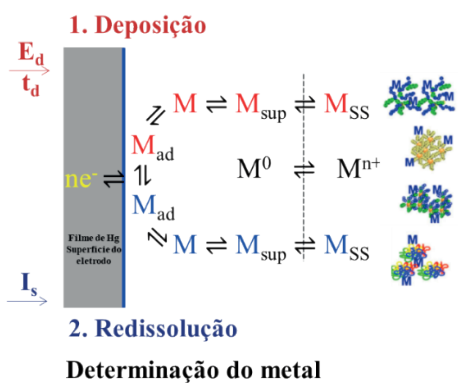
Assim como a SCP, a AGNES é uma técnica de redissolução em dois passos, porém tem o objetivo de determinar diretamente a concentração do metal livre (CHITO et al., 2012; PARAT et al., 2011; DOMINGOS et al., 2008; GALCERAN et al., 2004). No passo de deposição aplica-se um potencial próximo ao potencial de redução padrão do metal e espera-se até atingir o equilíbrio termodinâmico entre o metal amalgamado e o interior da solução em que não há gradiente de concentração e, portanto, garante que a concentração do metal amalgamado é proporcional à quantidade de metal livre, que depende apenas de C_M^* (concentração do íon metálico no interior da solução). No fim da etapa de deposição, a reoxidação pode ser feita via SCP (PARAT et al., 2011; DOMINGOS et al., 2008; GALCERAN et al., 2004).

A AGNES tem sido empregada em estudos de especiação envolvendo frações da matéria orgânica com o intuito de compreender a dinâmica da interação metal-ligante pois possibilita a obtenção da constante de estabilidade dos complexos (K), concentração do metal livre, capacidade de complexação entre outros com a vantagem do baixo limite de detecção (na ordem de nmol L^{-1}) e por ser indiferente à adsorção de matéria orgânica na superfície do eletrodo. Entretanto, poucos metais formam amálgama com mercúrio (Cd, Cu, Pb, Zn, In, Tl, Bi, Sn) sendo uma limitação da técnica utilizando filme fino de mercúrio (GALCERAN et al., 2004; AGUILAR et al., 2013; GALCERAN et al., 2014; MONTEIRO et al., 2015).

A utilização do filme fino de mercúrio tanto em SCP como em AGNES permite a reprodutibilidade das análises e um transporte rápido do metal dentro do filme durante a etapa de reoxidação o que significa que as medidas são realizadas em condições de depleção completa. Essa depleção completa também é uma característica alcançada ao utilizar uma

corrente de reoxidação suficientemente baixa e, além disso, evita problemas de adsorção de matéria orgânica à superfície do eletrodo (TOWN e van LEEWEN, 2002; ROCHA et al., 2007). Uma sumarização das etapas importantes dessas técnicas está apresentada na Figura 1.

Figura 1. Representação da dinâmica do metal mimetizando o ambiente ao se empregar SCP e AGNES. M_{ad} é o metal adsorvido, M_{sup} é o metal na superfície do eletrodo, M_{ss} é o metal no seio da solução.



Fonte: Adaptado de Domingo et al. (2014)

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo empregar técnicas cronopotenciométricas (SCP e AGNES) para avaliar a complexação dinâmica de Pb(II) por frações da MOS obtidas de solos com diferentes teores de matéria orgânica.

EXPERIMENTAL

Obtenção das frações da MOS

As amostras de solos para a extração das frações da MOS foram coletadas e caracterizadas conforme descrito por Tavares et al. (2020). Em que foram obtidas as frações a partir das extrações com NaOH 0,1 mol L⁻¹ (substâncias húmicas, SHS e SHU, ácidos húmicos, AHS e AHU, e fúlvicos AFS e AFU), com NaNO₃ 0,1 mol L⁻¹ (soluções de solo, SSS e SSU) e com chuva simulada (soluções lixiviadas, SLS e SLU).

Estudos de complexação de Pb(II) por frações da MOS

As soluções foram preparadas com água ultrapura (resistividade 18,2 MΩ cm) e os reagentes utilizados foram de grau analítico. Os experimentos foram realizados em atmosfera inerte utilizando N_{2(g)} (99,999% de pureza). Para a verificação da superfície do eletrodo de carbono vítreo e a deposição do filme fino de mercúrio (TMFE) utilizou-se celas de vidro, enquanto para as soluções de trabalho optou-se por cela de poliestireno de 40 mL, que facilitam a limpeza e minimiza a aderência de metal. Todas as medidas de SCP e AGNES foram realizadas em duplicata e os experimentos repetidos duas vezes.

Os experimentos foram realizados utilizando um equipamento composto de um posto 663VA (Metrohm) controlado por um potenciostato/galvanostato μ -autolab tipo III (Metrohm) juntamente com uma interface (IME 663 Metrohm) com uma configuração de três eletrodos: i) eletrodo de trabalho, que consiste em filme fino de mercúrio depositado no eletrodo de carbono vítreo; ii) eletrodo auxiliar de carbono vítreo iii) eletrodo de referência (Ag/AgCl) com ponte salina de NaNO_3 1 mol L^{-1} .

Preparo do eletrodo de trabalho

O preparo do eletrodo de trabalho consistiu em polimento em alumina (Al_2O_3), lavando com água ultrapura e seguindo com a verificação da superfície do eletrodo de carbono vítreo utilizando solução $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ (1 mol L^{-1}) + HCl ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$) e voltametria cíclica (50 ciclos) entre os potenciais $-0,8$ e $+0,8 \text{ V}$ e velocidade de varredura de $0,1 \text{ V s}^{-1}$ (ROCHA et al., 2007; MONTEIRO et al., 2015).

Em seguida fez-se a deposição do filme fino de mercúrio utilizando uma solução de Hg(II) $1,25 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ (pH 1,9) e as seguintes condições: 300 s de purga de $\text{N}_{2(g)}$; voltametria de onda quadrada, potencial de deposição igual a $-1,3 \text{ V}$; 700 s de deposição; velocidade de rotação do eletrodo de carbono vítreo igual a 1000 rpm (MONTERROSO et al., 2004; ROCHA et al., 2007; ROCHA et al., 2010). Após a deposição seguiu-se automaticamente com uma varredura entre $-1,3 - 0,3 \text{ V}$ para verificar o perfil da formação do filme.

Ao final de cada experimento, o filme era removido por varredura linear de redissolução utilizando taxa de varredura $0,005 \text{ V s}^{-1}$ entre $-0,15 - 0,4 \text{ V}$ em 5 mmol L^{-1} de NH_4SCN (pH 3,4) e determinada a carga associada com o Hg depositado (Q_{Hg}) por integração do pico (MONTEIRO et al., 2016; ROCHA et al., 2010).

Otimização dos parâmetros para AGNES

A otimização da AGNES é em duas etapas: i) determinação do potencial em que o equilíbrio nernstiano ocorre; ii) determinação do tempo de deposição em que o equilíbrio nernstiano será alcançado na ausência de gradientes de concentração, ou seja, a concentração do metal livre na superfície do eletrodo é igual à concentração de metal livre em solução, ambos representados por $[\text{M}^{2+}]$, enquanto $[\text{M}^0]$ representa a concentração de metal reduzido na amálgama. A equação de Nernst pode ser escrita como:

$$Y = \frac{[\text{M}^{2+}]}{[\text{M}^0]} = \exp - \frac{2F}{RT} (E_1 - E^{0'}) \quad \text{Equação (4)}$$

onde F é a constante de Faraday, R a constante dos gases, T a temperatura, E_1 é o potencial de deposição aplicado e $E^{0'}$ o potencial formal do par redox. Y é o ganho na

concentração de metal na superfície devido à sua pré-concentração na amálgama após a aplicação de E_1 (GALCERAN et al., 2004; AGUILAR et al., 2013; GALCERAN et al., 2014).

Para a determinação do potencial de deposição (E_d) ótimo foram utilizadas várias medidas de SCP em diferentes valores de potencial e tempo de deposição, t_d , de 45 s e aplicação da corrente de oxidação, o que resulta em uma SSCP (do inglês *scanning stripping chronopotentiometry*) e uma curva representada pelo tempo de transição em função do potencial de deposição (pseudopolarograma). O E_d consiste no potencial de meia onda do pseudopolarograma (DOMINGOS et al., 2008; ROTUREAU, 2014).

As soluções de trabalhos foram 2×10^{-7} e 3×10^{-7} mol L⁻¹ de Pb(II) (preparada a partir de um padrão de 1000 mg L⁻¹) em NaNO₃ 0,01 mol L⁻¹ e tampão ácido 2-N- morfolinoetanosulfônico (MES) 0,2 mol L⁻¹. O intervalo de potencial para Pb(II) foi de -0,72 - -0,41 V (PINHEIRO e van LEEUWEN, 2004; van LEEUWEN e TOWN, 2002) variando 0,1 V. A determinação do tempo ótimo, que consistiu em várias medidas cronopotenciométricas com o E_d ótimo e variando o tempo de deposição até que se atinja a ausência de gradientes, ou seja, a concentração do metal permaneceu constante com o tempo e o equilíbrio termodinâmico foi atingido (patamar da curva tempo de reoxidação vs tempo) (PARAT et al., 2011).

Para cada experimento foi feito uma curva de calibração com duplicatas de concentrações conhecidas de metal (de 1 a 10×10^{-8} mol L⁻¹) após a medida do branco (20 mL de NaNO₃ 0,01 mol L⁻¹ e pH fixo utilizando tampão MES ou MOPS (ácido 3-N-morfolinopropanosulfônico 0,2 mol L⁻¹). Os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) da AGNES foram estimados para Pb(II), para cada experimento de interação com as diferentes frações da MOS, de acordo com as equações descritas (SKOOG et al., 2006; MONTEIRO et al., 2015).

Condições para determinação das constantes de estabilidade dos complexos e capacidade de complexação de Pb(II) pelas frações da MOS.

Os parâmetros i) constante de estabilidade e ii) capacidade de complexação foram determinados via AGNES com força iônica constante (NaNO₃ 0,01 mol L⁻¹) pH = 5 e pH = 6 (com adição de 200 µL de tampão MES e MOPS 0,2 mol L⁻¹, respectivamente), e condições eletroquímicas para Pb(II) E_d -0,55 V, t_d 300 s definidos na otimização e corrente de oxidação 2 µA para obtenção da constante de proporcionalidade obtida a partir da curva de calibração e dos valores de metal livre após as adições da fração da MOS (ROCHA et al., 2015; PINHEIRO e van LEEUWEN, 2004).

Após a adição de cada alíquota de metal e da fração da MOS, o pH foi ajustado HNO₃ ou NaOH, ambos 0,1 mol L⁻¹, com o auxílio de um pHmetro. Após a curva de calibração para o experimento com cada fração da MOS em pH definido foi adicionado uma alíquota de material orgânico para obter a redução de aproximadamente 80% do sinal de Pb(II) livre

(saturação por material orgânico) e seguiu-se com adições de metais até obtenção do excesso de metal. Para as frações AFS, AFU, SSS, SSU, SLS, SLU foram preparadas soluções concentradas a partir do material liofilizado.

As constantes de estabilidade condicional, K' , foram obtidas a partir da equação (2) em que C_{ML} (concentração do complexo) é calculada pela diferença entre $C_{M,t}$ e $C_{M,L}$ (concentração do metal total e metal livre, respectivamente), em que a concentração do metal livre é calculada a partir das Equações (2) e (3).

A capacidade de complexação (CC) foi obtida a partir da relação gráfica da concentração do metal livre vs metal total, em que se obtém duas seções lineares e a intersecção das duas corresponde à capacidade de complexação do material orgânico para aquele metal (ROMÃO et al., 2003) sendo que o valor determinado é dividido pelo carbono orgânico total da amostra obtido a partir da equação (5):

$$CC = \frac{C_M}{C_{MOS}} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde CC é a capacidade de complexação, C_M é a concentração do metal total adicionado e C_{MOS} é a concentração da matéria orgânica em termos de COT (ROMÃO et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos utilizados apresentavam diferentes teores de matéria orgânica, resultando em frações de matéria orgânica também distintas (TAVARES et al., 2020). De modo geral, o procedimento de extração afetou mais fortemente as características de cada fração, como teor de carbono orgânico total, grupos carboxílicos e fenólicos, entre outras.

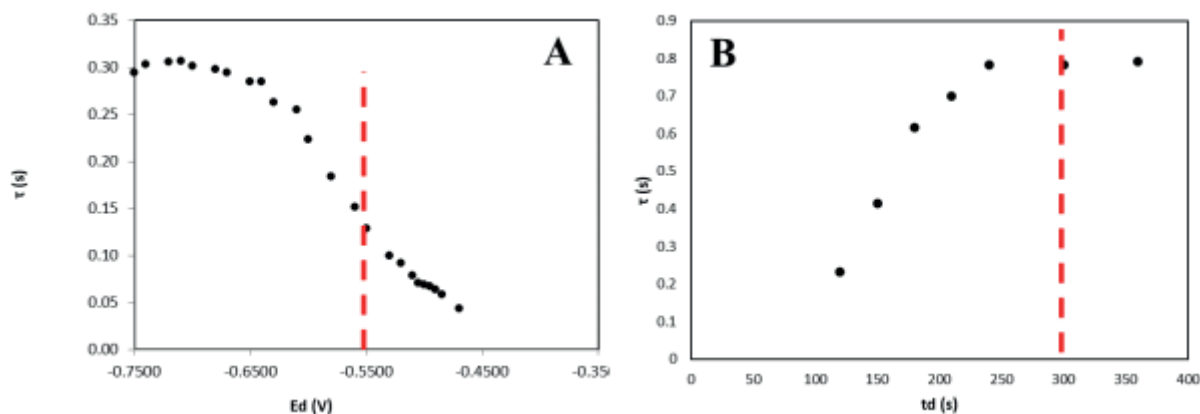
Otimização dos parâmetros

Para realização dos estudos de interação das diferentes frações da MOS com Pb(II) via AGNES é necessária a otimização do potencial de deposição E_d e do tempo de equilíbrio, t_d . O E_d foi otimizado a partir de várias medidas de SCP, que leva à SSCP (*Stripping chronopotentiometry at scanned deposition potential*) e obtém-se uma sigmoide do sinal analítico em função do potencial, a partir da qual se escolhe o potencial de meia onda, $E_{1/2}$, que corresponde ao potencial de equilíbrio e pode ser visto na Figura 2A. (PARAT et al., 2011; DOMINGOS et al., 2008).

O tempo de equilíbrio (t_d) foi otimizado a partir de várias medidas via AGNES utilizando o E_d e variando o tempo de deposição até atingir um ponto onde o sinal analítico é praticamente constante, denominado patamar do gráfico (Figura 2B). Nesse sentido, o tempo

escolhido está dentro do patamar, que corresponde ao tempo de equilíbrio nernstiano com ausência de gradientes.

Figura 2 - Perfis obtidos para Pb(II) via **(A)** SSCP (τ vs E_d) $E_d = -0,78 - -0,41$ V; $t_d = 45$ s; **(B)** AGNES (τ vs t_d) $E_d = -0,55$ V; $t_d = 120 - 360$ s. Condições: TMFE/CV $I_{ox} = 2\mu A$; $[Pb^{2+}] = 0,2 \mu mol L^{-1}$; $[NaNO_3] = 0,01 mol L^{-1}$.



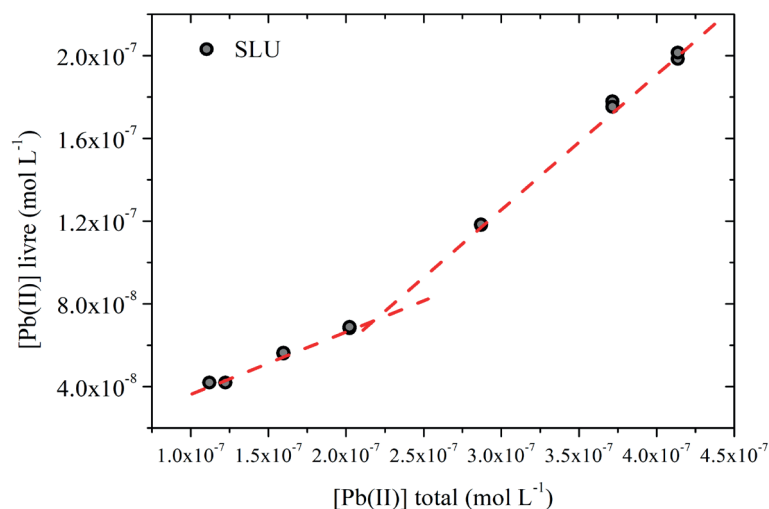
Com base na análise dos dados apresentados nas Figuras 2A e 2B foi selecionado o potencial de deposição (- 0,55 V) e o tempo de deposição (300 s) para Pb(II), e seguiu-se com os experimentos de interação com as diferentes frações da matéria orgânica. Antes de cada titulação foi feito uma curva de calibração após a medida do branco, a partir da qual foi possível obter os LOD de 5,6 e 5,5 nmol L⁻¹ em pH = 5 e 6, respectivamente, e os LOQ 0,032 e 0,035 $\mu mol L^{-1}$ da AGNES para Pb(II).

Os valores obtidos para os LOD e LOQ apresentam variações justificadas pela característica de nanogotas de mercúrio depositadas na superfície de carbono vítreo e, principalmente devido às condições experimentais como corrente elétrica, limpeza da superfície do eletrodo de carbono vítreo, medida do sinal entre outros (ROCHA et al., 2007; PARAT et al., 2011; MOTERROSO et al., 2004; MONTEIRO et al., 2016).

Titulação complexométrica via AGNES

A capacidade de complexação foi determinada a partir do gráfico da concentração do metal livre *versus* a concentração do metal total, que apresenta duas seções lineares com mudança de coeficiente angular e a intersecção das duas curvas corresponde a capacidade de complexação, como mostrado na Figura 3 para a fração SLU.

Figura 3. Curva para a determinação da capacidade de complexação da SLU com Pb(II) determinada via AGNES: $E_d = -0,55$ V; $t_d = 300$ s; $i_{ox} = 2 \mu\text{A}$; pH = 5; 25 mg L^{-1} COT em NaNO_3 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$.



Essa relação gráfica foi feita para todas as frações em pH = 5 e pH = 6 e após obtenção da interseção, o valor foi dividido pela concentração de COT na célula eletroquímica para determinação do valor de capacidade de complexação em mg de Pb(II) por g de COT. Os valores estão apresentados na Tabela 1.

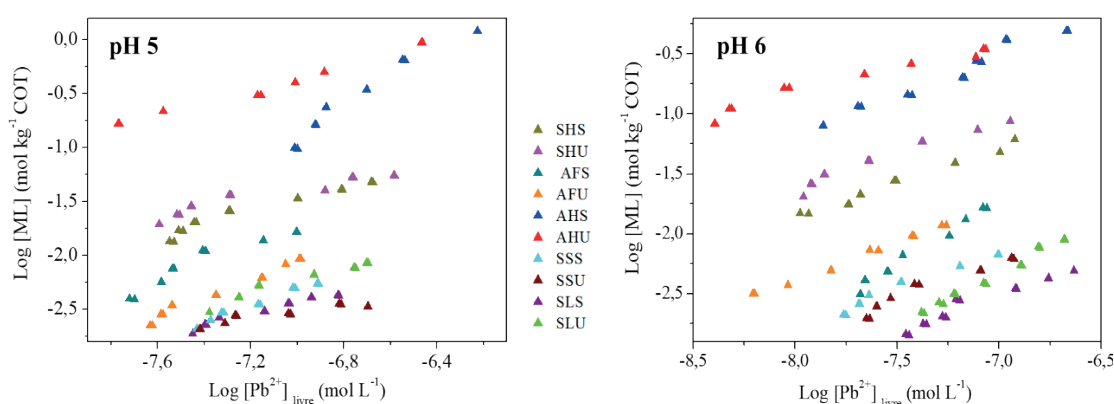
Tabela 1. Valores obtidos para a capacidade de complexação obtidos via AGNES de Pb(II) em pH = 5 e pH = 6 para as diferentes frações da MOS. Condições: $E_d = -0,55$ V; $t_d = 300$ s; $i_{ox} = 2 \mu\text{A}$; pH = 5; 25 mg L^{-1} COT em NaNO_3 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$.

Extração	Fração	CC (mg Pb(II)/ g COT)	
		pH 5	pH 6
NaOH	SHS	7,99	8,46
	SHU	11,9	12,7
	AHS	61,8	63,2
	AHU	41,9	43,0
	AFS	2,06	1,92
	AFU	1,11	1,28
NaNO3	SSS	0,96	1,02
	SSU	0,94	0,97
Chuva simulada	SLS	0,81	0,86
	SLU	1,79	1,93

A capacidade de complexação dá informações da quantidade de metal complexado por cada fração, bem como a afinidades das mesmas por este metal (BOTERO et al. 2014). Os valores em pH = 5 são em relação aos obtidos em pH = 6 são devido às alterações conformacionais que favoreçam a interação de sítios complexantes com o metal em solução e a desprotonação dos sítios complexantes, os quais estarão mais disponíveis para interação (DOMINGOS et al., 2008). A partir dos valores apresentados na Tabela 1 pode-se estabelecer a seguinte ordem crescente de afinidade entre o chumbo e as frações estudadas em pH = 5 e 6: SLS < SSU ≤ SSS < AFU < SLU < AFS < SHS < SHU < AHU < AHS.

Essa observação corrobora com os resultados obtidos nas caracterizações, em que não se faz distinção significativa em relação ao solo de origem, mas sim da natureza dos grupos funcionais presentes devido a seletividade do extrator empregado. Dessa forma, pode-se inferir que as frações denominadas solução de solo e solução lixiviada apresentam valores de CC semelhante aos ácidos fúlvicos, que é muito diferente daquela apresentada pelos ácidos húmicos. A ligação de íons metálicos com a fração orgânica se dá através de interações específicas entre os cátions e os grupos funcionais e por ligação não específica a qualquer carga residual negativa (MONTEIRO, 2017). Os gráficos apresentados na Figura 4 mostram o comportamento do Pb(II) frente as frações da MOS em pH = 5 e pH = 6.

Figura 4. Comportamento do metal complexado ($\log[ML]$) em função do metal livre ($\log[Pb^{2+}]_{livre}$) obtidos via AGNES: $E_d = -0,55$ V; $t_d = 300$ s; $I_{ox} = 2$ μ A; $NaNO_3$ $0,01$ mol L^{-1} em pH 5 e pH 6.



A partir dos gráficos apresentados na Figura 4, pode-se inferir que o comportamento das frações segue uma mesma tendencia em pH = 5 e pH = 6. Outra informação importante é que a interação de chumbo com ácidos húmicos (AHS, AHU) é maior, ou seja, maior é o log da concentração do metal complexado [ML], enquanto os ácidos fúlvicos (AFS, AFU) apresentam uma menor afinidade por Pb(II) em relação aos ácidos húmicos. Esse comportamento também foi observado por Domingos et al. (2004) para a interação de ácidos húmicos e fúlvicos com Pb (II).

Nesse sentido, pode-se estabelecer a seguinte ordem crescente de complexação em pH = 5 e pH = 6: SLS < SLU < SSU < SSS < AFS < AFS < AFU < SHS < SHU < AHS < AHU. Essa ordem está de acordo com os resultados obtidos para CC em pH = 5 e pH = 6 e, conseqüentemente, dependentes das características estruturais das frações, pelas quais se pode estabelecer a formação dos três principais, justificando a similaridade da complexação dos ácidos fúlvicos com as soluções de solo e as soluções lixiviadas.

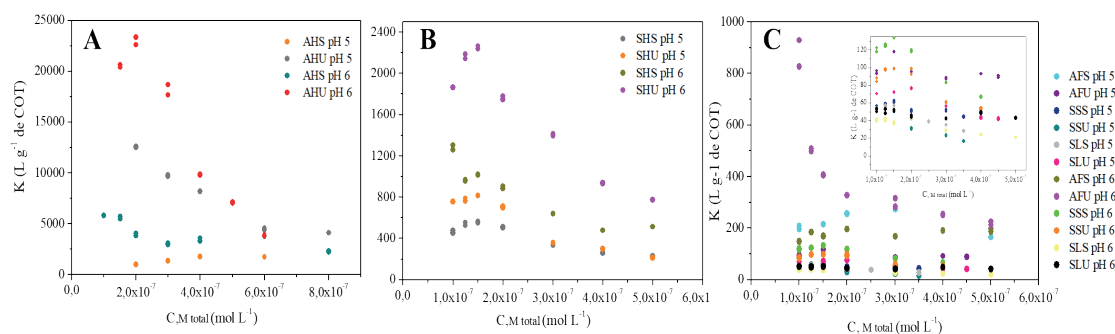
A constante de estabilidade condicional, K' foi determinada via AGNES, obtida a partir da Equação (2) e normalizada dividindo pela concentração do material orgânico para obtenção de K ($L g^{-1}$ de COT), possibilitando a comparação para diferentes concentrações de Pb(II). Os valores obtidos em pH = 5 e pH = 6 para cada fração estão apresentados Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios obtidos para as constantes de complexação das frações da MOS com chumbo, determinadas via AGNES. $E_d = -0,55$ V; $t_d = 300$ s; $I_{ox} = 2$ μ A; $NaNO_3$ 0,01 mol L⁻¹, pH = 5 e 6.

Extrator/Fração	2×10^{-7} mol L ⁻¹ Pb(II) K (10 ² L g ⁻¹ COT)		3×10^{-7} mol L ⁻¹ Pb(II) K (10 ² L g ⁻¹ COT)		
	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	
NaOH	SHS	5,06	8,94	3,35	6,38
	SHU	7,02	17,6	3,04	14,0
	AHS	9,93	39,6	13,5	30,1
	AHU	125	230	97,2	182
	AFS	2,56	1,96	2,78	1,68
	AFU	0,96	3,28	0,88	3,00
NaNO ₃	SSS	0,51	1,20	0,52	0,83
	SSU	0,31	0,96	0,23	0,61
Chuva simulada	SLS	0,42	0,45	0,35	0,29
	SLU	0,76	0,45	0,56	0,43

O perfil das curvas K *versus* concentração do metal total (Fig. 5) indicou a heterogeneidade dos complexos formados com chumbo. Quando a complexação é de forma homogênea, a relação gráfica será uma reta em que a razão complexo/metal total se mantém constante em qualquer proporção. Quando o sistema é heterogêneo essa relação decresce com o aumento da razão metal total/ligante total. Isso ocorre porque inicialmente a concentração do metal é baixa e, por isso, os sítios de complexação mais fortes são ocupados pelo metal e à medida que a concentração do metal aumenta, sítios mais fracos vão sendo ocupados (MONTEIRO, 2017; BEZERRA et al., 2009).

Figura 5. Curvas K vs C_{Mtotal} obtidas *via* AGNES para as diferentes frações da MOS, comparando as diferenças de complexação do Pb(II) em pH 5 e 6, $E_d = -0,55$ V; $t_d = 300$ s; $I_{ox} = 2$ μ A; $NaNO_3$ 0,01 mol L⁻¹. (A) Ácidos Húmicos, (B) Substâncias húmicas, (C) Ácidos fúlvicos, soluções de solo e soluções lixiviadas.



A partir da Figura 5 pode-se inferir que a complexação de Pb(II) com todas as frações é heterogênea, com exceção para o AHS em pH = 5 que é ligeiramente homogênea. Os maiores valores de K foram obtidos em pH = 6, com exceção para AFS, SLS e SLU. Uma possível justificativa para esse aumento neste pH pode ser devido à maior dissociação de grupos funcionais, particularmente grupos carboxílicos e devido à competição do íon H⁺ e do íon metálico por sítios de interação em pH menor, como destacado por Pandey et al. (2000).

As curvas apresentadas na Figuras 5 foram construídas de acordo com a similaridade estabelecida na análise multivariada apresentada por Tavares et al. (2020), que também é coerente com os valores obtidos para K em pH = 5 e 6. Dessa forma, pode-se estabelecer a seguinte ordem crescente para as constantes condicionais: SLS < SSU < SSS < SLU < AFU < AFS < SHS < SHU < AHS < AHU. O perfil das curvas observadas para as frações em estudo são resultado da utilização da técnica dinâmica, que permite a obtenção de diferentes constantes de estabilidade com a variação da concentração do metal em solução. Em condições de excesso de metal, ou seja, saturação do material orgânica por Pb(II) são observados menores constantes de estabilidade e, conseqüentemente, uma maior quantidade de metal livre. Em condições ambientais, isso significa que o metal estaria mais disponível para a biota.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, as técnicas cronopotenciométricas SCP e AGNES foram empregadas para avaliar a complexação dinâmica de Pb(II) por dez frações da matéria orgânica de solos, as quais foram obtidas por diferentes métodos de extração e, conseqüentemente, variabilidade em suas características. Foram determinados os parâmetros CC e as K' para os complexos em pH = 5 e pH = 6. Os resultados obtidos mostraram que as diferentes frações da MOS possuem afinidade pelo chumbo, formando complexos estáveis. Os ácidos húmicos apresentaram maior capacidade de complexação (CC) e constante de estabilidade (K') do que as substâncias húmicas e demais frações. Em pH 5 a CC e K' foram menores do que em pH = 6, o que pode ser um resultado de alterações conformacionais e disponibilidade dos sítios complexantes com o aumento do pH e menor competição do íon H⁺ e do metal pelos sítios de interação.

A partir dos estudos realizados, pode-se inferir que o procedimento de extração influencia fortemente as características do material orgânico extraído e na interação deste com o íon chumbo. Essa comparação é importante do ponto de vista ambiental, pois possibilita a obtenção de parâmetros mais realísticos no que se refere à fração mais reativa da MOS e sua influência na biodisponibilidade de chumbo para o ambiente, para avaliações de risco e modelagem molecular.

■ REFERÊNCIAS

1. AGUILAR, D.; PARAT, C.; GALCERAN, J.; COMPANYS, E.; PUY, J.; AUTHIER, L.; POTIN-GAUTIER, M. Determination of free metal ion concentrations with AGNES in low ionic strength media. **J. Electroanalytical Chemistry**, v. 689, 276–283, 2013.

2. BEZERRA, P. S. S.; TAKIYAMA, L. R.; BEZERRA, C. W. B. Complexação de íons de metais por matéria orgânica dissolvida: modelagem e aplicação em sistemas reais. **Acta Amazonica**, v 39, 639-648, 2009.
3. BOTERO, W. B.; SOUZA, S. O.; SANTOS, O. S.; OLIVEIRA, L. C.; AMARANTES, C. B. Influência das substâncias húmicas de sedimentos na biodisponibilidade de metais para o sistema aquático. **Quim. Nova**, v.37. n.6, 943-049, 2014.
4. CHITO, D.; WENG. L.; GALCERAN, J.; COMPANYS, E.; PUY, J., RIEMSDIJK, W. H. V.; LE-EUWEN, H. P. V. Determination of free Zn²⁺ concentration in synthetic and natural samples with AGNES (Absence of Gradients and Nernstian Equilibrium Stripping) and DMT (Donnan Membrane Technique). **Science of the Total Environment**, v. 421–422, 238–244, 2012.
5. DOMINGOS, R. F.; GÉLABERT, A.; CARREIRA, S. CORDEIRO, A.; SIVRY, Y.; BENEDETTI, M. F. Metals in the Aquatic Environment—Interactions and Implications for the Speciation and Bioavailability: A Critical Overview. **Aquat Geochem**, 2014.
6. DOMINGOS, R. F.; HUIDOBRO, C.; COMPANYS, E.; GALCERAN, J.; PUY, J.; PINHEIRO, J. P. Comparison of AGNES (absence of gradients and Nernstian equilibrium stripping) and SSCP (scanned stripping chronopotentiometry) for trace metal speciation analysis. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 617, 141–148, 2008.
7. GALCERAN, J.; COMPANYS, E.; PUY, J.; CECILIA, J.; GARCES, J. L. AGNES: a new electroanalytical technique for measuring free metal ion concentration. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 566, 95-109, 2004.
8. GALCERAN, J.; LAO, M.; DAVID, C.; COMPANYS, E.; REY-CASTRO, C. SALVADOR, J.; PUY, J. The impact of electrodic adsorption on Zn, Cd and Pb speciation measurements with AGNES. **J. of Elect. Chem.**, v. 722-723, 110–118, 2014.
9. KUSHWAHA, A.; HANS, N.; KUMAR, S.; RANI, R. A critical review on speciation, mobilization and toxicity of lead in soil-microbe-plant system and bioremediation strategies. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 147, 1035–1045, 2018.
10. LEITA, L.; MARGON, A.; PASTRELLO, A. ARCON, I.; CONTIN, M.; MOSETI, D. Soil humic acids may favour the persistence of hexavalent chromium in soil. **Environmental Pollution**, v. 157, 1862–1866, 2009.
11. LIMA, A. M.; SANTOS, F. F. Análise das propriedades físico-químicas e metais potencialmente tóxicos na água do Rio Claro, próximo à cidade de Jataí – GO. **Rev. de Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n.º 2, p. 239-255, 2012.
12. MONTEIRO, A, S. C.; PARAT, C.; ROSA, A.H.; PINHEIRO. Towards field trace metal speciation using electroanalytical techniques and tangential ultrafiltration. **Talanta**, v. 152, 112–118, 2016.
13. MOTA, A. M.; PINHEIRO, J. P.; GONÇALVES, M. L. S. Electrochemical Methods for Speciation of Trace Elements in Marine Waters. Dynamic Aspects. **J. Phys. Chem. A**, v. 116, 6433-6442, 2012.
14. MONTERROSO, S. C. C.; CARAPUÇA, H. M.; SIMÃO, J. E. J.; DUARTE, A. C. Optimisation of mercury film deposition on glassy carbon electrodes: evaluation of the combined effects of pH, thiocyanate ion and deposition potential. **Analytica Chimica Acta**, v. 503, 203–212, 2004.

15. MONTEIRO, A. S. C. *Especiação de chumbo e cádmio: desenvolvimento de métodos eletroanalíticos para a avaliação da influência da matéria orgânica natural e substâncias húmicas*. 2017. 121 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP, 2017.
16. PARAT, C.; AUTHIER, L.; AGUILAR, D.; COMPANYS, E.; PUY, J.; GALCERAN, J.; POTIN-GOUTIER, M. Direct determination of free 1 metal concentration by implementing stripping chronopotentiometry as second stage of AGNES. **Published in Analyst**, v. 136, 4337- 4343, 2011.
17. PINHEIRO, J. P.; VAN LEEUWEN, H. P. Scanned stripping chronopotentiometry of metal complexes: lability diagnosis and stability computation. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 570, 69–75, 2004.
18. PANDEY, A. K.; PANDEY, S. D.; MISRA, V. Stability constants of metal humic acid complexes and its role in environmental detoxification. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.47, 195-200, 2000.
19. RITCHIE, J. D.; PERDUE, E. M. Proton-bidding study of standard and reference fulvic acids humic acids, and natural organic matter. **Geochim. Cosmochim. Acta**, v.67, 85-96, 2003.
20. ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. **Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas**. São Paulo: Editora UNESP, 2003, 120p.
21. ROCHA, L. S. Thin mercury film electrodes in dynamics Speciation studies of metals. 2009. 129p. Dissertação – Departamento de Química, Universidade de Aveiro– PT, 2009.
22. ROCHA, L. S.; PINHEIRO, J. P.; CARAPUÇA, H. M. Evaluation of nanometer thick mercury film electrodes for stripping chronopotentiometry. **J. Elect. Chem.**, v. 610, 37–45, 2007.
23. ROCHA, L. S.; COMPANYS, E.; GALCERAN, J.; CARAPUÇA, H. M.; PINHEIRO, J. P. Evaluation of thin mercury film rotating disk electrode to perform absence of gradients and Nernstian equilibrium stripping (AGNES) measurements. **Talanta**, v. 80, 1881–1887, 2010.
24. ROTUREAU, Elise. Analysis of metal speciation dynamics in clay minerals dispersion by stripping chronopotentiometry techniques. **Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects**, v. 441, 291– 297, 2014.
25. ROCHA, L. S.; BOTERO, W. G.; ALVES, N. G.; MOREIRA, J. A.; COSTA, A. M. R.; PINHEIRO, J. P. Ligand size polydispersity effect on SSCP signal Interpretation. **Electrochimica Acta**, v. 166, 395–402, 2015.
26. ROMÃO, L. P. C.; CASTRO, G. R.; ROSA, A. H.; ROCHA, J. C.; PADILHA, P. M.; SILVA, H. C. Tangential-flow ultrafiltration: a versatile methodology for determination of complexation parameters in refractory organic matter from Brazilian water and soil samples. **Bioanal. Chem**, v. 375, 1097-1100, 2003.
27. SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamento de Química Analítica**, editora Thomson, tradução da 8ª edição, 2006.
28. TAVARES, M. C. Organic Matter Leached from Tropical Soils by Simulated Rain, Hard (NaOH) and Soft (NaNO₃) Extractions: A Realistic Study about Risk Assessment in Soils. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 00, No. 00, 1-8, 2020.

29. TOWN, R. M.; VAN LEEUWEN, H. P. Fundamental features of metal ion determination by stripping chronopotentiometry. **J. Electroanalytical Chemistry**, v. 509, 58–65, 2001.
30. VAN LEEUWEN, H. P.; TOWN, R. M. Stripping chronopotentiometry at scanned deposition potential (SSCP). Part 1. Fundamental features. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 536, 129-140, 2002.

“

Análise da eficiência a partir de indicadores de sustentabilidade: uma aplicação da análise envoltória de dados

┆ Denise Helena Lombardo **Ferreira**
PUC - Campinas

┆ Ingrid Metzner **Morais**
PUC - Campinas

┆ Cibele Roberta **Sugahara**
PUC - Campinas

┆ Bruna Angela **Branchi**
PUC - Campinas

RESUMO

O presente trabalho buscou aplicar a ferramenta Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação da eficiência de municípios da Região Metropolitana de Campinas e de capitais brasileiras a partir de indicadores de sustentabilidade por meio da utilização do *Excel – DEA Frontier* e do SIAD. Foi possível verificar as eficiências das cidades pertencentes à Região Metropolitana de Campinas e das capitais brasileiras sob alguns aspectos. Para os municípios da Região Metropolitana de Campinas as características estudadas foram: consumo de energia e de água, resíduo sólido, água tratada, Produto Interno Bruto, Índice de Desenvolvimento Humano, renda, temperatura e gastos ambientais. Para as capitais brasileiras consideraram-se volume de água consumida e de água produzida e a população urbana atendida. Os resultados mostraram que os municípios Jaguariúna e Paulínia adquiriram eficiência 100%, provavelmente devido ao considerável Produto Interno Bruto desses municípios. No estudo das capitais brasileiras, Manaus demonstrou 100% de eficiência, possivelmente devido ao baixo consumo de água.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Indicadores de Sustentabilidade, Análise Envoltória de Dados

INTRODUÇÃO

O meio ambiente está sujeito a constantes alterações, sejam elas provenientes dos fenômenos naturais ou da ação do homem. As diversas transformações que vêm ocorrendo, muitas delas causadas pela intervenção antrópica, fazem com que os apelos sejam cada vez mais frequentes para que a sociedade use os recursos existentes de forma consciente. Como destacam Silva Júnior, Ferreira e Lewinsohn (2015), todas as formas de vida têm a potencialidade de crescimento exponencial, mas encontram limitação nas diferentes formas de competição entre espécies ou dentro de uma mesma espécie, colocando em xeque a capacidade de suporte dos sistemas ecológicos, manejados ou não. Nessa linha, Boff (2012) afirma que o conceito de sustentabilidade significa respeito às limitações de cada bioma e às necessidades das gerações presentes e futuras.

Os capítulos 8 e 40 da Agenda 21 apontam para a necessidade de consolidar indicadores de sustentabilidade, nessa linha Dahl (2012) afirma que muitas iniciativas têm sido feitas na busca pela avaliação da sustentabilidade por meio de indicadores.

Os indicadores de sustentabilidade devem abranger diversos fatores relacionados com a sustentabilidade: ambientais, econômicos, sociais, dentre outros. As ferramentas de avaliação dos indicadores são úteis para quem toma decisões, pois podem ser utilizadas para o desenvolvimento de políticas.

É comum em vários momentos da vida a necessidade de tomar decisões, que em alguns casos demandam a confecção de um modelo. Os modelos matemáticos usam relações matemáticas para descrever ou representar um objeto ou problema de decisão e podem, em seu processo de criação, auxiliar no entendimento do problema e como consequência melhorar a análise de decisão. Segundo Bassanezi (2011), um modelo é a representação simplificada da realidade.

A aplicação de modelos matemáticos e estatísticos para auxiliar na tomada de decisão quanto à alocação mais adequada dos recursos disponíveis vem sendo cada vez mais difundida e utilizada, permitindo analisar, prever, compreender e interpretar problemas diversos, além de proporcionar a aplicação e contextualização de conteúdos matemáticos e estatísticos.

Neste contexto, esta pesquisa busca aplicar a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) na análise da eficiência de municípios da Região Metropolitana de Campinas e de capitais brasileiras a partir de indicadores de sustentabilidade e como consequência auxiliar na reflexão para a tomada de decisão sobre problemas relacionados com a temática ambiental.

A pesquisa realizada pode contribuir no entendimento e aplicação da ferramenta DEA e ao mesmo tempo despertar o interesse pelo aprofundamento da temática ambiental por meio do uso de indicadores de sustentabilidade.

OBJETIVO

Analisar a eficiência de municípios da Região Metropolitana de Campinas e de capitais brasileiras a partir de indicadores de sustentabilidade por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados.

MÉTODO

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é uma ferramenta da estatística, não paramétrica, que avalia a eficiência de unidades tomadoras de decisão, comparando entidades que realizam tarefas similares e que se diferenciam pela quantidade de recursos (*inputs* ou insumos) e de bens (*outputs* ou produtos) envolvidos (MILIONI; ALVES, 2013). As unidades tomadoras de decisão avaliadas são denominadas por DMUs (*Decision Making Units*).

A Análise Envoltória de Dados tem sido usada no estudo da eficiência relativa das unidades em muitas áreas como educação, administração, engenharia etc.

Há dois modelos DEA clássicos: CRS e BCC. O modelo CRS (*Constant Returns to Scale*) adota como hipótese retornos constantes à escala (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Em sua formulação matemática cada DMU ($k = 1, 2, 3, 4, \dots$) é considerada como uma unidade de produção que utiliza n *inputs* x_k ($i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$) para gerar m *outputs* y_k ($j = 1, 2, 3, 4, \dots, m$).

O modelo CRS maximiza o quociente entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, com a restrição de que para qualquer DMU esse quociente não possa ser maior que 1. Este problema de programação fracionária, mediante alguns artifícios matemáticos, pode ser linearizado e transformado em um Problema de Programação Linear (PPL) mostrado pelas equações (1) a (4).

$$\text{Max } h_o = \sum_{j=1}^m u_j y_{jo} \quad (1)$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{io} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \leq 0 \quad k=1, 2, 3, 4, \dots, n \quad (3)$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j \quad (4)$$

Em que h_o é a eficiência da DMU o em análise; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da DMU o ; e v_i são os pesos dos *inputs* x_{io} e u_j são os pesos dos *outputs* y_{jk} .

O modelo BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale* ou retornos variáveis à escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade), leva em conta situações de eficiência de produção com variação de escala e não admite proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. São possíveis duas orientações radiais para esses modelos na busca da fronteira de eficiência: orientação a *inputs* e orientação a *outputs* (GOMES et al., 2009). No modelo BCC uma DMU é eficiente se, na escala em que opera, é a que melhor aproveita os *inputs* disponíveis. Já no modelo CCR, uma DMU é eficiente quando apresenta o melhor quociente de *outputs* com relação aos *inputs*, ou seja, aproveita melhor os *inputs* sem considerar a escala de operação da DMU.

A Análise Envoltória de Dados tem sido usada no estudo da eficiência relativa das unidades em muitas áreas: educação, administração, engenharia etc. Essa ferramenta permite avaliar vários fatores: técnico, social, econômico e ambiental, portanto consente realizar uma análise integrada. Os modelos DEA têm como objetivo calcular a eficiência das unidades produtivas, denominadas DMUs, conhecendo-se os níveis de recursos empregados e de resultados obtidos. Essa técnica DEA otimiza cada observação individual, de modo a estimar uma fronteira eficiente (linear por partes), composta das unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra em avaliação (unidades Pareto-Koopmans eficientes). Essas unidades servem como referência ou *benchmarking* para as unidades ineficientes (GOMES et al., 2009).

O cálculo da eficiência de unidades organizacionais tem sido um tema importante na administração, mas difícil de resolver, sobretudo quando são considerados múltiplos *inputs* (recursos) e múltiplos *outputs* (serviços, produtos) associados às unidades de interesse (DMUs).

Para utilização da ferramenta DEA os *inputs* devem ser variáveis a serem minimizadas e os *outputs* as variáveis a serem maximizadas.

As subseções seguintes descrevem os procedimentos sobre a utilização das ferramentas DEA Frontier e Sistema Integrado de Apoio à Decisão – SIAD (MEZA et al., 2005), bem como a descrição das rodadas dos problemas selecionados.

Além das eficiências padrões, obtidas dos modelos CRS ou VRS, é possível também analisar o *Benchmarking* e a Fronteira Invertida, que são recursos mais avançados de análise.

A função de *benchmarking* é dada pela projeção das unidades ineficientes na fronteira de eficiência. Pode ser feita com a orientação tanto a *inputs* como *outputs*. Na orientação a *input* há uma redução proporcional de entradas, enquanto as saídas se mantêm constantes,

com a finalidade de atingir a eficiência; já na orientação a *output*, há o objetivo de melhorar os resultados, porém sem reduzir os recursos dados.

A Fronteira Invertida é considerada uma avaliação pessimista das DMUs já que há uma troca dos *inputs* com os *outputs* dados originalmente. Essa ferramenta analisa os dados sob uma ótica oposta, uma vez que os modelos são extremamente benevolentes com as unidades avaliadas.

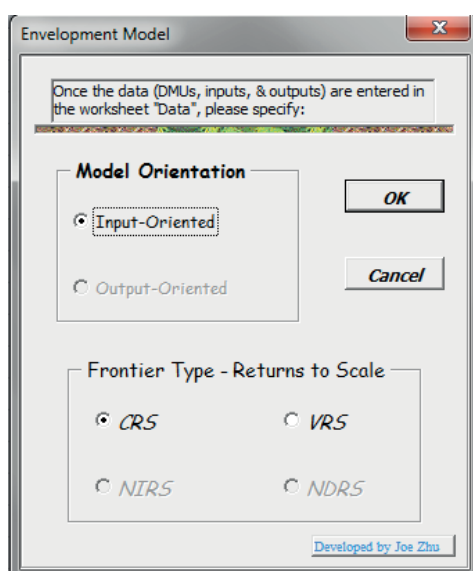
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, inicialmente é comentada a aplicação das ferramentas utilizadas e, na sequência, são abordadas as rodadas e suas respectivas análises.

Dentre os softwares disponíveis para a aplicação da Análise Envoltória de Dados encontram-se o *Programa Microsoft Excel* e o Sistema Integrado de Análise de Dados - SIAD.

Para o *Programa Microsoft Excel* é necessário criar uma planilha nomeada de *data* contendo os DMUs (coluna A), *inputs* e *outputs* nas colunas seguintes, lembrando que para diferenciar *inputs* e *outputs* basta criar uma coluna vazia entre esses parâmetros. Ao concluir o preenchimento da planilha, a ferramenta DEA - Envelopment Model, deve ser selecionada na aba Suplementos. Apenas duas opções de modelos são habilitadas na versão disponível no *Programa Microsoft Excel*: CRS e VRS, ambos somente com orientação a *input* (Figura 1). A referida versão possibilita a execução com no máximo 20 DMUs.

Figura 1. Tela de seleção de Métodos da ferramenta DEA da Microsoft Office



Para a utilização do Sistema Integrado de Análise de Dados – SIAD, os números decimais devem ser utilizados com pontos ao invés de vírgulas. Não é permitido utilizar espaços nos nomes dos DMUs. Os dados são salvos em arquivos de texto (.txt). Para facilitar a inserção de dados é possível utilizar o Excel seguindo o seguinte formato: na primeira

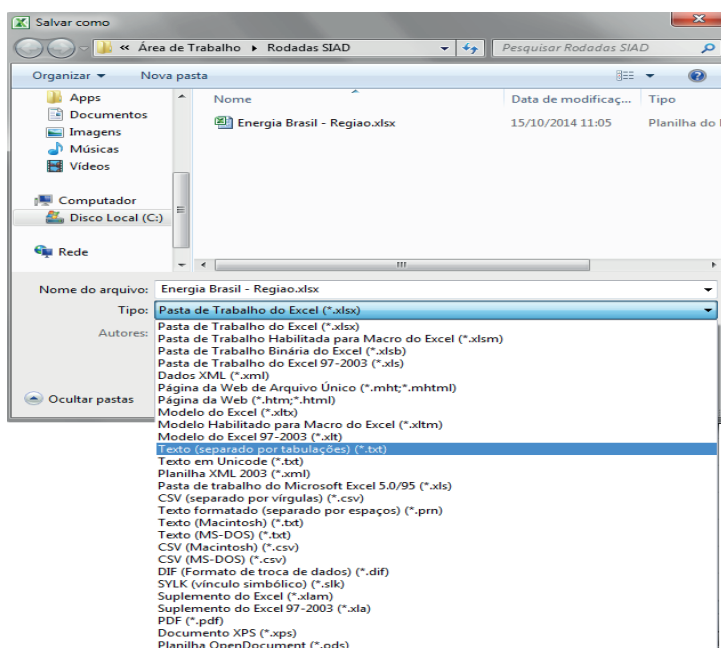
linha da planilha são introduzidos: quantidade de DMUs, quantidade de *Inputs*, quantidade de *Outputs*. Na segunda linha da planilha são inseridos: títulos de cada informação: *DMU*, *Input1*, *Input2*, ..., *Output1*, *Output2*, A partir das demais linhas da planilha são colocados os dados correspondentes às informações de cada coluna. A Figura 2 mostra um exemplo com os dados inseridos.

Figura 2. Exemplo de inserção de dados no Microsoft Excel para utilizar o SIAD

	A	B	C	D
1	5	1	2	
2	Regioes	Consumo Mensal per capita (kWh) - 2010	PIB per capita 2010	IDH 2010
3	Sudeste	2.752	28.350	0,753
4	Sul	2.545	24.382	0,756
5	Centro-Oe	1.860	27.829	0,753
6	Norte	1.644	13.888	0,684
7	Nordeste	1.336	10.379	0,659

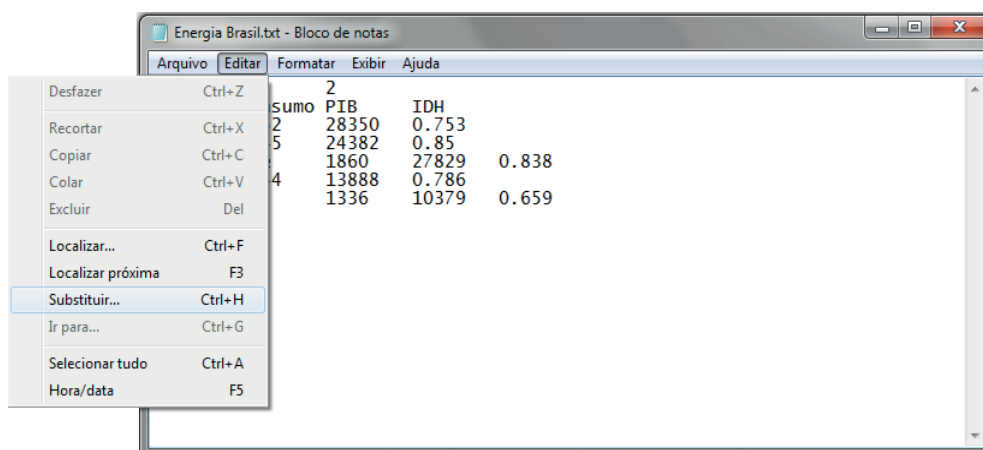
Após a inserção, o arquivo na extensão txt deve ser salvo com a opção de tabulação mostrada na Figura 3.

Figura 3. Opção utilizada para salvar o arquivo para uso posterior no SIAD



Deve-se abrir o arquivo gerado e verificar se as informações foram inseridas adequadamente, isto é, não deve haver espaços ou vírgulas, hifens, acentos ou caracteres especiais. A Figura 4 mostra as opções disponíveis no Bloco de Notas.

Figura 4. Ferramenta de substituição do Bloco de Notas



O arquivo deve ser salvo e aberto utilizando o SIAD. No SIAD é possível usar os modelos CRS e VRS, ambos com orientação a *input* ou com orientação a *output*, e diferentemente da versão disponível no *Microsoft Excel DEA Frontier*, o limite de DMUs é 100 (MEZA *et al.*, 2005).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para as rodadas referentes aos Casos 1-3 fez-se uso do *Microsoft Excel DEA Frontier* com orientação a *input* (versão disponível) com os modelos CRS e VRS. Para o Caso 4, tendo em vista o fato do estudo conter mais de 20 DMUs fez-se uso do SIAD, com os modelos CRS e VRS, com orientação a *input* e com orientação a *output*.

Vale salientar que pela ausência de informações disponíveis, em geral os dados coletados para os estudos de casos não correspondem aos mesmos períodos de coleta. Por convenção, os períodos das informações levantadas estão colocados entre parênteses.

Caso 1

Comparar a eficiência das cidades da RMC - Região Metropolitana de Campinas (DMUs) em relação ao consumo de energia, em MWh (2014) (SEADE, 2017); resíduo sólido, em kg/dia (2014) (CETESB, 2014); consumo de água, em litros/dia (2013) (SNIS, 2013); Produto Interno Bruto - PIB, em reais (2013) (IBGE, 2013); água tratada, em m³ (2008) (IBGE, 2008); Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) (PNUD, 2010) e renda, em reais (2010) (SEADE, 2017).

Rodada 1

Inputs: consumo de energia, resíduo sólido e consumo de água.

Outputs: PIB, água tratada, IDH e renda.

Os dados (per capita) referentes ao Caso 1-Rodada 1 encontram-se nas Tabelas 1-2.

Tabela 1. Valores dos *inputs* das cidades da RMC no Caso 1-Rodada1

DMU	<i>Inputs</i>		
	Consumo de energia	Resíduo sólido	Consumo de água
Americana	1,042	0,896	266,7
Artur Nogueira	0,671	0,724	139,0
Campinas	0,966	1,081	218,3
Cosmópolis	0,742	0,743	301,5
Engenheiro Coelho	0,569	0,512	153,6
Holambra	0,689	0,507	150,9
Hortolândia	0,793	0,900	228,9
Indaiatuba	1,074	0,891	197,4
Itatiba	0,976	0,675	174,4
Jaguariúna	1,005	0,777	205,6
Monte Mor	0,917	0,751	170,1
Morungaba	0,764	0,598	163,5
Nova Odessa	0,064	0,055	169,7
Paulínia	1,028	0,799	206,4
Pedreira	0,844	0,793	154,2
St. Antônio de Posse	0,663	0,639	202,8
St. Bárbara d'Oeste	0,864	0,893	202,0
Sumaré	0,845	0,889	150,2
Valinhos	1,112	0,856	194,2
Vinhedo	1,273	0,775	235,4

Tabela 2. Valores dos *outputs* das cidades da RMC no Caso 1-Rodada 1

DMU	<i>Outputs</i>			
	PIB	Água tratada	IDH	Renda
Americana	44046,60	0,356	0,811	996,71
Artur Nogueira	16494,41	0,228	0,749	661,52
Campinas	44850,57	0,264	0,805	1135,29
Cosmópolis	19083,40	0,238	0,769	703,59
Engenheiro Coelho	19888,28	0,243	0,732	616,17
Holambra	47456,78	0,529	0,793	1014,47
Hortolândia	44002,84	0,226	0,756	552,57
Indaiatuba	46404,74	0,32	0,788	931,09
Itatiba	40791,23	0,263	0,778	884,00
Jaguariúna	124527,70	0,333	0,784	854,67
Monte Mor	51934,49	0,202	0,733	548,32
Morungaba	32157,11	0,203	0,715	667,29
Nova Odessa	43537,81	0,291	0,791	733,41
Paulínia	131151,41	0,283	0,795	974,57
Pedreira	21154,56	0,329	0,769	687,97
St. Antônio de Posse	31289,18	0,257	0,702	588,32
St. Bárbara d'Oeste	27241,91	0,236	0,781	730,23
Sumaré	43810,60	0,245	0,762	668,49
Valinhos	42736,76	0,245	0,819	1247,87
Vinhedo	102187,18	0,337	0,817	1308,22

Holambra, Jaguariúna, Nova Odessa e Paulínia tiveram eficiência 100% no modelo CRS, enquanto as cidades com menor eficiência foram Americana (58,9%) e Engenheiro Coelho (56,9%). Já no modelo VRS, Americana, Artur Nogueira, Holambra, Jaguariúna, Nova Odessa, Paulínia e Vinhedo tiveram eficiência 100%, enquanto as cidades com menor eficiência foram Hortolândia (67,5%) e Cosmópolis (51,3%).

Uma ferramenta interessante que os modelos disponibilizam é o *benchmarking*, valor que DEA retorna para otimizar cada observação individual, de modo a estimar uma fronteira eficiente, composta das unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra em avaliação. Essas unidades servem como referência ou *benchmarking* para as unidades ineficientes (GOMES et al., 2009). A título de exemplo são mostrados os *benchmarkings* com a aplicação do *DEA Frontier* modelo CRS (Tabela 3).

Tabela 3. *Benchmarking* obtidos referentes aos dados do Caso1-Rodada 1 no modelo CRS

DMU	Benchmarks CRS					
Americana	0,877	Holambra	0,146	Nova Odessa	0,000	Artur Nogueira
Artur Nogueira	1,000	Artur Nogueira				
Campinas	1,094	Holambra	0,034	Nova Odessa		
Cosmópolis	0,095	Holambra	0,478	Nova Odessa	0,422	Artur Nogueira
Engenheiro Coelho	0,389	Holambra	0,191	Nova Odessa	0,367	Artur Nogueira
Holambra	1,000	Holambra				
Hortolândia	0,711	Holambra	0,231	Nova Odessa	0,013	Artur Nogueira
Indaiatuba	0,969	Holambra	0,027	Artur Nogueira		
Itatiba	0,789	Holambra	0,204	Artur Nogueira		
Jaguariúna	1,000	Jaguariúna				
Monte Mor	0,097	Paulínia	0,828	Holambra		
Morungaba	0,753	Holambra	0,157	Artur Nogueira		
Nova Odessa	1,000	Nova Odessa				
Paulínia	1,000	Paulínia				
Pedreira	0,329	Holambra	0,679	Artur Nogueira		
St. Antônio de Posse	0,294	Holambra	0,269	Nova Odessa	0,342	Artur Nogueira
St. Bárbara d'Oeste	0,252	Holambra	0,096	Nova Odessa	0,675	Artur Nogueira
Sumaré	0,901	Holambra	0,063	Artur Nogueira		
Valinhos	1,230	Holambra				
Vinhedo	0,466	Paulínia	0,752	Holambra	0,126	Nova Odessa

Através do *benchmarking* é possível fazer alterações nos *inputs* originais com a finalidade de resultar na eficiência de 100%, ou próxima desse valor. As alterações são feitas apenas nos dados de *inputs*, pois nos estudos realizados a eficiência é obtida em função dos *inputs*.

Para exemplificar a aplicação do *benchmarking* destaca-se como devem ser atualizados os dados dos *inputs* para a cidade de Campinas, tendo em vista que a mesma não apresentou eficiência 100%.

Novo Consumo de Energia Campinas = (Consumo de Energia Holambra x 1,094) + (Consumo de Energia Nova Odessa x 0,034) = 0,755942.

Novo Resíduo Sólido Campinas = (Resíduo Sólido Holambra x 1,094) + (Resíduo Sólido Nova Odessa x 0,034) = 0,556528.

Novo Consumo de Água Campinas = (Consumo de Água Holambra x 1,094) + (Consumo de Água Nova Odessa x 0,034) = 170,8544.

Nesta situação hipotética, é possível afirmar que Campinas aumentaria eficiência sob os aspectos considerados se fosse possível alterar o valor do consumo de energia, de 0,966 para 0,756, do resíduo sólido, de 1,081 para 0,557, e do consumo de água, de 218,3 para 170,854.

Rodada 2

Nesta rodada, o estudo foi feito utilizando os dados totais de cada município, diferentemente da Rodada 1, onde os dados considerados foram per capita. Como resultado, Holambra, Jaguariúna, Paulínia e Vinhedo tiveram eficiência 100% no modelo CRS, enquanto as cidades com menores eficiências foram Hortolândia (60,5%) e Monte Mor (60,2%). Já no modelo VRS, Americana, Campinas, Holambra, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Paulínia, Pedreira, Sumaré, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência 100%, enquanto as cidades com menores eficiências foram Santo Antônio de Posse (66,5%) e Monte Mor (61,6%).

Holambra, Jaguariúna, Paulínia e Vinhedo tiveram eficiência 100% para ambos os modelos CRS e VRS, tanto para os dados per capita quanto para os dados totais. É possível observar que há maior quantidade de cidades com eficiência de 100% quando utilizados os dados totais no modelo VRS, pois a eficiência 100% foi atingida por quatro municípios com os dados per capita no modelo CRS, oito municípios com os dados per capita no modelo VRS, quatro municípios com os dados totais no modelo CRS e onze municípios com os dados totais no modelo VRS.

Caso 2

Comparar a eficiência das cidades da Região Metropolitana de Campinas (DMUs) relacionadas com as três principais dimensões da sustentabilidade – ambiental, econômica e social, sendo a porcentagem de gastos ambientais (2014) (GESTÃO AMBIENTAL, 2017) - perspectiva ambiental, o PIB per capita, em reais (2013) (IBGE, 2013) - perspectiva econômica e o IDH (2010) (PNUD, 2010) - perspectiva social. Os dados coletados encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Valores do *input* e dos *outputs* das cidades da RMC no Caso 2

DMU	<i>Input</i>	<i>Outputs</i>	
	Gastos ambientais	PIB	IDH
Americana	0,204	44046,60	0,811
Artur Nogueira	0	16494,41	0,749
Campinas	0,028	44850,57	0,805
Cosmópolis	0,598	19083,40	0,769
Engenheiro Coelho	1,784	19888,28	0,732
Holambra	1,623	47456,78	0,793
Hortolândia	0,794	44002,84	0,756
Indaiatuba	0,078	46404,74	0,788
Itatiba	3,252	40791,23	0,778
Jaguariúna	4,724	124527,70	0,784
Monte Mor	0	51934,49	0,733
Morungaba	0,441	32157,11	0,715
Nova Odessa	0	43537,81	0,791
Paulínia	0,394	131151,41	0,795
Pedreira	1,482	21154,56	0,769
St. Antônio de Posse	0,204	31289,18	0,702
St. Bárbara d'Oeste	1,696	27241,91	0,781
Sumaré	0,406	43810,60	0,762
Valinhos	0	42736,76	0,819
Vinhedo	0,317	102187,18	0,817

Rodada 1 – Perspectiva Ambiental

Input: 100-%gastos ambientais.

Outputs: PIB e IDH.

Na perspectiva ambiental, Jaguariúna e Paulínia tiveram eficiência 100% no modelo CRS, enquanto as cidades com menores eficiências foram Morungaba (87,3%) e Santo Antônio de Posse (85,5%). Já no modelo VRS, pode-se dizer que em geral todas as cidades foram eficientes, com destaque para Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo com eficiência 100%, Monte Mor (95,2%) foi a cidade com menor eficiência.

Rodada 2 – Perspectiva Econômica

Input: 1/PIB.

Outputs: %gastos ambientais e IDH.

Na perspectiva econômica, as cidades Jaguariúna e Paulínia mostraram eficiência 100%, Vinhedo (80%) no modelo CRS, as demais cidades tiveram baixa eficiência, sendo que as cidades com menores eficiências foram Cosmópolis (14,1%) e Artur Nogueira (11,8%). Já no modelo VRS, Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência

100%, assim como no modelo CRS, as demais cidades apresentaram baixa eficiência, sendo que Cosmópolis (14,6%) e Artur Nogueira (12,6%) tiveram as menores eficiências.

Rodada 3 – Perspectiva Social

Input: 1-IDH.

Outputs: %gastos ambientais e PIB.

Na perspectiva social, Jaguariúna e Paulínia apresentaram eficiência 100%, Vinhedo (87,3%), Itatiba (67%) no modelo CRS, as demais cidades tiveram baixa eficiência, sendo que as cidades com menores eficiências foram Cosmópolis (14,1%) e Artur Nogueira (10,3%). Já no modelo VRS, Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência 100% e os municípios com menores eficiências foram Morungaba (64,5%) e Santo Antônio de Posse (61,2%).

Os resultados permitem concluir que os municípios de Jaguariúna e Paulínia apresentam eficiência de 100% para ambos os modelos CRS e VRS e em todas as perspectivas - ambiental, econômica e social.

Para os Casos 1 e 2 os municípios de Jaguariúna e Paulínia ocupam uma posição de destaque na eficiência, o que possivelmente pode ser explicado pelo fato de que o PIB dessas cidades é muito alto se comparado às demais cidades.

Caso 3

Comparar a eficiência das cidades da Região Metropolitana de Campinas (DMUs) em relação ao consumo de energia, em MWh (2014) (SEADE, 2017); renda, em reais (2010) (SEADE, 2017) (em reais) e temperatura, em Kelvin (2015) (CIIAGRO, 2017).

Input: consumo de energia.

Outputs: renda e temperatura.

Os dados coletados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Valores do *input* e dos *outputs* das cidades da RMC no Caso 3

DMU	Input		Outputs	
	Consumo de energia	Renda	Temperatura	
Americana	1,042	996,71	299,13	
Artur Nogueira	0,671	661,52	295,89	
Campinas	0,966	1135,29	295,89	
Cosmópolis	0,742	703,59	295,38	
Engenheiro Coelho	0,569	616,17	297,62	
Holambra	0,689	1014,47	296,57	
Hortolândia	0,793	552,57	299,26	
Indaiatuba	1,074	931,09	295,80	
Itatiba	0,976	884,00	294,38	

DMU	Input		Outputs
	Consumo de energia	Renda	Temperatura
Jaguariúna	1,005	854,67	296,03
Monte Mor	0,917	548,32	298,73
Morungaba	0,764	667,29	295,35
Nova Odessa	0,064	733,41	295,09
Paulínia	1,028	974,57	296,24
Pedreira	0,844	687,97	299,12
St. Antônio de Posse	0,864	588,32	297,10
St. Bárbara d'Oeste	0,663	730,23	296,20
Sumaré	0,845	668,49	295,52
Valinhos	1,112	1247,87	296,37
Vinhedo	1,273	1308,22	295,13

Nesta rodada, somente a cidade de Nova Odessa obteve eficiência 100% no modelo CRS, todas as demais cidades tiveram eficiência extremamente baixas, com destaque para Monte Mor (7,1%). Já no modelo VRS, Americana, Holambra, Hortolândia, Nova Odessa, Pedreira, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência 100%, enquanto as cidades com menores eficiências foram Sumaré (16,5%), Cosmópolis (15,5%) e Morungaba (14,4%).

O destaque da eficiência de Nova Odessa pode possivelmente ser explicado pelo fato de que o seu consumo de energia é muito baixo comparado às demais cidades.

Esta rodada foi inspirada em Mello *et al.* (2008), no entanto vale salientar que o estudo aqui apresentado considera os valores médios anuais, embora o consumo de energia e a temperatura variem ao longo dos meses. Para um estudo mais representativo seria necessário avaliar a temperatura e o consumo de energia em determinados períodos, considerando os meses de cada estação do ano.

Caso 4

Comparar a eficiência das capitais brasileiras (DMUs) em relação ao volume de água consumido, em 1000 m³/ano (2015) (SNIS, 2017); volume de água produzido, em 1000 m³/ano (2015) (SNIS, 2017) e população urbana atendida (2015) (SNIS, 2017).

Input: volume de água consumido.

Outputs: volume de água produzido e população urbana atendida.

A Tabela 6 destaca as informações coletadas. Vale esclarecer que a cidade de São Luís, capital do Estado de Maranhão, não foi considerada pela ausência de dados para esta cidade.

Tabela 6. Valores do *input* e dos *outputs* das cidades selecionadas no Caso 4 no SIAD

DMU	Input		Outputs
	Volume de água consumida	Volume de água produzida	População urbana atendida
Belém	61051	110993	1402645
Boa Vista	18646	43002	311874

DMU	<i>Input</i>		<i>Outputs</i>
	Volume de água consumida	Volume de água produzida	População urbana atendida
Macapá	10885	35278	166013
Manaus	11868	177592	1757691
Palmas	15092	26393	272699
Porto Velho	10171	30825	170755
Rio Branco	12121	30832	202308
Aracajú	36065	61689	627728
Fortaleza	107328	197868	2184943
Joao Pessoa	43710	73765	788452
Maceió	29635	71647	979479
Natal	38239	86636	825384
Recife	60075	170851	1369839
Salvador	150177	286461	2692907
Teresina	43628	93743	775955
Brasília	160072	247120	2786372
Campo Grande	52426	82927	823504
Cuiabá	34228	94265	569657
Goiânia	98674	127405	1425285
Belo Horizonte	27732	41272	2374342
Rio de Janeiro	138464	224271	6366564
São Paulo	760232	1087094	11860245
Vitória	27732	932	338874
Curitiba	106830	175734	1879168
Florianópolis	42619	18200	451901
Porto Alegre	128661	190135	1476867

Como já comentado anteriormente, esta rodada foi feita por meio do software SIAD, sendo possível executar os modelos com orientação a *input* e com orientação a *output*. Os modelos CRS com orientação a *input* e com orientação a *output* obtiveram os mesmos resultados, com destaque a cidade Manaus com eficiência 100%, e Florianópolis (7,2%) a menor eficiência. Nos modelos VRS com orientação a *input* e com orientação a *output* as cidades Manaus, Porto Velho, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo apresentaram eficiência 100%, enquanto as cidades Curitiba (14,2%) e Goiânia (11,7%) exibiram as menores eficiências para o modelo VRS com orientação a *input*, Palmas (14,7%) e Vitória (14,3%) apresentaram as menores eficiências para o modelo VRS com orientação a *output*.

O destaque da eficiência da cidade de Manaus pode possivelmente ser explicado pelo fato de que o seu consumo de volume de água é baixo comparado, enquanto o volume de água produzido e a população urbana atendida é razoável.

Na ótica da Fronteira Invertida, os modelos CRS com orientação a *input* e com orientação a *output* obtiveram os mesmos resultados, de forma que as cidades de Florianópolis e Vitória demonstraram eficiência 100%, já Belo Horizonte (13,5%) e Manaus (7,2%) revelaram as menores eficiências. No modelo VRS com orientação a *input* Florianópolis, Macapá, Porto Alegre, Porto Velho, São Paulo e Vitória apresentaram eficiência 100% e as cidades

Maceió (38,5%) e Manaus (8,8%) mostraram ter menores eficiências. No modelo VRS com orientação a *output* as cidades de Florianópolis, Macapá, Porto Alegre, Porto Velho, Rio de Janeiro, São Paulo e Vitória apresentaram eficiência 100% e as cidades de Belo Horizonte (14,1%) e Manaus (12,5%) mostraram ter menores eficiências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os indicadores selecionados foram elaboradas diversas rodadas sendo os *inputs* os dados a serem minimizados e *outputs* os dados a serem maximizados. Para a Região Metropolitana de Campinas, pode-se afirmar que os municípios de Jaguariúna e Paulínia apresentaram eficiência 100% pela ferramenta DEA nas rodadas do Caso 1 e 2, já para o Caso 3 o município de Nova Odessa se destacou com eficiência 100%. Para o estudo das capitais brasileiras, Caso 4, Manaus obteve eficiência 100% nos quesitos estudados.

Os resultados mostram que o modelo VRS é mais benevolente se comparado ao modelo CRS, pois pelas rodadas realizadas, o número de DMUs com eficiência 100% é maior no modelo VRS.

A elaboração dos diversos estudos de casos contribuiu para a melhor compreensão da ferramenta Análise Envoltória de Dados – DEA por meio dos softwares *Microsoft Excel*, *DEA Frontier* e *SIAD*.

Todas as rodadas realizadas pelo *Microsoft Excel – DEA Frontier* também foram executadas pelo software *SIAD* com o propósito de comparação, confirmando as mesmas eficiências resultantes. Exceção ocorreu para o Caso 4, cuja rodada foi feita apenas pelo *SIAD*, por apresentar mais de vinte DMUs, dessa forma foram executadas rodadas com orientação a *input* e com orientação a *output*.

A pesquisa realizada possibilitou a conscientização dos diversos problemas sobre a temática ambiental ao abordar diversos indicadores de sustentabilidade das cidades e capitais do escopo desta pesquisa. Vale salientar a dificuldade com a aquisição dos dados, inviabilizando a comparação do mesmo período de análise para as informações levantadas.

■ REFERÊNCIAS

1. BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
2. BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. 3ed. São Paulo: Contexto, 2011.
3. BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

4. CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.
5. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**, 2014. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 11 ago. 2016.
6. CIIAGRO. Centro integrado de informações agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>>. Acesso em: 25 fev. 2019.
7. DAHL, A. L. **Achievements and gaps in indicators for sustainability**. *Ecological Indicators*, v. 17, p. 4-19, 2012.
8. GESTÃO AMBIENTAL. Gastos Ambientais, 2014. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=campinas/SP-Gestao-ambiental:-Veja-despesas-por-cidade-do-Brasil>>. Acesso em: 08 fev. 2019.
9. GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S. de; SOUZA, G. S.; MEZA, L. A.; MANGABEIRA, J. A. C. Efficiency and sustainability assessment for a group of farms in the Brazilian Amazon. **Annals of Operations Research**, v. 169, n. 1, p. 167-181, 2009.
10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os municípios brasileiros – Saneamento Básico**, 2008. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 set. 2019.
11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os municípios brasileiros – Produto Interno Bruto**, 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2019.
12. MELLO, J. C. C. B. S. de; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; FERNANDES, A. J. S.; BIONDI NETO, L. Estudo não paramétrico da relação entre consumo de energia, renda e temperatura. **IEEE Latin America Transactions**, v. 6, n. 2, p. 153-161, 2008.
13. MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; MELLO, J. C. C. B. S. de; GOMES, E. G. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model, v. 25, n. 3, p. 493-503. **Pesquisa Operacional**, 2005.
14. MILIONI, A. Z.; ALVES, L. B. Ten years of research parametric data envelopment analysis. **Pesquisa Operacional**, v. 33, n. 1, p. 89-104, 2013.
15. PNUD. Ranking IDHM Municípios 2010, 2010. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 03 set. 2019.
16. SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Dados Populacionais Municipais**. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 10 mai. 2019.
17. SILVA JÚNIOR, R. D. da; FERREIRA, L. C.; LEWINSOHN, T. M. Entre hibrismos e polissemias: para uma análise sociológica das sustentabilidades. **Ambiente&Sociedade**, v. 18, p. 35-54, 2015.
18. SNIS – Ministério das Cidades. **Dados de saneamento de 2013**, 2013. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=campinas/SP-Consumo-de-agua:-Veja-indicadores-da-sua-cidade>>. Acesso em: 03 out. 2019.
19. SNIS – Série Histórica. **Volume de água consumido, produzido e população urbana atendida**. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 19 out. 2019.

“

Análise dos impactos e programas ambientais: o caso de uma obra pública em São Paulo, Brasil

▮ Elisabete Mesquita **Pinotti**
Fatec

▮ Fernando Antonio **Bataghin**
Fatec

RESUMO

No Brasil, muitas das obras públicas são realmente realizadas a fim de satisfazer interesses imediatistas e populistas. A Política Nacional do Meio Ambiente estabelece ser incumbência do Poder Público, exigir, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, o Estudo/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). O objetivo deste trabalho foi avaliar a efetiva adequação do EIA ao que demanda a legislação e o órgão ambiental estadual, além de dimensionar o impacto ambiental descritos nestes estudos/relatórios para aprovação de licenças de uma obra pública no Estado de São Paulo. A análise ocorreu com base no Processo Impacto 50/2019 – Interligação entre as Rodovias SP-150 (Via Anchieta) e SP-55 (Rodovia Cônego Domênico Rangoni). O EIA cumpriu parcialmente os requisitos estabelecidos pelo Manual CETESB, uma vez que os impactos foram identificados, descritos e avaliados nas fases de planejamento, implantação e operação metodologia adotada apresentou os aspectos ambientais e todos os impactos foram descritos por suas tipologias adequadas. Em relação às medidas mitigadoras, embora tenham abrangido todas as fases do empreendimento e houvesse indicação a quais impactos se destinam, a apresentação não ocorreu de forma ordenada.

Palavras-chave: Licenciamento, Meio Ambiente, Responsabilidade, Obras, Público.

INTRODUÇÃO

É senso comum que, no Brasil, muitas das obras públicas ou empreendimentos são realmente efetivadas, a fim de satisfazer interesses imediatistas dos governantes e de seus amigos, com valores superfaturados. Muitas delas são suspensas por irregularidades, embargadas ou simplesmente não têm continuidade, deixando como herança aqueles prédios enormes, ruindo, obras paradas há muito tempo, cujo valor já gasto passa do triplo do originalmente constante do orçamento, dinheiro público que pelo estado da obra, jogado fora. Para contextualizarmos, em um estudo que verificou as condições de obras públicas, Sant'Ana (2019) analisou quase 39 mil casos. Desse total, 14.403 obras estavam paralisadas ou inacabadas, o que corresponde a mais de 1/3 do todas de obras analisadas.

Vale ressaltar, que não é a intenção “demonizar” a totalidade das obras públicas. Não se questiona aqui a necessidade de tais obras, desde que, evidentemente, atinjam a sua finalidade, que é a satisfação do interesse público, inclusive quanto a ter e poder usufruir de um meio ambiente equilibrado. Especificamente sobre o direito ao meio ambiente equilibrado, podemos, sem medo de cometer qualquer injustiça ao citarmos o novo Código Florestal, como exemplo de um instrumento com o fim de atender interesses econômicos e políticos imediatistas, cujo custo se estende a toda sociedade e às gerações futuras (FEARNSIDE, 2010).

É evidente e necessário a realização de projetos que visem o desenvolvimento social, tais quais o desenvolvimento de obras, sobretudo aquelas relacionadas ao interesse público. No entanto, como aponta (LOVELOCK, 2006) em seu trabalho sobre Hipótese de Gaia e o desenvolvimento sustentável, deve-se encontrar uma maneira de satisfazer nossas necessidades de maneira que as necessidades da Terra não sejam suprimidas, a fim de que o extermínio mútuo não ocorra.

Para atingirmos este estado de convivência sustentável, é essencial o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), um instrumento de controle previsto na Lei 6.938/81 – Política Nacional do Meio Ambiente – e mais tarde inserida no texto constitucional. Igualmente importante como instrumento de informação, especialmente elaborado para a população geral é o Relatório de Impacto de Meio Ambiente -RIMA. A Carta Magna estabelece ser incumbência do Poder Público, exigir, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental (BRASIL, 1981). A Resolução CONAMA 001/86 prevê quais são as atividades que dependem de elaboração de EIA/RIMA para o licenciamento, dentre elas, estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento, gasodutos e usinas de geração de energia elétrica (BRASIL, 1986).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o estudo das modificações ou alterações de quaisquer características ambientais, sociais e econômicas resultantes de um projeto realizado em um determinado local. Benjamin (1992, p. 22-23) exemplificou “da mesma forma

que o homem, ao construir sua casa, avalia o terreno, elabora um projeto e verifica seus custos e benefícios, no processo produtivo e de desenvolvimento é igualmente cabível a mesma avaliação”.

Decorrente do princípio da consideração do meio ambiente nas tomadas de decisões, é um elemento, tema ou fator dentro de um planejamento ambiental e controle ambiental a ser considerado previamente à instalação de obras com alto potencial de causar danos e/ou apresentarem efeitos consideráveis. Sua exigibilidade contribuiu com a evolução da proteção ambiental no país. Outrora, a variável ambiental não era elemento essencial do processo de tomada de decisões e o desastre causado ao meio ambiente e a populações locais, eram ocultos pelas obras desmesuradas que eram erguidas (MILARÉ, 2006)

O objetivo do EIA, basicamente, é evitar que um projeto viável economicamente, se mostre catastrófico ao meio ambiente. Sua máxima é, prevenir é melhor que remediar. O EIA, ante sua complexidade, deve ser elaborado por equipe multidisciplinar e independente (MILARÉ, 2006).

As bases normativas relativas ao EIA/RIMA estão no artigo 3º da Resolução CONAMA 001/86, a qual prega que o EIA deve atender à legislação e os princípios da PNMA. Sua realização deve, entre outras diretrizes, identificar e avaliar de forma sistemática os impactos ocasionados decorrentes da implantação e operação da obra, definir as áreas afetadas pelos impactos, considerando a bacia geográfica local ou território delimitado, “considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade” (BRASIL, 1986). As atividades técnicas a serem desenvolvidas estão dispostas no art. 6º da Resolução CONAMA 001/86: diagnosticar a situação ambiental da área considerando o meio físico (geomorfologia e geologia, hidrologia, clima, solos, dentre outros), o meio biológico (fauna e flora - biota), o meio socioeconômico (uso e ocupação do solo, uso da água, economia, cultura, dentre outros), análise do projeto e sua alternativa, previsão dos impactos positivos e negativos, definir as medidas mitigadoras, elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (BRASIL, 1986).

Embora discuta-se que a exigência dos Estudos/Relatórios de Impacto Ambiental são um entrave ao desenvolvimento e celeridade das obras. Inclusive houve a tentativa através do Projeto de Emenda Constitucional 65/2012, arquivado, de acrescentar o § 7º ao art. 225 da Constituição Federal para assegurar a continuidade de obra pública após a concessão da licença ambiental, ou seja, a “apresentação do estudo prévio de impacto ambiental importa autorização para a execução da obra, que não poderá ser suspensa ou cancelada pelas mesmas razões a não ser em face de fato superveniente”. Implicando que, independentemente dos prováveis danos ambientais apontados e quantificados pelo EIA, a obra pública não precisaria ser suspensa (BRASIL, 2012).

Como política pública, é essencial a realização do EIA pois, “pretende-se, com isso, assegurar a efetividade do Direito ao ambiente ecologicamente equilibrado” (OLIVEIRA, 2009, p. 16). Este instrumento de planejamento ambiental, como já dito, obrigatoriamente deve ser anterior ao início da realização da obra, atividade ou planta que “possam sugerir qualquer degradação ambiental ou, ainda, apresentar dúvida quanto à realização segura da mesma, sob o enfoque do ambiente, o que inclui a saúde humana” (OLIVEIRA, 2009).

A importância de se prevenir danos ambientais está na característica fundamental do direito ao meio ambiente (natural ou não) equilibrado. A Constituição Federal estabelece em seus princípios fundamentais, a dignidade da pessoa humana como base para interpretação de todo o sistema constitucional e aponta que o meio ambiente deva satisfazer as necessidades pessoais, todavia, de forma alguma a interpretação do artigo 3º da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n. 6.938/81), que prescreve a proteção da vida em todas as suas formas, deve ser menosprezada, pois tal norma foi totalmente recepcionada (FIORILLO, 2013).

OBJETIVO

A partir das considerações apresentadas anteriormente, o presente estudo teve por objetivo avaliar a abrangência, importância e magnitude dos impactos ambientais descritos nos Estudos/Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), especificamente aqueles exigidos para licenciamentos ambientais de uma obra pública no Estado de São Paulo.

MÉTODOS

A presente pesquisa teve caráter bibliográfico seguida de estudo de caso. Inicialmente, refletiu sobre o estado da arte relativo às temáticas que compõe os RIMA's. Na primeira fase, os materiais utilizados foram publicações físicas (livros) ou publicações eletrônicas, como artigos científicos, por exemplo, buscados em indexadores como a Plataforma SCIELO (<http://www.scielo.br/>), o portal de periódicos da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), a BDTD - para Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (<http://bdtb.ibict.br/vufind/>), dentre outros.

A segunda fase consistiu em uma pesquisa documental de fontes primárias, quais sejam, os documentos fornecidos por órgãos oficiais, em especial a CETESB sobre o caso selecionado. O estudo de caso refere-se ao Processo Impacto 50/2019 – Interligação entre as Rodovias SP-150 (Via Anchieta) e SP-55 (Rodovia Cônego Domênico Rangoni) - fevereiro de 2019. O responsável pelo empreendimento é a Concessionária Ecovias dos Imigrantes S.A. O responsável pelo EIA/RIMA é a GEOTEC Consultora Ambiental. O empreendimento a ser licenciado é a interligação entre as rodovias Anchieta, na altura do 65 km, o qual

atravessa o canal do porto de Santos e termina no 250 km da Cônego Domênico Rangoni, perfazendo um total de 7,5 Km de extensão (GEOTEC, 2019).

Os impactos e os Programas ambientais descritos nos EIA's foram comparados com as diretrizes estabelecidas no "Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental", da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014).

Assim, com intuito de alcançar seu objetivo, a dimensão empírica da pesquisa foi realizada por meio de análise prioritariamente qualitativa, proposta por Creswell (2007), que podem ser quantificadas a depender dos dados levantados com a seleção do EIA, que se limitou àqueles relativos a obras públicas realizadas no estado de São Paulo, Brasil. Para análise do EIA/RIMA, foram realizados fichamentos das informações levantadas. Os fichamentos tiveram como referencial o objetivo e questões da pesquisa e foram as bases para os relatórios. Estes relatórios eram predominantemente descritivos, imagens (quando existentes nos estudos/relatórios) foram utilizadas, e neles pretendeu-se apresentar os temas da maneira mais detalhada possível.

A pesquisa levou em consideração o que preconiza o Manual CETESB, criado pela Diretoria Plena deste órgão, em maio de 2014. É um manual para elaboração de EIA's e RIMA's com objetivo de licenciamento de empreendimentos (SÃO PAULO, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos impactos abordados no caso de estudo foram identificadas as atividades da obra e sua relação com os aspectos ambientais. A partir desses dados foi possível a elaboração de uma matriz de interação para identificação do impacto. Para isso, é necessário estabelecer alguns conceitos:

- a. *Aspectos ambientais*: são os elementos dos meios físico (terrenos, água, por exemplo), biótico (cobertura vegetal, fauna) e socioeconômico (atividades econômicas, patrimônio cultural, por exemplo) (GEOTEC, 2019).
- b. *Impacto resultante*: é o efeito final ocasionado pelas atividades impactantes e aplicação das medidas mitigadoras propostas. A avaliação qualitativa dos impactos foi realizada a partir dos atributos dos impactos. Os atributos são: natureza (negativo ou positivo), ocorrência (direta ou indireta), aplicabilidade (certa, provável ou inexistente), prazo (curto, médio e longo), espacialidade (localizado ou regional), duração (temporário, permanente ou cíclico), reversibilidade (reversível ou irreversível), magnitude (pequena, média, grande) e localização provável do impacto (Área Diretamente Afetada – ADA; Área de Influência Direta – AID; ou Área de Influência Indireta

AII) (GEOTEC, 2019). Dentre os impactos identificamos no RIMA estão: Meio Físico; Meio Biótico e; Meio Socioeconômico.

Meio Físico

Impactos potenciais em terrenos: Alteração da morfologia de terrenos e desencadeamento/ intensificação de processos de dinâmica superficial: interferência dos terrenos instáveis pode desencadear processos erosivos. Sendo mais agressivo próximo à APA. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, permanente, reversível, de pequena magnitude e ocorre na ADA. Existe um conjunto significativo de medidas de prevenção e controle (GEOTEC, 2019). O impacto foi brevemente descrito, não havendo qualificação, quantificação e a espacialização foi genérica. Não foi apresentada foto ou imagem aérea com indicação dos trechos críticos (SÃO PAULO, 2014).

Risco de contaminação de solo por vazamentos de produtos perigosos durante a construção: pode ser causado em razão do vazamento de combustíveis ou óleos. Pode ser evitado ou minimizado quando implantados sistemas de retenção, manutenção dos equipamentos, elaboração de Plano de Ação Emergencial. Ocorre onde/quando houver mobilização de maquinário. O impacto é negativo, direto e indireto, provável, imediato, regional, temporário, reversível, de média magnitude e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019).

É possível comparar este impacto com o impacto “Riscos de acidentes com transportes de materiais perigosos”, descrito no Manual CETESB para fase de Operação. Por se tratar de risco, não pode ser qualificado, mas pode ser quantificado, o que não foi. Também não foi apresentado foto ou imagens aéreas que indicasse os locais com maior risco. Os sistemas de contenção foram apresentados de maneira superficial e não houve indicação e justificativa quanto ao local a ser implantada ou da estrutura de contenção (SÃO PAULO, 2014).

Poluição gerada nos canteiros de obras e frentes de trabalho durante a construção: atividades como demolição e escavações gerarão resíduos sólidos em quantidades variáveis. Tais resíduos constituem-se de solo, pavimento asfáltico, material de demolição. Estes são destinados ao aterro, às empresas de reciclagem ou utilizados na própria obra. Os resíduos dos escritórios e refeitórios são destinados ao aterro ou quando possível, enviados para reciclagem. Os resíduos gerados pelo laboratório têm a mesma destinação dos resíduos do serviço municipal de saúde. Resíduos como graxa e óleos são destinados a aterros específicos para resíduos perigosos. Os resíduos dos banheiros são destinados à ETE. As medidas estão no Programa de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, regional, permanente, irreversível, de média magnitude e ocorre na AID e ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto, embora seja listado como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, não é descrito, não sendo possível a comparação.

Potencial recalques e abalos em estruturas e construções vizinhas, em função da cravação de estacas e escavações durante a implantação: os solos moles da área são suscetíveis a adensamento. As estacas geram risco de abalos em terrenos podendo desestabilizar construções vizinhas. As medidas mitigadoras estão no Programa de controle ambiental de obras. O impacto é negativo, indireto, provável, imediato e de curto prazo, localizado, permanente, reversível, de grande magnitude e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não é listado ou descrito como impacto por tipologia para rodovias.

Impactos relacionados à utilização de áreas de empréstimo e depósito de material excedente durante a construção: A necessidade de utilização destas áreas pode demandar supressão de vegetação, geração de resíduos orgânicos ou de construção. O solo também pode ser afetado, ocasionando processos erosivos e assoreamento, bem como pode haver supressão da vegetação. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na ADA (GEOTEC, 2019). Foram apresentadas as atividades geradoras, o dano foi qualificado, mas não quantificado. Não houve apresentação de foto ou imagem aérea que indicassem a localização e volume dos locais (SÃO PAULO, 2014).

Risco de contaminação de solo por acidentes nas vias e pelo tráfego de cargas perigosas durante a operação: Pode ser causado por vazamento de óleos lubrificantes e combustíveis decorrentes de acidentes. Pode ser minimizado com sistemas de retenção e Plano de ação Emergencial. O impacto é negativo, indireto, provável, imediato, localizado e regional, temporário, reversível, de média magnitude e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). É possível comparar esse impacto com o impacto “Riscos de acidentes com transportes de materiais perigosos”, descrito no Manual CETESB para Fase de Operação. Por se tratar de risco, não pode ser qualificado, mas pode ser quantificado, o que não foi. Também não houve apresentação de foto ou imagens aéreas que indicasse os locais com maior risco. No entanto, por se tratar de tráfego, pode não ser possível a indicação. Os sistemas de contenção foram apenas citados e não houve indicação e justificativa quanto à sua escolha (SÃO PAULO, 2014).

Risco de contaminação no solo por disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes durante a operação: São gerados resíduos em manutenções ao longo da via. Tais resíduos devem ser tratados conforme legislação. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, localizado, permanente, reversível, de pequeno porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para nenhuma das fases de empreendimentos da tipologia “rodovias”.

Impactos potenciais em Recursos Hídricos Superficiais - Interferência nos recursos hídricos superficiais durante a construção: poderá ocorrer desestabilização das margens e

risco de inundação. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, disperso, permanente, irreversível, de pequeno porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). O impacto não foi qualificado ou quantificado, apenas indicado. A localização do impacto não foi demonstrada por fotos ou imagens. As atividades geradoras de impactos não foram descritas. Nenhuma foto ou imagem aérea que indicassem os locais de intervenção foram apresentadas no EIA (SÃO PAULO, 2014).

Potencial interferência na qualidade da água dos corpos hídricos durante a construção (águas superficiais e canal do estuário): pode ocorrer em decorrência de acidentes com veículos transportadores de cargas perigosas. Casos mais graves podem ocorrer na APA Continental, devido a sua maior sensibilidade. Pode ser minimizado com sistemas de retenção e Plano Emergencial de Acidentes. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, localizado e regional, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AII na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). O impacto pode ser comparado ao impacto “Interferências em recursos hídricos superficiais e subterrâneos” do Manual CETESB. Foram apresentadas as atividades geradoras, e os impactos analisados de forma qualitativamente, mas não quantitativamente. Não houve espacialização. Houve avaliação dos impactos, mas não quantitativamente. Não foi apresentada foto ou imagem aérea que indicasse os locais de intervenção (SÃO PAULO, 2014).

Impactos potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos - Interferência nos recursos hídricos subterrâneos durante a construção: as fundações da obra foram feitas com estacas que atingem mais de 60 metros de profundidade. O lençol freático está a apenas 1,10 m de profundidade. No entanto, o impacto é pontual e não interfere nos fluxos d’água, sendo, portanto, de baixa magnitude. O impacto é negativo, direto e indireto, certo, imediato, localizado, permanente, irreversível, de pequeno porte e ocorre na ADA (GEOTEC, 2019). Houve descrição das atividades geradoras, mas não houve qualificação ou quantificação dos impactos. Também não foi apresentada foto ou imagem aérea que pudesse ser sobreposta a um mapa indicando os locais da intervenção (SÃO PAULO, 2014).

Potencial interferência na qualidade da água subterrânea durante a construção: a construção das fundações e dos pilares requer o uso de estacas e pode haver vazamento ou acidentes de combustíveis decorrentes da manutenção e abastecimento das máquinas. Outro impacto foi a possibilidade de intrusão de água salina para o interior do aquífero. O impacto é negativo, direto e indireto, provável, imediato, disperso, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Foram apresentadas as atividades geradoras, mas não houve avaliação da qualidade e quantidade da água. Também não foi apresentada foto ou imagem aérea que pudesse ser sobreposta a um mapa indicando os locais da intervenção (SÃO PAULO, 2014).

Alteração da qualidade da água subterrânea durante a operação: pode ser causado por vazamentos ou acidentes na via que derramem cargas tóxicas. Pode ser minimizado com sistemas de retenção e Plano Emergencial da Operação. A localização do empreendimento é sobre o Aquífero Litorâneo. O impacto é negativo, direto e indireto, provável, imediato, disperso, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Foram apresentadas as atividades geradoras, mas não houve avaliação da qualidade e quantidade da água. Também não foi apresentada foto ou imagem aérea que pudesse ser sobreposta a um mapa indicando os locais da intervenção (SÃO PAULO, 2014).

Impactos Potenciais na Qualidade do Ar - Impactos na qualidade do ar durante a construção: a emissão de MP é comum nas obras e são mais significativas durante as escavações. Emissões também decorrem das máquinas e veículos utilizados. A umectação das vias, tamponamento de carga podem minimizar esse impacto. O impacto é negativo, indireto, certo, de curto prazo, localizado, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto, embora seja listado como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, mais precisamente na fase de operação, não é descrito, não sendo possível a comparação.

Alteração na qualidade do ar durante a operação: a interligação reduzirá distâncias e a velocidade do tráfego foi alta, o que diminui a emissão futura de poluentes. O impacto é positivo, indireto, certo, de curto e médio prazo, regional, permanente, irreversível, de média magnitude e ocorre na AII e AID (GEOTEC, 2019). Embora este impacto seja listado como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, na fase de operação, não é descrito, não sendo possível a comparação.

Meio Biótico

Impactos potenciais na vegetação - Perda da cobertura vegetal da área diretamente afetada: a construção dos pilares exige que áreas verdes sejam removidas. A vegetação típica é arbórea/arbustiva-herbácea. Ante a irreversibilidade da ação, deve haver compensação. O local da intervenção (bordas dos fragmentos) já se encontra degradado desta forma a perda da biodiversidade foi menor. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorrerá na ADA (GEOTEC, 2019).

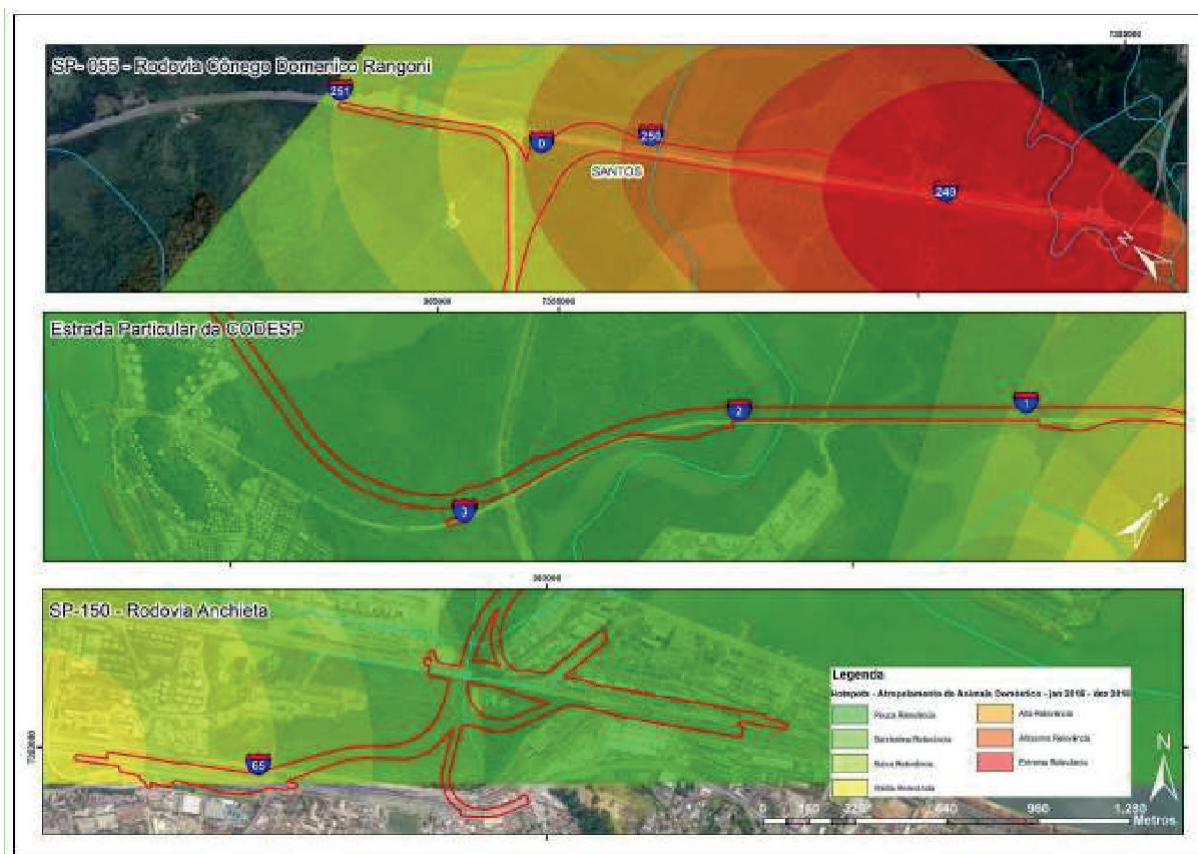
Houve indicação das atividades geradoras, mas não houve avaliação qualitativa ou quantitativa dos impactos sobre a vegetação nativa, tampouco sobre a perda de funções ecológicas e interações. Também não foi relatada a presença ou ausência de animais em risco de extinção. Não houve apresentação de foto ou imagem aérea que indicasse os fragmentos e os indivíduos que foram suprimidos. Também não houve apresentação de quadro quantitativo da supressão (SÃO PAULO, 2014).

Ampliação do efeito de borda nos fragmentos florestais remanescentes: a construção dos pilares nas bordas de mata ampliará tal efeito nas áreas que já o possuem, o que pode gerar mortalidade de indivíduos em razão alteração do seu entorno. Além disso, pode haver avanço de espécies invasoras, deslocando espécies nativas. A cadeia alimentar da área também pode ser afetada, afetando os animais da área. O impacto é negativo, direto, certo, de curto prazo, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para nenhuma das fases de empreendimentos da tipologia “rodovias”.

Interferências em áreas frágeis (mangues e APP's): Áreas de mangue são as mais presentes na área de APP afetada (63%). A construção do empreendimento impermeabilizará área, ou seja, caracteriza a perda sua função. Embora pontual, o impacto é ainda mais significativo quando o mangue é diretamente interceptado. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorre na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para nenhuma das fases de empreendimentos da tipologia “rodovias”.

Impactos Potenciais na fauna - Aumento dos riscos de atropelamento de fauna silvestre: com ocorrência maior na fase de implantação, o impacto está relacionado às características das espécies, do ambiente no qual a via foi implantada, velocidade dos veículos e máquinas e o alto fluxo de animais entre as áreas verdes. Em razão das vias onde ocorre o tráfego das obras, em que existe a predominância de ambientes antrópicos, o impacto deve ser de pequeno porte. A implantação da faixa de rolagem torna ainda mais difícil a travessia dos animais, o que dificulta a aplicação de medidas mitigadoras. Os trechos críticos estão mapeados, aqui apresentados na Figura 3. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, localizado, temporário, irreversível, de pequeno porte e ocorrerá na ADA (GEOTEC, 2019).

Figura 1. Localização dos *hotspots* de atropelamento de fauna doméstica para o período compreendido entre janeiro de 2016 até dezembro de 2018.



Fonte: GEOTEC (2019).

Este impacto se inclui no trecho “Impactos sobre a fauna”, descrito no Manual CETESB. Foram apresentadas as atividades geradoras, porém o impacto foi qualificado mas não quantificado. As localizações dos pontos críticos foram concebidas por meio de um mapa.

Perda de habitat para a fauna: a implantação do empreendimento exigiu supressão de manguezais e Floresta Ombrófila Densa. A supressão destes ambientes ou mesmo do ambiente antrópico atingido, gerou para a fauna ali presente, perda ou modificação de seu habitat. Os animais presentes no ambiente antrópico foram menos afetados em razão da capacidade de dispersão. A magnitude do impacto nestas áreas será desprezível. Por outro lado, na área de floresta, os animais que ali habitam serão mais afetados por serem mais sensíveis à alteração ambiental. Algumas espécies presentes são consideradas ameaçadas de extinção. Ainda, será afetado os locais de nidificação da garça azul, garça-branca pequena, garça-branca-grande, socó-caranguejeiro e socó dorminhoco. O impacto ocorrerá exclusivamente na ADA. O impacto é negativo, direto, certo, curto, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorrerá na ADA (GEOTEC, 2019).

Este impacto se inclui no “Impactos sobre a fauna”, descrito no Manual CETESB. Foram demonstradas as atividades geradoras e o impacto foi avaliado apenas qualitativamente. Verificou-se espacialização no EIA (ex. ADA). Foi avaliado o impacto sobre a reprodução

de aves, e quanto à presença de animais em extinção e endêmicos. Contudo não houve avaliação quanto a interferências na conectividade da paisagem ou da criação de novos ambientes. Não houve apresentação de imagem aérea ou foto que demonstrasse os locais de fragmentação de habitats.

Afugentamento da fauna terrestre: a emissão de ruídos e a perda habitat são os principais motivos de afugentamento da fauna. O deslocamento de espécies causa competição no habitat para o qual fugiram, o que pode promover a diminuição da abundância e diversidade de espécies. Os animais que dependem de vocalização também serão afetados pelo ruído e tenderão a se deslocar. O impacto é negativo, direto, provável, de curto prazo, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorrerá na ADA (GEOTEC, 2019).

Este impacto se encaixa nos “Impactos sobre a fauna”, descrito no Manual CETESB. As atividades geradoras de impacto foram descritas. O impacto foi avaliado apenas qualitativamente. A ocorrência de competição nas novas áreas e redução de alimentos/recursos foram apontadas no EIA. Não houve descrição dos animais mais vulneráveis.

Afugentamento da fauna aquática: a implantação do empreendimento terá como um de seus aspectos, a emissão de ruído no ambiente aquático. O ruído pode afetar a distribuição de certas espécies, como: jacarés, cetáceos e quelônios. Tartarugas e mamíferos marinhos também são afetados por ruídos durante o acasalamento, na reprodução, alimentação e deslocamento. Em razão da existente exposição do local a ruídos submersos, o impacto é considerado de pequena magnitude. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, disperso, permanente, irreversível, de médio porte e ocorreu na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Embora o Manual CETESB liste o impacto sobre a biota aquática como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, não há descrição, não sendo possível a comparação.

Alteração no nível e distribuição espacial do risco e contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com cargas tóxicas: o fluxo de transporte de carga de produtos perigosos na ponte pode gerar acidentes e o derramamento dos produtos pode atingir o curso d’água e o solo. O impacto é negativo, indireto, provável, imediato, regional, permanente, irreversível, de grande porte e ocorrerá na AII, na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Embora o Manual CETESB liste o impacto sobre a biota aquática como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, não há descrição, não sendo possível a comparação.

Interferência/aumento da fauna doméstica e sinantrópica: a instalação dos canteiros de obras, refeitórios, supressão da vegetação e geração dos resíduos sólidos pode aumentar a oferta de abrigo, alimentos e locais de reprodução. Dentre as espécies sinantrópicas estão os roedores, escorpiões, mosquitos, mosca, baratas, aranhas e pombos. Entre as medidas mitigadoras estão o Programa de Comunicação Social e campanhas contra o abandono de animais domésticos na rodovia. O impacto é negativo, direto, provável, imediato, localizado,

temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para nenhuma das fases de empreendimentos da tipologia “rodovias”. O impacto sobre a fauna geral descreve a necessidade de avaliação da fauna doméstica, então pode se considerar que este grupo específico se inclui naquele mais geral.

Impactos sobre a biota aquática: a implantação das fundações pode causar incômodos e levantar sedimentos, que gera perda de indivíduos e altera a qualidade da água, causando desequilíbrios ecológicos e fisiológicos. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Embora o Manual CETESB liste o impacto sobre a biota aquática como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, não há descrição, não sendo possível a comparação.

Perda de indivíduos da fauna durante a supressão vegetal: o impacto ocorre em razão da supressão vegetal. A perda mais significativa foi em relação às colônias reprodutivas na Lagoa Saboó e Rio Saboó. Animais jovens que ainda não podem voar foram os mais afetados, causando grande perda de indivíduos. Dentre as espécies atingidas, o “savacu-de-coroa” está ameaçado de extinção. Além de aves, existe na área a ocorrência de “jacaré-de-papo-amarelo”. Em razão da grande quantidade de indivíduos na área, o impacto é considerado de grande magnitude. A adoção de medidas como evitar a implantação na fase do empreendimento durante o período reprodutivo das referidas aves, bem como o resgate dos animais silvestres podem amenizar o impacto. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, disperso, permanente, irreversível, de médio porte e ocorre na AID e na ADA (GEOTEC, 2019).

No EIA, existe a descrição das atividades geradoras. O impacto foi avaliado de forma qualitativa apenas. As espécies mais vulneráveis e aquelas ameaçadas de extinção foram contabilizadas e descritas (SÃO PAULO, 2014).

A primeira medida apresentada no EIA (evitar a implantação na fase do empreendimento durante o período reprodutivo das referidas aves) é presumidamente inviável, haja vista que entre o período de reprodução e a época em que os filhotes aprendem a voar (e têm condições de voar grandes distâncias), existe um intervalo de meses, sendo que a obra não pode ser paralisada todo esse período. Ainda assim, o impacto foi considerado de média magnitude em razão das medidas mitigadoras, o que não procede de acordo o ponto de vista de orientação do Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014). Os impactos “Aumento do risco de atropelamento da fauna silvestre”, “Perda de habitat para a fauna”, “Afugentamento da fauna terrestre”, “Interferência /aumento da fauna doméstica sinantrópica” e “Perda de indivíduos da fauna durante a supressão” podem ser considerados como cumprimento parcial dos “Impactos sobre a fauna” contemplados no Manual CETESB.

Impactos Potenciais sobre Unidades de Conservação - Interferências com zona de amortecimento, Unidades de Conservação (UC's) e demais áreas protegidas: a implantação

do empreendimento interceptou uma pequena área da Unidade de Conservação de Uso Sustentável - APA Santos-Continente, bem como zonas de amortecimento das UC's de uso Integral Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Xixová-Japuí. As atividades deverão ter grau máximo de cautela para minimizar e evitar os possíveis impactos. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, permanente, irreversível, de grande porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019).

Embora o Manual CETESB liste o impacto “Interferência em áreas protegidas” como impacto de empreendimentos da tipologia “rodovia”, não houve descrição no EIA, não sendo possível a comparação.

Meio Socioeconômico

Impactos potenciais na infraestrutura física e social - Aumento dos níveis de ruído próximo a receptores sensíveis: a utilização de máquinas e equipamentos pesados na implantação do empreendimento irão gerar ruídos. A manutenção destes equipamentos pode minimizar o impacto e os funcionários utilizarão EPI's. A área já é afetada por ruídos das operações portuárias e não existe ali receptores sensíveis. O impacto será negativo, indireto, certo, imediato, regional, temporário, reversível, de médio porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019).

Houve indicação das atividades geradoras no EIA. O impacto foi brevemente descrito, mas não foi quantificado. Não houve análise dos níveis de impacto previamente à implantação, tampouco houve indicação de estudo de níveis de ruído (SÃO PAULO, 2014).

Incômodos à população lindeira na construção: as atividades comuns em obras geram incômodos à população da faixa lindeira como aumento de ruído, vibração e poeira. A manutenção dos equipamentos e umectação das vias pode minimizar os efeitos, assim como realizar as atividades em período diurno, de acordo com o previsto no Programa de Controle Ambiental de obras. O impacto é negativo, indireto, certo, imediato, localizado, temporário, reversível, de médio porte e ocorre na AID (GEOTEC, 2019).

Este impacto pode ser associado ao impacto “Poluição e incômodos à população decorrentes do canteiro de obra” do Manual CETESB. Contudo, não há descrição no Manual de forma que não é possível a discussão (SÃO PAULO, 2014).

Interrupção de serviços públicos: durante a construção, surgiu a necessidade da interrupção de alguns serviços públicos, que foi previamente comunicada, salvo em caso de acidentes, quando da ruptura não houve comunicação prévia. O impacto é negativo, indireto, provável, curto, regional, temporário, reversível, de pequeno porte e ocorre na AID (GEOTEC, 2019).

Este impacto pode ser considerado como cumprimento parcial do impacto “Interferências em infraestrutura e serviços públicos”, cujo Manual CETESB indica que deva haver avaliação quanto à possibilidade de as obras causarem interrupções nos serviços públicos, afetando a população (SÃO PAULO, 2014).

Alterações na paisagem: na área próxima à SP 055 houve impacto negativo, visto que nela há predominância de área verde. A paisagem, no entanto, já se encontra bastante alterada em decorrência do Porto de Santos, salvo a interligação da Zona de Preservação Ecológica. O impacto é negativo, direto, certo, imediato, localizado, permanente, irreversível, de médio porte e ocorrerá na AID e na ADA (GEOTEC, 2019). Este impacto não foi listado ou descrito como impacto para tipologia “rodovias”, não sendo possível a comparação.

Geração de expectativa na população: ocorreu na fase de implantação do projeto. O impacto positivo se resume a diminuição do tempo de viagem e surge como alternativa ao uso da balsa, promovendo melhorias na acessibilidade da região. O impacto negativo se refere às especulações e incertezas quanto aos transtornos. Programas de Comunicação Social podem minimizar o impacto. Os impactos são negativos e positivos, direto, certo, imediato, regional, temporário, reversível, de médio porte e ocorrem na AID (GEOTEC, 2019).

A atividade geradora de impactos foi descrita no EIA e os impactos foram apenas qualificados. Verificou-se a espacialização (AID) no estudo. Levantamentos sobre a percepção ambiental quanto ao empreendimento ou nível de aceitação ou rejeição quanto aos impactos ao meio ambiente não foram realizados. Não houve levantamento de perfil psicossocial da população em relação a seus valores e atitudes, assim como não foi indicado à presença ou ausência de grupos vulneráveis (SÃO PAULO, 2014).

Impactos Potenciais sobre o Patrimônio Arqueológico e Cultural: na AID há diversos bens tombados pelo IPHAN, CONDEPHAT e CONDEPASA. A vibração gerada na implantação do empreendimento pode impactar a infraestrutura dos bens. A poeira é outro fator que pode prejudicar. Na ADA não existem comunidades tradicionais. O impacto é negativo, indireto, provável, imediato, localizado, temporário, irreversível, de pequeno porte e ocorrerá na AID (GEOTEC, 2019).

Este impacto pode ser associado ao impacto “Interferências sobre o patrimônio cultural e natural” do Manual CETESB, listado nos impactos por tipologia de “rodovias”. Contudo, está somente listado, não descrito, não sendo possível realizar a comparação (SÃO PAULO, 2014).

Programas e medidas ambientais

Programa de Comunicação Social - Programa de Comunicação Social tem as seguintes medidas mitigadoras, voltadas para o impacto “Geração de expectativas na população”. Definir estratégias de comunicação para que as atividades sejam apresentadas sob o ponto

de vista técnico, ambiental social, econômico, político bem como sua relação com as medidas compensatórias; escolha das mídias a serem utilizadas para divulgar as informações e dos conteúdos dos instrumentos informativos; conformidade entre a equipe responsável para não haver informações equivocadas (GEOTEC, 2019).

Subprograma de Comunicação Social Prévia e Subprograma de Comunicação Social na Etapa de obras (GEOTEC, 2019). Não foram apresentadas medidas mitigadoras.

Programa de controle ambiental das obras: Voltado para mitigação dos seguintes impactos: alteração da morfologia de terrenos e desencadeamento/ intensificação de processos de dinâmica superficial; risco de contaminação do solo por vazamento de produtos perigosos durante a construção; poluição gerada nos canteiros de obras e frentes de trabalho durante a construção; potencial de recalques e abalos em estruturas e construções vizinhas, em função da cavação de estacas e escavações durante a implantação; impactos relacionados à utilização de áreas de empréstimo e depósito de material excedente durante a construção; interferência nos recursos hídricos superficiais durante a construção; potencial interferência na qualidade da água dos corpos hídricos durante a construção (águas superficiais e canal de estuário); interferência nos recursos hídricos subterrâneos durante a construção; potencial interferência na qualidade da água subterrânea durante a construção; impactos na qualidade do ar durante a execução; aumento na circulação de veículos pesados na malha viária local durante a construção; aumento nos níveis de ruídos próximos à receptores sensíveis; incômodos à população lindeira na construção e Interrupções de serviços públicos durante a construção; perda da cobertura vegetal da área diretamente afetada; ampliação do efeito de borda nos fragmentos florestais remanescentes; interferências em áreas frágeis (Mangues e APP's); aumento dos riscos de atropelamento de fauna silvestre; perda do habitat para a fauna; afugentamento da fauna terrestre e aquática; aumento da fauna doméstica sinantrópica; impactos sobre a biota aquática; perda de indivíduos da fauna durante a supressão da cobertura vegetal; interferências na zona de amortecimento, UC's e demais áreas protegidas; interferências com o patrimônio arqueológico e cultural (GEOTEC, 2019).

Medidas mitigadoras: reduzir os impactos ambientais na fase de implantação de acordo com os Subprogramas ambientais; garantir a manutenção da qualidade ambiental das áreas afetadas; garantir a redução dos impactos socioambientais por meio de integrações “física e operacional com o sistema viário existente e projetado” (GEOTEC, 2019, p. 1515), e adequar a urbanização e paisagem da área (GEOTEC, 2019).

Subprograma de Controle de Processo de Dinâmica Superficial: Não foram apresentadas especificamente medidas mitigadoras, assim apresentamos as informações a seguir, as quais foram retiradas da Metodologia do programa:

- Manejo do solo superficial: a camada de solo removida deve ser alocada em am-

biente protegidos de erosão e longe de canais de drenagem; instalação de sistemas de drenagem nas áreas próximas aquelas as quais foi alocado o solo removido para evitar que o solo seja movido até o curso d'água (GEOTEC, 2019).

- Controle da Erosão e do Assoreamento: considerar o regime pluviométrico quando da realização das escavações para que reduza o risco de carreamento do solo; controle topográfico nos locais considerados críticos; instalação de sistema de drenagem onde há solo exposto; captar e desviar águas pluviais para evitar perda de solo e que este alcance os cursos d'água; implantação de canaletas, bacias de retenção, acúmulo de sedimentos para reduzir a velocidade da água; inspeção e restauração, dos locais onde eventualmente possa ocorrer sulcos de erosão ou obstrução das drenagens (GEOTEC, 2019).

Subprograma de Controle Geotécnico de Recalques: Como o subprograma anterior, não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. As informações a seguir foram retiradas da metodologia do programa.

- Plano de prevenção de rachaduras e recalques: implementação de reforços nas estruturas, em caso de detecção de recalques interditar e remanejar, quando o recalque ultrapassar os limites admissíveis; manter canais de comunicação para que a população possa ser informada sobre ocorrências de recalques; acionamento de mecanismos de emergência para os casos em que recalques possam pôr em risco patrimônios públicos e/ou a população (GEOTEC, 2019).
- Controle dos recalques por adensamento do solo: cravar as fundações na rocha ou em camada rígida, com profundidade superior a 60m; instalar extensômetros lineares de modo a controlar movimentações do maciço rochoso e utilização de inclinômetro para controlar estabilidade dos taludes. Nos locais críticos deve ser realizado o controle topográfico, a fim de verificar eventuais impactos; controlar o nível d'água por piezômetro (GEOTEC, 2019).
- *Subprograma de Controle da qualidade do Ar e Emissão de Ruído:* Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. As informações a seguir foram retiradas da Metodologia do programa.
- Umidificação ou cobertura do solo extraído: umidificação das vias internas e manutenção dos equipamentos; durante o transporte, cobrir o material com lona para não subir poeira e se necessário, umectá-lo; controlar fluxo de veículos pesados para evitar poeira; controlar a velocidade dos veículos da obra; promover manutenção regular dos veículos e máquinas; utilização da Escala Ringelmann para monitorar a fumaça preta decorrente da utilização de veículo e máquinas movidos

a diesel e remoção do veículo caso esteja em desconformidade com os padrões (GEOTEC, 2019).

- Controle da geração de ruídos: restrição das atividades no horário diurno, reduzir o número de máquinas, caso seja necessário operar em período noturno; manutenção dos veículos e máquinas (GEOTEC, 2019).
- *Subprograma de Monitoramento da qualidade das águas:* Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. As informações a seguir foram retiradas do “Sistema de Registros e Acompanhamento” do programa.
- Sistema de acompanhamento: devem ser realizadas vistorias principalmente nas fases de terraplanagem e substituição do solo e em locais próximos a depósitos de materiais. As situações que exigirem ações corretivas devem ser registradas e documentadas fotograficamente. Devem ser realizadas vistoria após o término da obra em toda a extensão (GEOTEC, 2019).
- *Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes:* Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. As informações a seguir forma retiradas da Metodologia do programa.
- Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Comuns: instalação de tambores para a coleta de resíduos nas áreas comuns, instalação de recipiente para coleta de resíduos orgânicos, segregação do material para destinação correta; armazenamento dos resíduos em área protegida até a retirada para destinação final (GEOTEC, 2019).

Gerenciamento de Resíduos Inertes: quando necessário o descarte deste tipo de material, foi realizada segregação e destinação correta em locais licenciados.

Gerenciamento de outros resíduos sólidos: resíduos decorrentes de cargas perigosas foram entregues à seguradora ou à transportadora, que deram a destinação conforme a Lei; resíduos de ambulatórios médicos foram encaminhados para a incineração. Em caso de contaminação do solo, este foi removido e destinado a local aprovado pela CETESB para tratamento; resíduos como pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos de óleos lubrificantes e suas embalagens e produtos eletrônicos foram encaminhados de acordo com a logística reversa (GEOTEC, 2019). O programa não tratou da destinação dos efluentes.

Subprograma de Remanejamento de interferências de Serviços Públicos: Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. Todavia, existe uma menção de mitigação nos objetivos e na metodologia, como a informação a seguir: “quando necessária a interrupção dos serviços públicos, deverá haver prévia comunicação à população, informando a data e o horário do serviço interrompido” (GEOTEC, 2019).

Programa de Planejamento de travessias e proteção à fauna - Este programa tratou dos seguintes impactos: aumento dos riscos de atropelamento da fauna silvestre e alteração

do nível e distribuição espacial do risco e contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes de cargas tóxicas (GEOTEC, 2019). As medidas mitigadoras incluíram: instalação de passagens subterrâneas em áreas críticas, implantação de sinalização horizontal e vertical que indique a possibilidade de fauna silvestre, sobretudo em áreas próximas à UC's; construção de cercas, principalmente em fragmentos florestais, de modo a guiar os animais para longe da rodovia ou para locais destinados à sua passagem (GEOTEC, 2019).

Subprograma de controle da Fauna sinantrópica e doméstica (inserido no programa de monitoramento a fauna). Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma clara no EIA. As informações a seguir foram retiradas da Metodologia do programa.

- Em relação aos animais domésticos: firmar parcerias com o setor público ou ONG's, de modo a promover a captura dos animais, encaminhá-los aos cuidados veterinários e posterior adoção e afugentamento destes animais. Quanto à fauna sinantrópica: deve-se evitar o acúmulo de água e criação de criadouros; manter a limpeza de todas as áreas; acondicionar corretamente o lixo, evitar acúmulo de entulhos (GEOTEC, 2019).

As medidas propostas em relação aos animais errantes foram contraditórias. Enquanto a primeira se mostra protetiva e empática, a segunda implica simplesmente em afugentar os animais.

Programa de afugentamento e resgate da fauna: Este programa visa mitigar os impactos de afugentamento da fauna terrestre; afugentamento da fauna aquática; perda de indivíduos da fauna durante a supressão de cobertura vegetal; interferências com Zona de Amortecimento, UC's e demais áreas protegidas (GEOTEC, 2019). Não foram apresentadas medidas mitigadoras de forma específica. Assim, as informações seguintes foram retiradas dos objetivos e da metodologia do programa.

- A equipe percorrerá cada módulo de vegetação antes de sua supressão, a fim de estimular o deslocamento da fauna para o entorno da ADA; resgatar os animais com baixa capacidade de locomoção; cuidar dos animais resgatados para manter sua integridade; inventariar e catalogar os animais resgatados e destiná-los para outros ambientes ou refúgios (GEOTEC, 2019).

Programa de controle de supressão de vegetação, monitoramento e resgate da fauna: Este programa visa mitigar os impactos de perda da cobertura vegetal da ADA, ampliação do Efeito de borda nos fragmentos florestais e interferência em Mangues e APP's, por meio de dois subprogramas (GEOTEC, 2019). Vale ressaltar, que as medidas mitigadoras dos

subprogramas não foram apresentadas de forma específica. As informações apresentadas a seguir foram retiradas da Metodologia do programa.

Subprograma de controle da intervenção em APP e Supressão da Vegetação: Medidas mitigadoras envolvem não autorizar o uso de fogo bem como de equipamentos de terraplanagem, quando for necessário a limpeza da área pela derrubada da vegetação; a equipe deve ser devidamente treinada para manejar a vegetação; identificar espécies cujo corte é proibido (GEOTEC, 2019).

Subprograma de resgate da flora: Medidas mitigadoras: coleta do material, manutenção e cuidado e replantio final (GEOTEC, 2019).

Programa de gerenciamento de plantios compensatórios e restauração ecológica: Este programa por meio de dois subprogramas visa compensar os impactos de perda da cobertura vegetal da ADA; ampliação do efeito de borda nos fragmentos florestais; interferência em mangues e APP's; interferências com UC's, Zona de amortecimento de UC's e demais áreas protegidas (GEOTEC, 2019).

Subprograma de recomposição florestal: Medida compensatória envolve restaurar 48,5 hectares, cujo quantitativo real será estimado na etapa seguinte do licenciamento, de preferência a promover a restauração de áreas degradadas, bem como enriquecer fragmentos com baixa diversidade e formação de corredores ecológicos (GEOTEC, 2019).

Subprograma de aplicação de recursos financeiros em Unidades de Conservação: Medida mitigadora foi obter o Termo de Compromisso de Compensação Ambiental assinado até o início da obra para receber o recurso (GEOTEC, 2019).

Programa de gerenciamento de riscos para a fase de obras: Este programa visa mitigar os impactos de alteração da morfologia de terrenos e desencadeamento/intensificação de processos de dinâmica superficial; risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a construção; poluição gerada nos canteiros de obras e frentes de trabalho durante a construção; potencial de recalques e abalos em estruturas e construções vizinhas, em função da cravação de estacas e escavações durante a implantação; impactos relacionados à utilização de áreas de empréstimo e depósito de material excedente durante a construção; potencial interferência na qualidade da água dos corpos hídricos durante a construção (águas superficiais e de estuário); potencial interferência na qualidade da água subterrânea durante a construção; impactos sobre a biota aquática; impactos sobre a biota aquática; incômodos à população lindeira na construção (GEOTEC, 2019).

As medidas mitigadoras foram: medidas preventivas de vazamento em solo e em recursos hídricos; medidas de prevenção na disposição de resíduos perigosos e efluentes, capacitação dos trabalhadores; criação de sistema de alerta para que seja possível detectar eventuais impactos acionar rapidamente os responsáveis (GEOTEC, 2019).

Plano de Ação de Emergência para a fase de obras (PAE): Os impactos mitigados por este programa foram os mesmos do Programa de Controle Ambiental das Obras. O responsável pelo PAE é a Concessionária Ecovias dos Imigrantes S.A. Foram estabelecidos três níveis emergenciais, são eles:

Nível 1: as emergências deste nível podem ser contidas com recursos locais;

Nível 2: as emergências não podem ser contidas com recursos locais, mas podem ser contidas com recursos da construtora;

Nível 3: as emergências somente poderão ser contidas com auxílio de órgãos externos.

O PAE conta com os procedimentos prévios e pós-acidentes. Os prévios visam realizar a avaliação do cenário como forma a intervir da forma mais apropriada. Os procedimentos prévios são:

- a. acionamento: nesta fase, ao ser informado sobre um acidente ambiental, a empresa solicita o detalhamento quanto à natureza do acidente, envia um técnico imediatamente, informa o sinistro ao grupo de combate de emergências, reporta aos órgãos competentes bem como solicita apoio e, prontifica apoio médico se houver vítimas;
- b. aproximação: o técnico ao se aproximar deve manter distância segura, posicionar-se de modo que o vento não lhe traga substância, identificar o produto e a gravidade da situação, selecionar e utilizar EPI's, se necessário, proceder com sinalização e isolamento do local;
- c. avaliação do cenário: o técnico deve se aproximar do local do sinistro, contudo manter-se à uma distância segura, o suficiente para verificar o tipo de ocorrência e evidências de que existem vazamentos. Deve solicitar auxílio médico para eventuais vítimas, classificar a ocorrência, realizar diagnóstico ambiental do entorno, reportar aos órgãos competentes, rever a dimensão do isolamento (GEOTEC, 2019);
- d. identificação do produto: o Inspetor de tráfego deve observar o número da ONU (quatro algarismos fixados no veículo), observar o número ONU da ficha de emergência e se for possível manter-se em segurança. Se não houver informação específica sobre o produto, verificar o rótulo de risco fixado no veículo e repassar as informações para o atendimento de emergências (GEOTEC, 2019).
- e. classificação do acidente: o responsável pela obra, ao ser comunicado sobre o acidente, deve classificar o acidente e proceder com o levantamento ambiental e socioeconômico nos entornos. Se houver vazamentos, acionar o Corpo de Bombeiros, a CETESB e demais órgãos. Deve consultar o procedimento emergencial aplicado ao caso e reportar aos responsáveis do atendimento emergencial (GEOTEC, 2019);
- f. interdição das frentes de obras: deve ser definido o distanciamento, sendo permi-

tida a entrada apenas de pessoas autorizadas. Acionamento do Departamento de Trânsito para operacionalizar o trânsito ao redor da obra de modo a facilitar o acesso das equipes de emergência (GEOTEC, 2019).

Os procedimentos pós acidentes, a seguir, ocorrem após controlada a emergência e constatada a ausência de riscos.:

- registro de ocorrência: a construtora deve, após a visita da equipe de emergência, providenciar o registro de ocorrência, que deve conter data, hora e dia da semana, o local onde ocorreu o acidente, se e como houve envolvimento de terceiros, se há/houve e quem são as vítimas, as áreas afetadas, sobretudo se APP's, UC's ou matas adjacentes, quais estruturas foram afetadas, quais equipamentos foram utilizados no atendimento, quais as causas do acidente, quem estava envolvido no atendimento emergencial (interno e externo), quais as providências tomadas, se o acidente chegou a conhecimento do público, bem como assinalar medidas preventivas com o fim de evitar outros acidentes (GEOTEC, 2019).
- comunicação do acidente: após a confecção do relatório de ocorrência, a empresa deve enviar cópia para a CETESB, Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária e Defesa Civil (GEOTEC, 2019).

Procedimentos específicos: Realizados em caso de vazamento de produtos perigosos, deverá ocorrer a paralização de forma imediata da atividade que gerou o vazamento, eliminação de fontes de ignição para evitar explosões, identificação e estancamento do ponto de vazamento, se possível, proceder com o isolamento da área, identificar de qual substância se trata, repostar ao coordenador de emergências quanto à gravidade do acidente, repostar aos órgãos competentes e ao responsável da obra, se necessário, acionar o corpo de bombeiros e a CETESB, acionar a brigada de incêndio, identificar se o solo ou corpos hídricos foram impactados. Em seguida, a equipe deverá realizar as medidas necessárias para contenção ou absorção, de forma a remover o resíduo vazado e armazená-los em tambores. Em rios ou riachos afetados, inserir barreiras flutuantes de forma a reter a maior quantidade de resíduo possível e comunicar a população. Nos corpos d'água lânticos, inserir barreiras flutuantes e proceder com sucção. Executar a remediação, se necessário proceder com raspagem e estocagem do solo removido. Utilizar absorventes industriais para remoção do produto. Armazenar e encaminhar os produtos absorventes para encaminhá-los à destinação correta. Deve-se aplicar também as medidas do Programa de gerenciamento de riscos (GEOTEC, 2019).

Programa de educação ambiental: Este programa visa conscientizar a população sobre a necessidade de proteger o meio ambiente incentivar hábitos que melhorem a qualidade de vida. Visa ainda implementar programa de reciclagem de resíduos sólidos, estimular o uso consciente da água, estudar meios de minimizar os impactos gerados, verificar se há incômodos à população, e influenciar a preservação da fauna e da flora (GEOTEC, 2019). As medidas potencializadoras envolvem - oficina de treinamento de colaboradores: visa treinar os colaboradores para apoiarem em ações mitigadoras, adotarem práticas que conservem o ambiente e observarem a legislação ambiental (GEOTEC, 2019); Realização de atividades de Educação ambiental: divulgar a educação ambiental, de forma à conscientização sobre a preservação dos recursos hídricos, sobre a importância da posse responsável de animais domésticos, de que a supressão de vegetação deve ser de acordo com a legislação, sobre a gestão de efluentes e resíduos (GEOTEC, 2019).

Programa de Patrimônio Arqueológico, Paleontológico, Histórico e Cultural: Este programa visa mitigar o impacto de interferências com o patrimônio arqueológico e cultural (GEOTEC, 2019). As medidas mitigadoras envolvem o levantamento de fontes e dados secundários com o objetivo de compreender “o contexto etno-histórico das áreas afetadas” (GEOTEC, 2019, p. 1652), e “contextualização arqueológica e etno-histórica da região”, sobretudo com pesquisas no banco de dados do IPHAN. Tal medida, visto que não tem o condão de eliminar ou minimizar os efeitos adversos da obra, não podem ser consideradas como medida mitigadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais achados da pesquisa incluem a identificação dos principais impactos nos contextos apresentados no Manual CETESB, a saber.

Meio Físico - Impactos potenciais em terrenos: Alteração da morfologia de terrenos e desencadeamento/ intensificação de processos de dinâmica superficial; Risco de contaminação de solo por vazamentos de produtos perigosos durante a construção; Poluição gerada nos canteiros de obras e frentes de trabalho durante a construção; Potencial recalques e abalos em estruturas e construções vizinhas, em função da cravação de estacas e escavações durante a implantação; Impactos relacionados à utilização de áreas de empréstimo e depósito de material excedente durante a construção; Risco de contaminação de solo por acidentes nas vias e pelo tráfego de cargas perigosas durante a operação; Risco de contaminação no solo por disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes durante a operação.

Impactos potenciais em Recursos Hídricos Superficiais: Interferência nos recursos hídricos superficiais durante a construção; potencial interferência na qualidade da água dos corpos hídricos durante a construção (águas superficiais e canal do estuário. *Impactos potenciais nos*

Recursos Hídricos Subterrâneos: Interferência nos recursos hídricos subterrâneos durante a construção; potencial interferência na qualidade da água subterrânea durante a construção; Alteração da qualidade da água subterrânea durante a operação. *Impactos Potenciais na Qualidade do Ar:* Impactos na qualidade do ar durante a construção; Alteração na qualidade do ar durante a operação.

No Meio Biótico - *Impactos potenciais na vegetação:* Perda da cobertura vegetal da área diretamente afetada; Ampliação do efeito de borda nos fragmentos florestais remanescentes; Interferências em áreas frágeis (mangues e APPs). *Impactos Potenciais na fauna:* Aumento dos riscos de atropelamento de fauna silvestre; Perda de habitat para a fauna; Afugentamento da fauna terrestre; Afugentamento da fauna aquática; Alteração no nível e distribuição espacial do risco e contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com cargas tóxicas; Interferência/aumento da fauna doméstica e sinantrópica; Impactos sobre a biota aquática; Perda de indivíduos da fauna durante a supressão vegetal. *Impactos Potenciais sobre Unidades de Conservação:* Interferências com zona de amortecimento, Unidades de Conservação (UCs) e demais áreas protegidas.

Meio Socioeconômico - *Impactos potenciais na infraestrutura física e social:* Aumento dos níveis de ruído próximo a receptores sensíveis; Incômodos à população lindeira na construção; Interrupção de serviços públicos; Alterações na paisagem; Geração de expectativa na população; Impactos Potenciais sobre o Patrimônio Arqueológico e Cultural

Cada programa elenca uma lista de impactos aos quais se destinam, mas apresentam medidas genéricas; salvo alguns impactos específicos, não há como saber (parece que não), se houve proposta de mitigação para todos os impactos analisados. Em certos programas, simplesmente não existe uma conexão entre o programa e tratamento de alguns dos impactos aos quais se destinam. Também existem subprogramas com medidas mitigadoras dentro de programas de monitoramento, parecendo estarem deslocados dentro da estrutura do EIA. Desta forma, as medidas mitigadoras neste EIA não foram apresentadas de forma clara. A dificuldade de entendimento não está na linguagem técnica, mas sim na falta de organização, estruturação e sistematização do documento, que parece ter a intenção de dificultar o entendimento. A elaboração deste EIA se mostrou confusa, ao menos no que tange aos Programas de Mitigação e sua relação com os impactos. Havia nos programas, indicação dos impactos relativos, mas suas características estavam no capítulo dos impactos, longe, portanto, para revisão e comparação, em um documento contendo mais de 3.000 folhas.

Desta forma, em relação aos impactos ambientais, o EIA cumpriu parcialmente os requisitos estabelecidos no Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014), haja vista que foram identificados, descritos e avaliados os impactos nas fases de planejamento, implantação e operação. A metodologia adotada foi devidamente descrita, assim como os aspectos e os

impactos ambientais. Todos os impactos foram descritos por tipologia de acordo ao Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014).

Em relação às medidas mitigadoras, houve cumprimento parcial. Embora tenha abrangido todas as fases do empreendimento e haja indicação a quais impactos se destinam, a apresentação não ocorreu de maneira ordenada, como sugere o Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014). Além disso, os Programas Ambientais “devem permitir o acompanhamento dos reais efeitos do empreendimento sobre o meio ambiente, avaliando a eficiência das medidas mitigadoras propostas” (SÃO PAULO, 2014). Não se pode constatar informações claras que possibilitem ou tão pouco existiu uma avaliação da eficácia das medidas. Não obstante, muitos dos programas sequer apresentaram medidas mitigadoras. O Manual CETESB estabelece que os Planos e Programas devem ser estruturados em itens e um deles deve ser reservado às medidas mitigadoras (SÃO PAULO, 2014). Algumas medidas mitigadoras descritas neste trabalho, como já dito anteriormente, foram retiradas de outras seções, como objetivos e/ou metodologia, com o intuito de levantar o máximo possível de informações disponíveis neste EIA.

Uma solução para este problema, seria modificar a apresentação, apresentando o impacto e imediatamente apresentar sua medida mitigadora. Isso poderia evitar a incerteza de que, nem todos os impactos receberam medidas mitigadoras, ou que para isso se disponha um trabalho hercúleo e desnecessário, o que dificulta em muito o entendimento das reais propostas apresentadas no EIA.

■ REFERÊNCIAS

1. BENJAMIN, A. H. V. Os princípios do estudo de impacto ambiental como limites da discricionariedade administrativa. **Revista Forense**, São Paulo, v. 317, p.25-45, 1992.
2. BRASIL. Lei 6938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 02 set.1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938compilada.htm. Acesso em: 03 mar 2020.
3. BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 17 de fevereiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 20 dez. 2019
4. BRASIL. **Proposta de Emenda à Constituição nº 65, de 2012**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/109736>. Acesso em 19 set. 2019.
5. FEARNSIDE, P. M. Código Florestal: as perdas invisíveis. **Ciência Hoje**, v. 46, n. 273, p. 66-67. 2010.
6. FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito ambiental brasileiro**. 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2013

7. GEOTEC. **Estudo de Impacto Ambiental: Interligação entre as rodovias SP-150 (Via Anchieta) e SP-055 (Rodovia Cônego Domênico Rangoni)**. 2019. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/eiarima/eia/EIA_50_2019.pdf. Acesso em: maio 2020.
8. LOVELOCK, J. **Gaia Cura para um planeta doente** (tradução: Alefh Teruya Eichenberg e Newton Roberval Eichenberg). São Paulo: Cultrix, 2006.
9. MILARÉ, É. **Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil: Previsão de Impactos**. p. 51-85. Edusp. São Paulo, 2006.
10. OLIVEIRA, J. C. (Org.). **Temas de Direito Público**. Jaboticabal: Funep, v.1. ed.1. 2009.
11. SANT'ANA, J. A conta do desperdício: Brasil tem 14 mil obras públicas paradas que já custaram R\$ 10,8 bilhões. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/republica/obras-publicas-paralisadas-tcu/>. Acesso em set. 2019.
12. SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental**. São Paulo. 2014. 251.p.

“

Análise dos impactos e programas ambientais: o caso de uma obra pública na região metropolitana de São Paulo

▮ Elisabete Mesquita **Pinotti**
Fatec

▮ Fernando Antonio **Bataghin**
Fatec

RESUMO

O meio ambiente equilibrado é direito fundamental e essencial à vida com saúde, qualidade e dignidade. A avidez do crescimento econômico gera impactos no meio ambiente e em razão disso é necessário que se lance mão de instrumentos que garantam o desenvolvimento e ao mesmo tempo preserve a natureza. Um desses instrumentos é o estudo de Impacto Ambiental. O objetivo desse trabalho foi avaliar a efetiva adequação dos EIA ao que demanda a Legislação e o Órgão Ambiental Estadual, além de dimensionar os impactos ambientais descritos nesse documento para aprovação de licenças de obras públicas no Estado de São Paulo. Este estudo se caracteriza por uma pesquisa bibliográfica seguida de estudo de caso. A pesquisa bibliográfica fundamentou-se através de artigos, teses, livros, manuais e sites relacionados aos assuntos abordados no trabalho. Para os estudos de casos, foi utilizado como base o Manual da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETEBS, criado para orientar a elaboração de EIAs. Foi analisado o Estudo de Impacto Ambiental EIA 110/2019 - Obra pertencente a Empresa metropolitana de Água e Energia S/A (EMAE); Neste EIA a maioria dos impactos é considerada de baixa magnitude, mas na metodologia não foi estabelecido critério para sustentar tal avaliação, além disso houve a tentativa de minimizar os impactos ambientais. Grande parte dos programas ou planos não apresentaram medidas mitigadoras, não houve medidas mitigadoras propriamente ditas em muitos dos programas além de não apresentar a avaliação das medidas propostas. De forma geral o EIA cumpriu parcialmente os requisitos contido no Manual CETESB.

Palavras-chave: Licenciamento, Meio Ambiente, Responsabilidade, Obras, Público.

INTRODUÇÃO

É direito fundamental do homem viver em condições satisfatórias, num ambiente saudável, na qual haja dignidade e bem-estar, que lhe permita viver com dignidade e bem-estar e em harmonia com a natureza (MACHADO, 2016). Com a densidade demográfica crescendo em ritmo acelerado, principalmente nos países emergentes, tanto os estudiosos quanto a sociedade perceberam que os recursos naturais passaram a ser explorados com maior intensidade, principalmente aqueles não renováveis. Nesse contexto, dentre os interesses denominados meta-individuais, aquele que primeiro obteve atenção do legislador foi o atinente ao meio ambiente (SOUZA, 2000). Também nesse sentido, deve haver responsabilidade no uso dos recursos naturais, ou haverá tal degradação que eliminará espécies, poluirá rios e atmosfera e todas as espécies, incluindo o homem, que será afetado negativamente (MAZZILLI, 2007).

Wolkmer (2013) esclarece que no Brasil, foi no final da década de 70, com os trabalhos de José Carlos Barbosa Moreira e Ada Pellegrini Grinover que iniciaram os estudos “sobre a necessidade de instrumentos jurisdicionais para regulamentar interesses meta-individuais” tal qual o direito ao meio ambiente equilibrado WOLKMER (2013, p. 52).

Silva (1994 *apud* FIORILLO, 2013) esclarece que o artigo n. 225 da Constituição, ao utilizar a expressão “sadia qualidade de vida”, estabeleceu como objetos de tutela, a qualidade ambiental, a saúde, bem como o bem-estar e ainda a segurança da população, todos compreendidos na qualidade de vida. Mazzilli (2007) acrescenta que o equilíbrio ecológico induz a sadia qualidade de vida, inclusive ausência de poluição sonora e visual.

O Princípio do Direito ao Meio Ambiente Equilibrado decorre do incessante e insequente uso dos recursos naturais para a satisfação da incontável busca pelos interesses do capitalismo, principalmente pós Revolução Industrial, que resultou na escassez desses recursos, e conseqüentemente, trouxe o risco de catástrofes ambientais. A conscientização desse problema deu ao ambiente natural a característica de bem jurídico cuja proteção fez-se tão necessária que, com a realização da Conferência de Estocolmo de 1973 (PILATI; DANTAS, 2010), que “visava orientar os Estados para a consciência ecológica” (SANTOS JUNIOR, 2007, p.104), ocorreu um “esverdeamento” das Constituições, ou seja, o meio ambiente foi inserido nessas normas com o status de direito fundamental essencial à sadia qualidade de vida (PILATI; DANTAS, 2010).

O meio ambiente natural ou físico é constituído pela atmosfera, pelos elementos da biosfera, pelas águas (inclusive pelo mar territorial), pelo solo, pelo subsolo (inclusive recursos minerais), pela fauna e flora. Concentra o fenômeno da homeostase, consistente no equilíbrio dinâmico entre os seres vivos e meio em que vivem (FIORILLO, 2013).

O artigo 3º da Política Nacional do Meio Ambiente estabelece que “entende-se por meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Em que pese a necessidade da proteção do meio ambiente, não é discutível a necessidade do desenvolvimento e também se sabe que na instalação de qualquer empreendimento a ocorrência de dano é certa.

Caso tais agressões não sejam freadas, ocorrem consequências graves como, por exemplo, “[...] a contaminação do lençol freático, a escassez da água, a diminuição da área florestal, [...] as profundas alterações do clima no planeta, a destruição da camada de ozônio, a poluição do ar, a proliferação de doenças (anencefalia, leucopenia, asbestose, silicose, saturnismo)” (SIRVINKAS, 2013 p. 104), entre outras enfermidades, além de “contaminação de alimentos, a devastação dos campos, a desumanização das cidades, a degradação do patrimônio genético, as chuvas ácidas, o deslizamento de morros, a queda da qualidade de vida urbana e rural, etc.” (SIRVINKAS, 2013, p. 104).

Em virtude disso, é imperativo que se lance mão de instrumentos que tornem o desenvolvimento suportável ao meio ambiente e que sejam os danos, se não possível evitá-los, escassos e diminutos. Um desses instrumentos é o Estudo de Impacto Ambiental. A Resolução CONAMA 001/86 é sua norma base, e seu objetivo principal, segundo MILARÉ (2006) é evitar ou minimizar danos severos ao meio ambiente, decorrente da implantação de um projeto economicamente viável. Sua máxima é a prevenção. Trata-se, segundo BENJAMIN (1992), do estudo das modificações nas características ambientais sociais e econômicas resultantes da instalação de um projeto. É a análise da viabilidade socioambiental do projeto.

Tem também base no princípio da precaução, que ainda segundo Milaré (2012), é invocado quando há incerteza ou inconclusão na informação científica, e houver indícios de efeitos “potencialmente perigosos e incompatíveis com o nível de proteção escolhido” (MILARÉ, 2012, p. 1071), sobre os bens ambientais, ou seja, orienta o intérprete da norma a não admitir intervenções no meio ambiente antes de se ter certeza técnica de que estas intervenções não serão desproporcionalmente adversas ao meio ambiente. Trata-se de “*in dubio pro natura*” (ANTUNES, 2014, p. 47).

Além de a Constituição Federal não permitir a faculdade sobre a realização do estudo, essa temática já foi julgada pelo Supremo Tribunal Federal quando o Estado de Santa Catarina, em sua Constituição, previu a dispensa de tal estudo, na ocasião na qual julgou a ação direta de inconstitucionalidade quanto à previsão da Constituição catarinense (MACHADO, 2016).

Em razão da importância desse instrumento para a garantia do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado e, também, da gravidade dos danos ambientais ocorridos, resta

compreender a dimensão dos impactos previstos nos últimos anos decorrentes de obras públicas no estado de São Paulo, a partir da análise dos relatórios de impacto ambiental.

A partir dessas reflexões surge, entre outras questões, as seguintes: Qual a dimensão dos impactos ambientais descritos nos estudos dos Estudos/Relatórios de Impacto Ambiental para aprovação de licenças de obra pública no Estado de São Paulo? O EIA atende satisfatoriamente ao que estabelece o Manual de Elaboração de EIA/RIMA proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB?

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi analisar os impactos e medidas mitigadoras previstos em um EIA decorrente de uma obra pública na região metropolitana de São Paulo, a partir da análise dos relatórios de impacto ambiental. Analisou se os impactos descritos no EIA estão de acordo com as diretrizes do Manual CETESB para elaboração de Estudos de Impacto Ambiental bom como se os Programas de mitigação estão de acordo com as diretrizes do Manual CETESB para elaboração de Estudos de Impacto Ambiental.

MÉTODOS

A presente pesquisa teve caráter bibliográfico seguida de estudo de caso. Inicialmente, refletiu sobre o estado da arte relativo às temáticas que compõe os RIMA's. Na primeira fase, os materiais utilizados foram publicações físicas (livros) ou publicações eletrônicas, como artigos científicos, por exemplo, buscados em indexadores como a Plataforma SCIELO (<http://www.scielo.br/>), o portal de periódicos da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), a BDTD - para Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (<http://bdttd.ibict.br/vufind/>), dentre outros.

A segunda fase consistiu em uma pesquisa documental de fontes primárias, quais sejam, os documentos fornecidos por órgãos oficiais, em especial a CETESB sobre o caso selecionado. O estudo de caso refere-se ao Processo de impacto 110/2019 – Substituição tecnológica das unidades 1 e 2 da Usina Termelétrica de Piratininga – abril de 2019. O responsável pelo EIA/RIMA é o Consórcio Arcadis / Mineral (ARCADIS; MINERAL, 2019). O empreendimento a ser licenciado é a construção de nova usina, formada por duas unidades com o fim de substituir a usina existente (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Os impactos e os Programas ambientais descritos nos EIA's foram comparados com as diretrizes estabelecidas no “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental”, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Manual CETESB (SÃO PAULO, 2014).

Assim, com intuito de alcançar seu objetivo, a dimensão empírica da pesquisa foi realizada por meio de análise prioritariamente qualitativa, proposta por Creswell (2007), que podem ser quantificadas a depender dos dados levantados com a seleção do EIA, que se limitou àqueles relativos a obras públicas realizadas no estado de São Paulo, Brasil. Para análise do EIA/RIMA, foram realizados fichamentos das informações levantadas. Os fichamentos tiveram como referencial o objetivo e questões da pesquisa e foram as bases para os relatórios. Estes relatórios eram predominantemente descritivos, imagens (quando existentes nos estudos/relatórios) foram utilizadas, e neles pretendeu-se apresentar os temas da maneira mais detalhada possível.

A pesquisa levou em consideração o que preconiza o Manual CETESB, criado pela Diretoria Plena deste órgão, em maio de 2014. É um manual para elaboração de EIA's e RIMA's com objetivo de licenciamento de empreendimentos (SÃO PAULO, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para identificação e avaliação dos impactos foram analisadas as atividades realizadas pelo empreendimento e como estas podem afetar o ambiente em todas suas vertentes (ARCADIS; MINERAL, 2019). A avaliação dos impactos utilizou-se dos seguintes elementos: Atributos: Natureza, Ocorrência, Ordem, Espacialidade, Reversibilidade, Duração, Abrangência; magnitude: Pequena, média, grande; Medidas: Controle e Monitoramento, Mitigação e Compensação, Relacionamento; Grau de Resolução: Baixo, Médio, Alto (ARCADIS; MINERAL, 2019). Em relação aos atributos: Natureza - a análise pretende mostrar se as atividades foram positivas ou negativas para o ambiente. Ocorrência - se há 100% de chance de acontecer ou se há probabilidade; Ordem - se o dano ocorre de maneira direta (causado pelo empreendimento) ou indireta (de fontes secundárias); Espacialidade - se localizado ou disperso; Duração - impacto de curto, médio e longo prazo; Reversibilidade - se reversível ou irreversível. Além desses, se o empreendimento é causador do dano ou intensificador de um dano já existente, se temporário ou permanente (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Em relação à magnitude, em termos quantitativos e qualitativos, se pequena, média ou grande (ARCADIS; MINERAL, 2019). Quanto ao grau de relevância. Alta relevância (impactos de alta ou média magnitude relacionadas com baixa eficiência das medidas reparadoras); Média relevância (impactos de alta magnitude combinados com alta eficiência das medidas reparadoras); Baixa relevância (impactos de média magnitude com medidas altamente eficazes) (ARCADIS; MINERAL, 2019). Assim, a análise dos impactos se baseará em: Atributos + Magnitude + Resolução das medidas = Grau de relevância (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Impactos no meio físico na fase de implantação

Desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial: Modificações superficiais no terreno em razão da remoção da camada superficial. Pode causar erosão. Decorre das seguintes atividades: Supressão da vegetação, preparação do terreno, criação de acessos, canteiros de obras. Os impactos são negativos e podem se demonstrar na forma de erosão. A probabilidade é certa, de curto prazo, localizado, direto, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena e a relevância dos impactos é considerada baixa (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Houve descrição do impacto, foram apresentadas as atividades geradoras e o aspecto. Porém não houve quantificação, bem como não foi apresentada a sobreposição da área em foto ou imagem de satélite que indiquem as áreas críticas (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Revegetação de áreas, recuperação dos terrenos instáveis, direcionamento das águas superficiais e drenagem, cadastrar áreas a serem monitoradas vistorias periódicas, execução das obras de maior impacto nos períodos de estiagem. O grau de resolução das medidas é alto (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Contaminação do solo e águas subterrâneas: Atividades são as mesmas descritas anteriormente. Os impactos são negativos e decorrem principalmente da geração de resíduos sólidos e efluentes, acidentes e vazamentos. É provável que ocorra, de médio prazo, localizado, direto, reversível, é causado e intensificado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena. O volume médio do efluente liberado pelo Bloco I será de 90,4 m³ por dia e 70,88 m³ por dia pelo Bloco II. É previsto o volume de 1.492 toneladas de material de demolição (ARCADIS; MINERAL, 2019).

O impacto foi descrito qualitativa e quantitativamente. Houve indicação das atividades que o geram bem como do aspecto ambiental. Contudo, embora o Manual CETESB o indique na lista de impactos por tipologia de Termoelétrica, não indica como deve ser sua apresentação no EIA (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Redução no consumo de materiais e insumos, tratamento e destinação corretos de resíduos sólidos e efluentes, construção de caixas separadoras para óleo, impermeabilização e construção de baias de contenção nas áreas de lavagem de máquinas, oficinas e em locais de armazenamento de produtos perigosos. Na impossibilidade de construção das baias, impermeabilizar com lonas plásticas, manter à disposição kits emergenciais para vazamentos. Instalação de banheiros químicos e tratamento dos respectivos efluentes. O grau de resolução das medidas é alto e o grau de relevância dos impactos é baixo (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Contaminação dos solos e águas pela propagação de matrizes ambientais contaminadas: Atividades: Execução normal das obras. Pode ocorrer em razão da interferência em

áreas contaminadas. Os poluentes podem se propagar por diversas vias, alterando qualidade do solo, do ar ou de águas. Foi realizada avaliação preliminar, nesta foram identificadas 6 áreas contaminadas num raio de 500 m da ADA. Uma das áreas foi integrada ao empreendimento, contudo, já houvera investigação ambiental na área, que se encontra em processo de remediação. O impacto é negativo, provável que ocorra, indireto, localizado, de curto prazo, reversível, é intensificado pelo empreendimento e permanente. A magnitude qualitativa do impacto é média (ARCADIS; MINERAL, 2019).

O impacto foi descrito qualitativamente. Há identificação das atividades geradoras e do aspecto. Contudo, não foi apresentada imagem com os resultados da avaliação preliminar, ou indicação de que tal esteja em outro capítulo do EIA (SÃO PAULO, 2014).

Medida mitigadora: Implantação de programa de gerenciamento de áreas contaminadas, conforme Decisão de Diretoria 038/2017/C da CETEBS, DA Lei Estadual 13.577/09 seu Decreto regulamentador 59.263/2013. O grau de resolução dos impactos é médio (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Deterioração da qualidade do ar: Gerado em decorrência de demolições, criações de acessos, escavações, terraplanagens, combustão das fontes móveis, entre outras, o que gera MP e gases e ocorre na ADA. O impacto é negativo, certo, direto, localizado, de curto prazo, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

O impacto foi descrito qualitativa, mas não quantitativamente. Houve descrição das atividades geradoras. Houve espacialização, ou seja, ocorre na ADA. Cumpre salientar que em razão de no Manual CETESB, esse impacto ser descrito apenas na fase de operação, não cabe aqui realizar mais comparações com Manual, visto que esta é a fase de implantação do empreendimento, e as exigências do Manual, como apresentar quadro das taxas de emissão em cada chaminé, por exemplo, não é cabível (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Controlar a velocidade do tráfego de máquinas e veículos, umidificar as vias de acesso não pavimentadas, tamponamento de cargas, manutenção preventiva de máquinas e equipamentos, utilização da escala de Ringelmann (avaliação do teor de fuligem). As medidas têm alto grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Deterioração dos recursos hídricos superficiais: Ocorre em razão da supressão da vegetação, preparação do terreno, criação de acessos, canteiros de obras. Gera resíduos, sedimentos, efluentes, graxa, recicláveis contaminados, entre outras. O dano pode ocorrer no Rio Jurubatuba. Outro pequeno curso d'água não nomeado também será impactado. Os sedimentos podem acarretar sólidos suspensos, turbidez e cor, deteriorando a qualidade da água. O impacto é negativo, provável, de curto prazo, localizado, direto, reversível, intensificador, temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Cabe comparar este impacto com o impacto “Geração de efluentes” do Manual, muito embora este, no referido documento, seja para fase de operação. O impacto foi qualificado, mas não quantificado. Houve espacialização (Rio Jurubatuba). Não foi quantificada a vazão dos efluentes. Não foram descritos os tratamentos previstos dos efluentes (salvo alusão às Resoluções CONAMA, nas medidas mitigadoras), tampouco foram demonstrados os pontos de lançamento. Não foram apresentadas as características esperadas após tratamento do efluente, nem o impacto dos parâmetros relevantes na vazão Q710, como temperatura da água (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Instalação de retentor de sólidos e sistema de drenagem, observância de critérios técnicos e legais para suprimir vegetação e remoção do material para evitar que este desça para o rio, limitar o tempo de exposição do solo mais frágil e reparar o solo exposto, drenagem de águas pluviais, promover manutenção de tanques de produtos químicos, óleos e graxas, impermeabilização do canteiro de obras e adoção de sistemas de controle da impermeabilização, destinação e tratamento dos resíduos sólidos conforme NBR ABNT 10.004/2004, tratamento e destinação dos efluentes oleosos de acordo com as Resoluções CONAMA 362/05 e 450/12, efluentes de banheiros sanitários coletados por empresa especializada, periodicamente e destinados à ETE e implantação de programa de monitoramento das águas superficiais. Tais medidas têm alto grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento dos níveis de ruído e vibração: Atividades: as mesmas do item anterior. A poluição sonora pode causar perda parcial ou total da audição, bem como impactar as atividades cotidianas e deterioração da qualidade de vida. Muitos dos ruídos terão decibéis acima de 90, com medição a 7 metros da fonte poluidora. Com a distância, os níveis diminuem, sendo que no ponto mais distante testado, 1500 metros, o nível é de 43 D.B. Os níveis de ruído e vibração foram medidos em 5 pontos. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, reversível, intensificado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Este impacto tem previsão no Manual CETESB apenas para fase de operação e somente se refere à níveis de ruído, mas cabe realizar a comparação, embora parcial. Foi apresentado os níveis de ruídos numa curva de decaimento. Foram realizadas medições em 5 pontos (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Controle de máquinas e de tráfego, manutenção de veículos e equipamentos. As medidas têm alto grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Impactos no meio biótico na fase de implantação

Dispersão e perda de indivíduos da fauna. Atividade: Supressão vegetal, circulação de máquinas, equipamentos e veículos. Pode ser causado por atropelamento e afugentamento de animais. Os animais de áreas adjacentes podem ser afugentados em razão do ruído, além de interferir na alimentação e reprodução dos animais. O impacto é negativo, provável, de curto prazo, localizado, direto, irreversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

O Manual CETESB, embora liste esse impacto na tipologia “termoelétrica”, não o descreve em qualquer fase, embora o faça para outros tipos de empreendimento (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: evitar o cercamento de animais, permitir a fuga para áreas verdes, controle de velocidade de veículos, sinalização, identificar e realocar ninhos de aves. As medidas têm alto grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Intervenção em Áreas Protegidas (APP). Atividade: A própria implantação do empreendimento pode dar causa ao dano. A intervenção na APP pode chegar a 4,46% de sua área, que já se encontra bastante alterada. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, irreversível, causado pelo empreendimento e permanente. Magnitude qualitativa pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: plantio compensatório na proporção de 10 para 1, em área com o dobro de tamanho. A medida tem médio grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Perda de indivíduos da Flora e redução de recursos da fauna: Atividade: Supressão vegetal e limpeza de terreno. Ocorre da modificação na paisagem. A área suprimida (em ha) será de 3,38 de bosque e arborização urbana, 9,43% de área antrópica, na área da APP 0,97% de bosque e 2,51 de área antrópica. Foi prevista diminuição dos recursos para fauna, em razão da presença de frutíferas na área a ser suprimida, outro impacto foi a diminuição de habitats. Na área ocorrem gambás, capivaras, pica-pau de cabeça amarela e periquito verde, espécies generalistas. O deslocamento dessas espécies pode aumentar a competição por recursos nas áreas para as quais migrarem. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, irreversível, causado pelo empreendimento e permanente. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Delimitação da área a ser suprimida em APP, evitar cercamento de animais para permitir sua fuga, afugentar animais antes da supressão, identificar e realocar ninhos de aves, remover e armazenar a camada de massa orgânica do solo para

reaproveitar em recuperação de áreas, tratamento e destinação adequada do material derubado, sinalização e controle de velocidade no momento da supressão. As medidas têm médio grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Impactos no meio socioeconômico na fase de implantação

Geração de incômodos à população. Atividades: A própria implantação do empreendimento, construções, montagem e desmontagem de monteiros, operação de maquinário, entre outras. O tráfego de máquinas e veículos gera MP, gases, resíduos sólidos, ruídos e vibrações. A poluição sonora causa danos à saúde, podendo gerar perda da audição parcial ou total, aumento do stress. Os ruídos podem chegar a 800 metros da fonte. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é média (ARCADIS; MINERAL, 2019). O Manual CETESB, embora liste esse impacto na tipologia “termoelétrica”, não o descreve em qualquer fase, embora o faça para outros tipos de empreendimento (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Sinalização para o tráfego, manutenção das vias, controle da velocidade, planejamento do trânsito umidificação das vias de tráfego, tamponamento de cargas, utilização da escala de Ringelmann para avaliar teor de fuligem, programa de controle ambiental das obras, programa de comunicação social. As medidas têm resolução média (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento do número de trabalhadores empregados, da renda da população e atividade econômica local. Atividades: a própria implantação do empreendimento, aquisição de insumos, bens e serviços, mão de obra. Pode ser causado pela geração de emprego, e alteração da economia local. O impacto é positivo, certo, de curto prazo, disperso, direto, reversível, causado pela própria empresa e temporário. A quantidade máxima de trabalhadores contratados foi de 2.497 colaboradores para o bloco I e 1.599 para o bloco II. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas.

As medidas potencializadoras são: contratação de 30% de trabalhadores locais, disponibilização informações quanto à demanda e qualificação exigida, entre outras). As medidas têm grau potencializador médio (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento da incidência de doenças (por vetores, endêmicas, DST/AIDS, cardiovasculares, respiratórias, etc.). Atividades: construções, canteiros de obras, circulação de veículos, supressão da vegetação, operação de máquinas, entre outras). Pode causar geração de MP, de resíduos sólidos e ruídos e proliferação de doenças. O aumento da população, predominantemente masculina, na faixa de 20 a 40 anos é fator que pode levar ao aumento de DSTs e lesões por atos violentos. Pode ocorrer ainda a aglomeração de pessoas em

alojamentos, o que pode impactar as condições de higiene, contágio de doenças infectocontagiosas e parasitárias. O impacto é negativo, provável, de médio prazo, localizado, indireto, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. Magnitude qualitativa pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de Termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos.

Medidas mitigadoras: Manter a limpeza no canteiro de obra, adoção de políticas de prevenção às doenças, promoção da saúde, controle de focos de agentes de vetores, exames periódicos e criação de programa de promoção da saúde. As medidas têm média resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento da demanda por bens e serviços públicos. Atividades: contratação de trabalhadores e serviços. Pode ser causar pelo aumento no consumo, aumento na demanda por recursos naturais e por serviços públicos, alterações na economia regional em razão do aumento da circulação de pessoas na AID. Há 12 UBS no Distrito Cidade Ademar, 15 em Grajaú e 9 em Pedreira (AID). Há linhas de ônibus e pontos na AID, e a estação mais próxima é a 2,8 km de distância do empreendimento. Todos os distritos possuem leitos hospitalares. O impacto é negativo, provável, de médio prazo, localizado, direto, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Este impacto pode ser comparado com o “Pressão sobre infraestruturas e equipamentos sociais”. Houve descrição, qualificação, avaliação dos impactos referentes à saúde e transporte, mas não sobre educação, saneamento, habitação e segurança. Não foi avaliado como a capacidade dos municípios pode ser afetada pela migração em atender a população local e flutuante (SÃO PAULO, 2014).

A medida reparadora: Criação de canais informativos entre empreendimento, trabalhadores e população para viabilizar reclamações. A medida tem grau médio de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Diminuição do número de trabalhos empregados, de renda da população e atividade economia local. Atividade: Demissão da mão de obra. Pode causar êxodo de trabalhadores, alteração na economia local. O impacto é negativo, certo, de médio e longo prazo, localizado, direto, irreversível, causado pelo empreendimento, permanente. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Medidas mitigadoras: Capacitação dos trabalhadores para atuarem em cargos diversos. Baixo grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas.

Impactos na fase de operação

Deterioração da qualidade do ar: Atividades: Geração de energia por meio das turbinas movidas a gás. Pode gerar MP e gases (dióxido de enxofre, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis). Foi realizado estudo de dispersão atmosférica para caracterizar NOx, SOx, MP, CO e COVs, nos cenários atuais, futuro I: apenas Blocos I e II e futuro II: UTE Fernando Gasparian, e unidades 3 e 4 das UTE Piratininga e as Blocos I e II da substituição. Os resultados mostram que nos cenários futuros I e II, os parâmetros para PI, NOx, SOx e CO atendem aos padrões. No cenário atual, o NOx não atende aos parâmetros. O estudo de dispersão de poluentes se encontra no Anexo XII. O impacto é negativo, certo, direto, localizado, de curto prazo, reversível, intensificado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Os impactos foram demonstrados qualitativamente. A maioria das informações estão no “Estudo de Dispersão de Poluentes”, que não se encontra no Anexo XII das informações, mas na página 932 do documento. Neste estudo, o impacto foi quantificado, especializado, também houve informações quanto ao atendimento ou não dos padrões (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Instalação de sistema de catalisação, injeção de amônia de modo a descaracterizar óxidos de nitrogênio, programa de monitoramento de emissões. As medidas resolutivas têm alto grau de resolução e a relevância do impacto é baixa (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Deterioração dos recursos hídricos superficiais: Atividade: operação do empreendimento. Pode gerar efluentes e prejudicar o Rio Jurubatuba. Os volumes estimados são de, para o bloco I 15,49m³/há e 13,95m³/há para o bloco II, lançados no Canal Jurubatuba. O impacto é negativo, provável, de curto prazo, localizado, direto, reversível, intensificado pelo empreendimento, temporário. A magnitude do impacto é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

É possível comparar esse impacto com o “Geração de efluentes” do Manual. Foi quantificada a vasão, especializado (Rio Jurubatuba). Também não houve descrição dos tratamentos previstos. Foi indicado o ponto de lançamento (Canal Jurubatuba). Não houve apresentação de propostas de tratamento em diagramas de blocos, ou justificativas técnicas dos sistemas propostos. Também não foi apresentada as características quantitativas ou qualitativas dos despejos após o tratamento, tampouco o impacto dos parâmetros relevantes como temperatura da água na vasão Q710 (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Programas de monitoramento das águas e de gerenciamento de efluentes. A medida tem alto grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento do ruído e vibração. Atividade: funcionamento do empreendimento. Pode causar emissão de ruídos e vibrações. O estudo de propagação e vibração Anexo XIII mostrou 5 pontos onde os níveis estão acima dos padrões definidos. O impacto é negativo, certo, de

curto prazo, localizado, direto, reversível, intensificado pelo empreendimento e temporário (ARCADIS; MINERAL, 2019).

O impacto está melhor detalhado no “Estudo de Propagação Sonora”, que não se encontra no Anexo XIII. Neste estudo houve a previsão dos ruídos nos pontos críticos além da área do empreendimento (SÃO PAULO, 2014).

Medidas mitigadoras: Programa de monitoramento de ruídos e canal de recebimento de reclamações. As medidas têm baixo grau resolutivo (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Aumento da oferta de energia elétrica. Atividade: operação do empreendimento. O aspecto ambiental é a própria geração de energia. O impacto é positivo, certo, de curto prazo, disperso, direto, reversível, intensificado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa é grande. O impacto é de relevância alta (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos.

Geração de incômodos à população: Atividade: Operação das turbinas. Pode gerar MP, poluentes gasosos, resíduos sólidos, ruídos, vibrações e tráfego. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, reversível, causado pelo empreendimento e temporário. A magnitude qualitativa do impacto é pequena (ARCADIS; MINERAL, 2019).

As medidas mitigadoras: Programas de monitoramento e canal de comunicação entre população e empreendimento. A medida tem baixo grau de resolução (ARCADIS; MINERAL, 2019). Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de Termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos.

Degradação da paisagem: Atividade: Implantação do empreendimento e supressão da vegetação). Altera a paisagem. Os dois blocos somam 153.000m² de construção e chaminés com 60 m de altura. Ocorrerá a substituição de área verde por área construída. O impacto é negativo, certo, de curto prazo, localizado, direto, irreversível, intensificado pelo empreendimento e permanente. A magnitude qualitativa é média. Não há medidas para resolução do impacto (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Este impacto não é listado ou descrito para quaisquer das fases nos impactos por tipologia de termoelétricas, embora o faça para outros tipos de empreendimentos. Não há medidas mitigadoras.

Programas Ambientais

Programa de gestão ambiental.

Visa assegurar o cumprimento da legislação, especificações técnicas e garantir a implantação e observância dos programas ambientais e suas respectivas ações (ARCADIS, MINERAL, 2019). Terá como base os fundamentos do PDCA – *Plan-Do-Check-Act*, ou seja,

a busca pela melhoria contínua (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa foi implementado nas três fases do empreendimento. Os Eixos de ação do programa são:

Ação 1 – Licenciamentos e condicionantes: O objetivo é manter ou renovar as licenças e autorizações ambientais, bem como controlar as condicionantes, ou seja, os requisitos necessários para concessão (ARCADIS, MINERAL, 2019);

Ação 2 – Acompanhamento dos Planos e Programas Ambientais: Tem como objetivo integração e avaliação dos programas ambientais (ARCADIS, MINERAL, 2019);

Ação 3 – Relatórios periódicos: tem como objetivo a entrega de relatório das não conformidades com informações que colaborem com a tomada da melhor decisão (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Programa de controle ambiental das obras

Prevenção e Controle de Processos Erosivos e de Assoreamento de Cursos Hídricos: Direcionamento das águas superficiais e drenagem; Revegetação de áreas, recuperação dos terrenos instáveis, cadastrar áreas a serem monitoradas vistorias periódicas, execução das obras de maior impacto nos períodos de estiagem. (ARCADIS; MINERAL, 2019).

Controle da Supressão vegetal: Delimitação da área a ser suprimida em APP, evitar cercamento de animais para permitir sua fuga, afugentar animais antes da supressão, identificar e realocar ninhos de aves, remover e armazenar a camada de massa orgânica do solo para reaproveitar em recuperação de áreas, tratamento e destinação adequada do material derrubado, sinalização e controle de velocidade no momento da supressão. (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Gestão de resíduos sólidos: Redução no consumo de materiais e insumos, tratamento e destinação correta de resíduos (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Controle de efluentes e o risco de vazamento de contaminantes: construção de caixas separadoras para óleo, impermeabilização e construção de baias de contenção nas áreas de lavagem de máquinas, oficinas e em locais de armazenamento de produtos perigosos. Na impossibilidade de construção das baias, impermeabilizar com lonas plásticas, manter à disposição kits emergenciais para vazamentos. Instalação de banheiros químicos e tratamento dos respectivos efluentes (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Controle de material particulado e ruído: Controlar a velocidade do tráfego de máquinas e veículos, umidificar as vias de acesso não pavimentadas, tamponamento de cargas, manutenção preventiva de máquinas e equipamentos, utilização da escala de Ringelmann (avaliação do teor de fuligem) (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa será implementado na fase de implementação da obra (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Programa de gerenciamento de áreas contaminadas

As áreas contaminadas serão identificadas em 6 etapas: identificação de área com potencial de contaminação; em seguida, priorizar áreas com potencial de contaminação; proceder com avaliação preliminar; proceder com avaliação confirmatória; proceder com investigação detalhada; proceder com avaliação de risco (ARCADIS, MINERAL, 2019).

São três as etapas do processo de reabilitação da área: elaboração do Plano de Intervenção, execução do Plano e monitoramento para encerramento (ARCADIS, MINERAL, 2019). Se ocorrer situação de perigo ou risco iminente, devem ser postas em ação medidas emergenciais. Este programa será implementado nas fases de implantação e operação (ARCADIS, MINERAL, 2019)

Programa de controle de erosão, assoreamento e estabilidade de encostas/taludes

Possíveis medidas mitigadoras apresentadas no documento (ARCADIS, MINERAL, 2019):

Ações corretivas: Visam realizar reparos ou correções estruturais.

Ações de manutenção: Visam a conservação da integridade das estruturas do sistema de drenagem e dos dispositivos de contenção de sedimentos.

Deverão ser elaborados relatórios de não conformidade que forneçam informações capazes de subsidiar a tomada de decisão. Este programa será implementado na fase de implantação do empreendimento.

Programa de recuperação de áreas degradadas

Possíveis medidas apresentadas no documento, retiradas da Metodologia e descrição das Ações: Identificação e cadastramento de áreas a serem beneficiadas e das estruturas auxiliares, como sistema de drenagem, por exemplo; Armazenar e manejar a camada superficial do solo; estabilizar áreas de alvo, inclusive por meio de revegetação; Criar rotina de ações de manutenção e corretivas; Deverão ser criados relatórios de desempenho que auxiliem a tomada de decisão (ARCADIS, MINERAL, 2019).

Programa de comunicação social

Possíveis medidas apresentadas no documento, retiradas da Metodologia e descrição das Ações: Sistematização das informações sobre o empreendimento e das ações de comunicação; Planejamento e elaboração das mídias e material informativo; elaboração de relatórios de não conformidade que subsidiem a tomada de decisão (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa será implementado nas três fases do empreendimento.

Programa de educação ambiental

Os temas abordados no programa serão: Legislação Ambiental, processo de licenciamento, cuidados com o meio ambiente, destinação de resíduos, proteção à fauna e flora, direitos e deveres da população em relação ao meio ambiente, entre outros (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa foi implementado nas três fases do empreendimento.

Programa de gerenciamento de recursos hídricos

Possíveis medidas apresentadas no documento, retiradas da Metodologia e descrição das Ações: Definir os pontos de amostragem e seleção dos parâmetros a serem adotados, execução do monitoramento, emissão de relatórios de monitoramento com informações que afirmam o desempenho ambiental do empreendimento (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa será implementado na fase de operação do empreendimento.

Programa de Gestão de resíduos sólidos

Possíveis medidas mitigadoras, retiradas da Metodologia e Descrição das Ações: Classificação e segregação dos resíduos, armazenamento adequado, coleta e transporte, obtenção de certificado de destinação, destinação final adequada, “monitoramento e implementação de medidas mitigadoras” (ARCADIS, MINERAL, 2019. p. 780) e treinamento dos funcionários. Este programa será implementado na fase de operação. Não ficou claro se há ou não geração de resíduos na fase de implantação do empreendimento.

Programa de gestão ambiental da operação

Visa apresentar diretrizes a serem seguidas pelo empreendedor com o fim de garantir a qualidade ambiental, bem como minimizar os impactos sobre a sociedade (ARCADIS, MINERAL, 2019).

O empreendedor deverá, entre outras ações, monitorar o processo industrial e de geração de energia, monitoramento das emissões atmosféricas, do balanço hídrico, do gasoduto, do tratamento de efluentes, controle de resíduos sólidos e de monitoramento de ruídos (ARCADIS, MINERAL, 2019). Deve ainda seguir todos os programas ambientais propostos. Este programa foi implementado na fase de operação.

Programa de Plantio Compensatório

A compensação se deu da seguinte forma: Para indivíduos isolados e exóticos, a supressão foi de 711 indivíduos e a proporção da compensação foi de 10:1, totalizando 7.110 mudas e 7,11 ha de área plantada; Para indivíduos isolados e nativos, a supressão foi de 493 indivíduos e a proporção da compensação foi de 10:1, totalizando 4.930 mudas e 4,93 ha de área plantada; Para indivíduos isolados de espécies ameaçada, a supressão foi de 6 indivíduos e a proporção de compensação foi de 30:1, totalizando 180 mudas e 0,18 ha de área plantada (ARCADIS, MINERAL, 2019). Este programa foi implementado nas fases de implantação e operação do empreendimento.

Programa de compensação ambiental

O artigo 36 da Lei 9985/2000 - SNUC preconiza que se o empreendimento for considerado de alto impacto pelo órgão ambiental, fundamentado no EIA/RIMA, “é obrigado o empreendedor apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação de Grupo

de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta mesma Lei” (BRASIL, 2000).

O empreendedor deve destinar não menos que meio por cento dos custos destinados à implantação do empreendimento, valor fixado pelo órgão ambiental, baseado no grau do impacto que o empreendimento pode causar (BRASIL, 2000). As unidades a serem beneficiadas são definidas pelo órgão ambiental, ouvindo o empreendedor e analisando as propostas do EIA/RIMA, sendo possível, inclusive, a criação de novas unidades (BRASIL, 2000). As unidades ou zonas de amortecimento afetadas pelo empreendimento, ainda que não estejam no grupo de proteção integral, deve ser uma das beneficiadas do programa. Se for do interesse público, este programa pode atender às unidades de uso sustentável, sobretudo as da Amazonia Legal (BRASIL, 2000).

Portanto, o Programa Ambiental apresentado cumpre parcialmente os requisitos contido no Manual CETESB (2014), visto que em sua maioria, os programas ou planos não apresentaram o item “Medidas Mitigadoras”. Também não houve medidas mitigadoras propriamente ditas em muitos dos programas. Também não houve avaliação das medidas propostas (SÃO PAULO, 2014). As medidas mitigadoras foram descritas e avaliadas junto aos impactos, e o programa ambiental ou as repetiu, ou não as descreveu.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que os impactos foram descritos em parcial conformidade com o Manual CETESB, haja vista que foram demonstrados os impactos nas fases de planejamento, implantação e operação, foi apresentado o modelo metodológico utilizado, os impactos foram descritos e avaliados de acordo com os critérios preestabelecidos. No entanto, houve quantificação apenas para vibração e ruído e estimativa para utilização de produtos perigosos, lançamento de efluentes, área a ser suprimida. Nos demais impactos a magnitude apresentada foi apenas qualitativa. Além disso, embora tenha sido explorado o impacto sobre as águas superficiais, não foi descrito impacto sobre a ictiofauna na fase de implantação ou de operação e quanto ao impacto sobre a biota aquática, não houve mais que apenas citação. Também não foi quantificada as espécies de animais que sofreriam impacto.

Quanto à deterioração da qualidade do ar, vale uma reflexão. Não pode ser de curto prazo o impacto, haja vista que os gases e MPs emitidos perdurarão na atmosfera além da data de término do empreendimento. Tal conclusão vale também para a duração (temporário). Também não pode ser reversível, já que as condições do ar, após cessada a emissão, não voltará ao mesmo estado de quando não havia o empreendimento.

Nota-se ainda o que parece ser uma tentativa de minimizar os bens afetados. Quando se falou das espécies da fauna (gambás e periquitos, por exemplo) foi dito que estão

acostumadas com a interação humana e são generalistas, sendo facilmente adaptadas em outras áreas. Quanto à APP, foi dito que já se encontrava em estado bastante alterado.

Em relação ao seu conteúdo, o que dificulta o entendimento não é a linguagem técnica, mas a disposição das informações. Os anexos mencionados, por exemplo, não existem. Os Estudos estão anexados, mas não numa ordem. A pessoa a quem se destina o EIA pode permanecer por muito tempo procurando o Anexo XII ou XII, ao longo de 1841 folhas, e por fim não o encontrará-lo. Parece que não há revisão para adequação do documento.

■ REFERÊNCIAS

1. ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2014.
2. BENJAMIN, A. H. V. Os princípios do estudo de impacto ambiental como limites da discricionariedade administrativa. **Revista Forense**, São Paulo, v. 317, p.25-45, 1992.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 17 de fevereiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em 20 dez 2019
4. CRESWELL. J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2007
5. FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito ambiental brasileiro**. 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2013
MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**, 21 ed. São Paulo: Malheiros, 2016.
6. MAZZILLI, H. N. **A defesa dos interesses difusos em juízo: meio ambiente, consumidor, patrimônio cultural, patrimônio público e outros interesses**. 20 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
7. MILARÉ, É. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.
8. MILARÉ, É. **Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil**. Previsão de Impactos. p. 51-85. Edusp. São Paulo, 2006.
9. MINERAL, ARCADIS. **Estudo de Impacto Ambiental**. Estudo de Impacto Ambiental (EIA): Substituição Tecnológica das Unidades 1 e 2 da Usina termelétrica Piratiniga. 2019. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/eiarima/eia/EIA_110_2019.pdf. Acesso em abr. 2020.
10. PILATI, L. C. DANTAS, M. B. **Direito ambiental simplificado**. São Paulo: Saraiva, 2010.
11. SANTOS JUNIOR, J. A. **Meio ambiente como direito fundamental**. 128 f. Dissertação - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://dominiopublico.mec.gov.br/download/teste/arqs/cp024871.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2019.
12. SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental**. São Paulo. 2014. 251.p. (Série Manuais)
13. SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental**, 12 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

14. WOLKMER, A. C. Introdução aos Fundamentos de uma teoria geral dos “novos” direitos. **Revista Jurídica**. v. 2, n. 31, 2013, p. 121-148. Disponível em <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/593/594>. Acesso em: 23 fev. 2020.

“

Avaliação da eficiência da estação de tratamento de esgotamento sanitário da Cidade de Araras - SP

▮ João Henrique do Nascimento e **Silva**
UNAR

▮ Hélder Henrique Jacovetti **Gasperoto**

RESUMO

A busca da auto-sustentabilidade bem como do desenvolvimento sustentável embasado em um equilíbrio ambiental leva cada vez mais os municípios a tornarem as Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) um fator de fundamental importância para a sociedade e o ambiente. A pesquisa foi proposta como tema de estudo avaliar a eficiência da estação de tratamento de esgotamento sanitário doméstico do município de Araras-SP. A preocupação com o intensificou-se após o conhecimento de muitas doenças estarem atreladas com o a eficiência do sistema de fornecimento de água potável e principalmente com o tratamento adequado do esgotamento doméstico e afim. O objetivo deste trabalho consistiu na avaliação do sistema de tratamento de esgotamento sanitário do município de Araras, que opera com o tipo anaeróbio, por meio de reatores circulares RALF e lagoa de polimento. Para avaliar o sistema foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros: pH; sólidos sedimentáveis; alcalinidade e DQO. Conclui-se que alguns resultados encontrados não estiveram em conformidade à legislação e que há defasagem de seu sistema, pois houve erro de projeto que ocasionou a obsolescência nas lagoas para operação. Entretanto, há um projeto em execução pela gestão municipal em que inclui a adequação e reformulação da Estação de Tratamento de Esgotamento Sanitário Doméstico de Araras.

Palavras-chave: Esgotamento Sanitário, Saneamento Básico, Auto-Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

Quando o homem passa de nômade para sedentário, inicia as cidades e algumas se organizam em sociedade fixando-se próximo aos corpos d'água, pois à subsistência estava diretamente relacionada com a quantia de água para suprir suas necessidades básicas. Mas logo os aumentos de resíduos e de doenças puniram o desenvolvimento humano por décadas (PONTING, 1995; VAN KAICK, 2007).

A falta de saneamento básico tem acarretado vários problemas à população, pois a proliferação de doenças de veiculação hídrica é gerada através dos esgotos que correm a céu aberto e também pela poluição dos mananciais. Além disso, a poluição do solo e do ar, a escassez dos recursos naturais, também são decorrentes do crescimento desordenado dos municípios, do aumento do consumismo pela população e pela busca do desenvolvimento sem garantir a sobrevivência destes recursos para as gerações futuras (SEVALHO, 1993).

O Brasil teve um aumento de preocupação com a qualidade de vida de sua população, por isso leis e diretrizes estão sendo vigoradas, como a Lei Federal 11.445/07 que dita diretrizes e políticas para o saneamento básico, tornando assim a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE um elo de fundamental importância ambiental para a sociedade. O esgoto tratado ajuda a diminuir, principalmente à jusante do rio, a quantidade de poluentes despejados. A ETE serve para controlar da poluição dos corpos hídricos e também para aumentar a qualidade de vida das populações locais.

O Conselho Nacional e Meio Ambiente define que o Estudo de Impacto Ambiental deve determinar os limites geográficos de modo direto ou não que são afetados pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando em todos os casos a bacia hidrográfica e que a área de influência está diretamente associada à análise dos impactos ambientais e a sua magnitude (CONAMA, 1988).

O Brasil sempre tem procurado seu desenvolvimento sem priorizar a qualidade do meio ambiente, ocasionando diversos impactos. O país demorou em sancionar uma lei particular para o saneamento, delongando a implantação dos sistemas de tratamento de esgotos domésticos nos municípios brasileiros. Atualmente, com a lei de saneamento sancionada e vigente, os sistemas necessitam atender os padrões legais, assegurando um tratamento eficiente para a sociedade e o meio ambiente. Segundo os autores Jordão e Pessoa (1995), deve haver algum mecanismo de deposição de esgotos locais, a fim de minimizar a contaminação do meio ambiente e evitar a proliferação de vetores de insetos.

A justificativa do trabalho faz jus, devido ao longo do tempo, por meio das descobertas científicas, as percepções das causas das doenças, o modo e a forma de disseminação começa ser compreendidas e que estão vinculadas ao saneamento básico, principalmente, ao não tratamento do esgotamento sanitário (FOUCAULT, 1979). E de acordo com a história

e em conjectura com a justificativa confirma-se que os riscos à saúde são mais evidentes quando maior for a densidade populacional, e menor a fração das inovações tecnológicas empregadas para oferecer saneamento básico, como formas de moderar a salubridade (VAN KAICK, 2007).

OBJETIVO

Avaliar a eficiência da estação de tratamento de esgotamento sanitário doméstico do município de Araras-SP, a qual opera em sistema de tratamento de esgotamento sanitário anaeróbio.

MÉTODOS

O DAE de Araras/SP opera com o sistema de tratamento de esgotamento sanitário anaeróbio, isto é, reator anaeróbio de leito fluidizado – RALF – de semelhante operação do reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo – UASB. O processo é realizado pela decomposição da matéria orgânica por meio de bactérias anaeróbicas.

O sistema de coleta de esgotamento sanitário doméstico de Araras, achasse ao redor de 100% e todos veiculados através de coletores secundários, coletores troncos, que ambos chegam a 600 Km de extensão, em 70% em grés cerâmico e 30% em PVC, com diâmetros de 150 mm a 250 mm. O sistema inclui três estações elevatórias, gradeamento grosseiro, desarenadores, reatores anaeróbio, lagoas de polimento e leitos de secagem. O efluente ao chegar à estação de tratamento, transita pelo gradeamento grosseiro, para a remoção de sólidos maiores e adentra ao poço de bombas situado na casa das bombas.

Neste momento, há o bombeamento para os desarenadores onde encontra o segundo gradeamento mais apurado, para remoção de partículas menores e em seguida pelo ciclizador para a sedimentação dos sólidos sedimentáveis, seguido para a caixa de areia. Posteriormente, para os reatores por meio de gravidade, em sentido ascendente e com tempo de retenção de no mínimo nove horas. Após, o processo da digestão anaeróbia realizada no interior dos reatores, promove o aparecimento de lodo que necessita de a cada dois ou três meses para ser descartado nos leitos de secagem e, depois encaminhado ao aterro sanitário. Depois da digestão anaeróbia da matéria orgânica, o efluente é conduzido para as lagoas de polimento para o processo de desinfecção e oxigenação e posteriormente, ser lançado no corpo receptor.

Por fim, a pesquisa foi de especificidade experimental, através da utilização dos dados realizados e disponibilizados da Estação de tratamento de esgotamento sanitário doméstico do município de Araras. Os dados encontrados foram das análises dos parâmetros de: pH;

sólidos sedimentáveis; alcalinidade e a Demanda Química de Oxigênio - DQO. Em todas as análises foram efetuadas com o afluente e efluente. Os métodos de análises físico-químicas foram realizadas de acordo, com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastwater 22^a edição e Silva (1977). O período das análises e os dados foram de 01 de Janeiro de 2013 a 31 de Junho de 2013, com sete coletas diárias.

RESULTADOS

Existem várias leis para que o esgotamento sanitário seja lançado no corpo receptor. Todavia, na estação de tratamento de esgotamento sanitário doméstico do município de Araras, os parâmetros físico-químicos são analisados para confirmar se o esgotamento sanitário doméstico que está adentrando no processo da estação está de acordo com os parâmetros em que pode ser aceito no sistema, e se a saída também está de acordo com as normas de lançamento em corpo receptor classe especial (BRASIL, 2005). O primeiro parâmetro analisado foi o pH, seguidos da alcalinidade, sólidos sedimentáveis do afluente e do efluente, demanda química de oxigênio (D.Q.O.).

Gráfico 1. Médias das medidas do pH

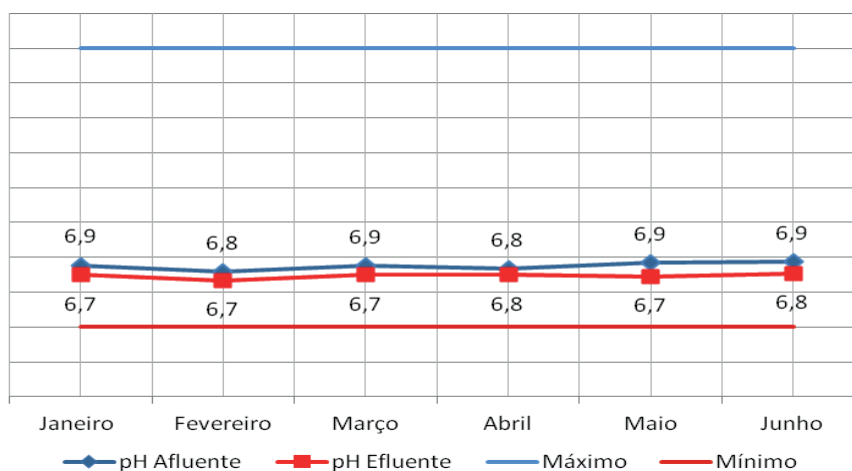


Gráfico 2. Médias das medidas de alcalinidade

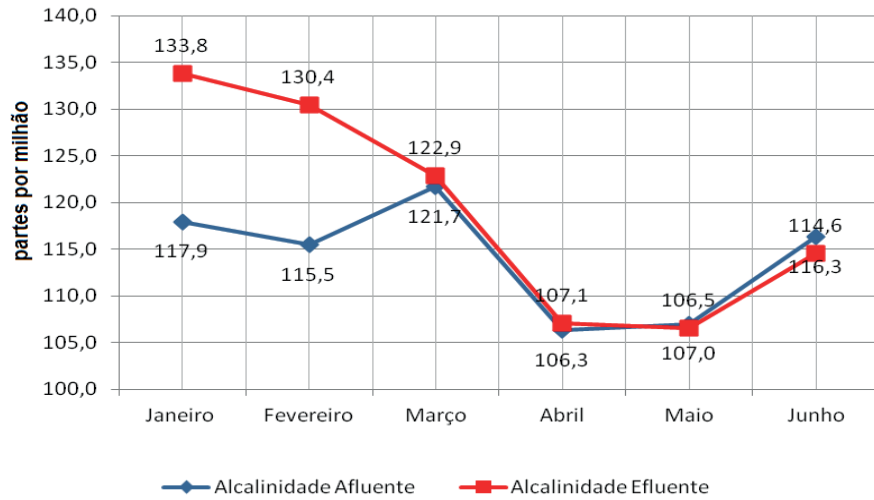


Gráfico 3. Médias das medidas dos sólidos sedimentáveis do afluente

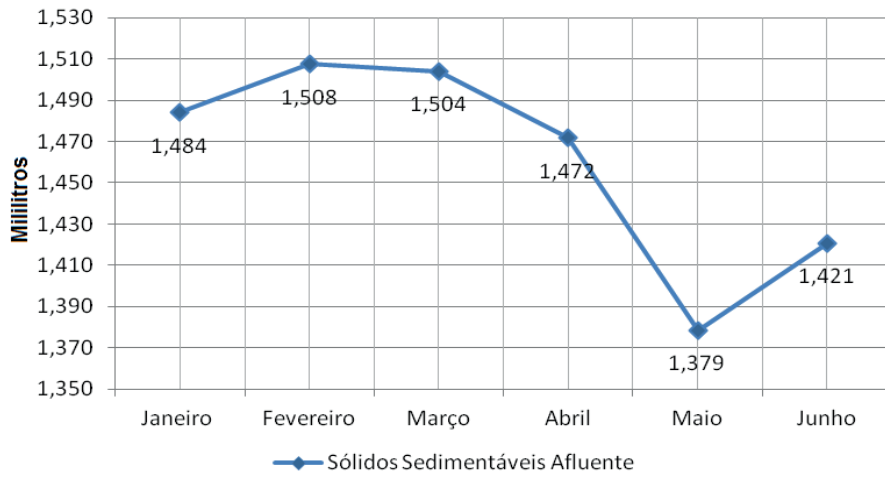


Gráfico 4. Médias das medidas dos sólidos sedimentáveis do efluente

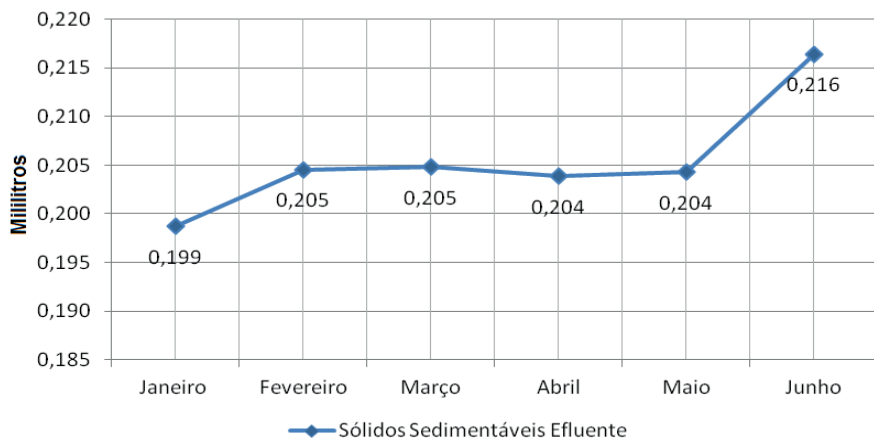
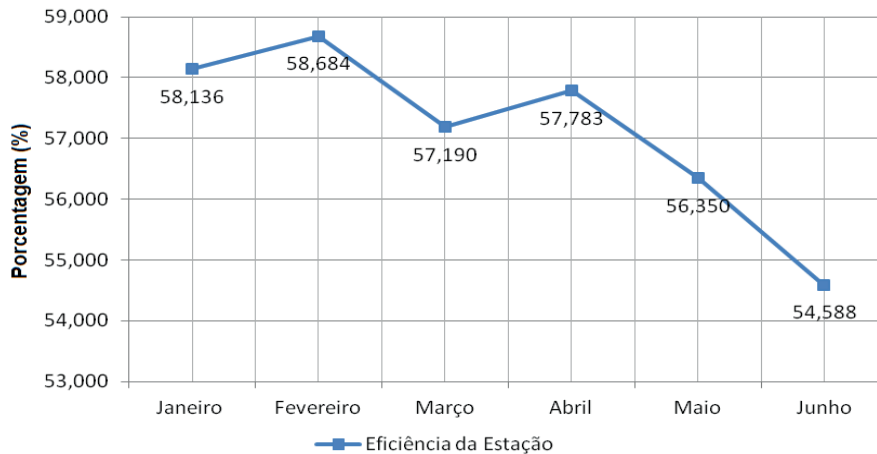


Gráfico 5. Médias das medidas demanda química de oxigênio (D.Q.O.)



DISCUSSÃO

Ao analisar o gráfico 1, observa-se que os valores oscilaram apenas entre 6,8 e 6,9 para o pH do afluente, e 6,7 e 6,8 para o pH do efluente. Assim, pode concluir que o pH está dentro da legislação vigente. De acordo, com Fiuza (2008), o pH do esgotamento sanitário doméstico do afluente entre 6,7 e 7,00 é melhor para a sobrevivência das bactérias e equilíbrio bacteriano no reator anaeróbio, então pode-se dizer que há funcionalidade efetiva no processo bacteriológico no sistema e esse parâmetro é satisfatório. E segundo os autores Santos e Silva (2007), o pH, além de influenciar decisivamente no funcionamento do processo, representa importante indicador do desequilíbrio. A faixa ótima de pH para o processo anaeróbio situa-se entre 6,6 e 7,6; idealmente entre 7,0 e 7,2, enquadrando-se, assim, na média da faixa de pH encontrada no afluente e efluente da ETE em estudo, que foi de 6,8, abaixo do ideal, mas dentro do previsto pelos autores acima citados.

No gráfico 2, encontram-se as médias da alcalinidade dos meses no período da pesquisa. Apesar da alcalinidade ser monitorada, este parâmetro é proeminente somente para controle operacional, e não legalmente por lei vigente. A alcalinidade de afluente e efluente do esgotamento sanitário demonstra a eficiência das bactérias do reator anaeróbio em fazer a digestão da matéria orgânica. Por isso, a alcalinidade do afluente, o quanto menor for à comparação da alcalinidade do efluente, na estação, apresenta maior eficiência das bactérias do reator em fazer a digestão da matéria orgânica.

Segundo os autores Santos e Silva (2007), há uma relação entre pH e alcalinidade. Assim, quando o pH do reator abaixa bruscamente, pode-se dizer que os ácidos formados não estão sendo neutralizados pela deficiência de alcalinidade no meio, ou não transformados no gás metano, indicando determinado tipo de problema, que é mais conhecido como azedamento do reator, podendo levar o processo ao colapso. Mas tal circunstância não foi encontrada nesse estudo.

Ao analisar os resultados observou-se que os meses de Janeiro e Fevereiro apresentaram uma diferença de 15 p.p.m. entre afluente e efluente, o que proporcionou melhor eficiência na digestão na matéria orgânica e maior eficiência do sistema em geral. Entretanto, nos demais meses os resultados mostraram que a diferença não ultrapassaram os 5 p.p.m. e há também resultados em que a alcalinidade do efluente era menor que a do afluente, demonstrando possível desequilíbrio e deficiência digestora no sistema.

No gráfico 3, encontra-se o parâmetro dos sólidos sedimentáveis para o afluente. Este parâmetro possui exigência pela legislação vigente, de até 20 mL/L de sólidos sedimentáveis em teste de uma hora no cone Imhoff, para o esgotamento sanitário ser acolhido na estação de tratamento. Assim, para ocorrer o bom desempenho das bactérias no reator anaeróbio, o ideal seria a admissão do esgotamento sanitário com até 5 mL/L, para não exigir tanto do sistema, isto é, das bactérias digestoras (BRASIL, 1976; FIUZA, 2008).

Os resultados variaram entre 1,379 mL/L e 1,508 mL/L de sólidos sedimentáveis. Pode-se dizer, que os valores estão em conformidade dos padrões da legislação que determina o limite máximo dos sólidos sedimentáveis e para ocorrer o bom andamento das diversas etapas do sistema.

Ao observar os sólidos sedimentáveis no efluente, sabe-se que deverá ser lançado no corpo receptor com apenas 1 mL/L, conforme legislação. Os resultados demonstram que os sólidos sedimentáveis se encontram dentro dos parâmetros da legislação vigente (BRASIL, 1976).

Quando o parâmetro dos sólidos sedimentáveis no efluente, encontrar-se acima do permitido, além de estar fora da legalidade ambiental, há também a informação de alerta aos operadores do sistema que o reator anaeróbio esta operando com sobrecarga para a remoção de lodos para os leitos de secagem (ANDREOLI et al., 2000).

A D.Q.O., não se encontra determinada na resolução nº 357 de 2005 do CONAMA e também não há nenhuma referência legal no Estado de São Paulo. Entretanto, há a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM do estado de Minas Gerais que determina a D.Q.O. para esgotamento sanitário doméstico e industrial. A média dos meses do período da pesquisa, estão mencionadas no gráfico 5.

Pode-se dizer que a estação de tratamento de esgotamento sanitário doméstico do Município de Araras, de acordo com os resultados, apresenta uma eficiência insatisfatória, de acordo com a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM (2005), órgão do estado de Minas Gerais. A eficiência é satisfatória quando o resultado é de no mínimo 70% da remoção de matéria-orgânica. Assim sendo, com base da legalidade, esse valor não foi encontrado em nenhum mês durante a pesquisa.

A eficiência confirma com os valores encontrados na alcalinidade, isto é, em que nos primeiros dois meses (Janeiro e Fevereiro) a alcalinidade do afluente foi maiores que a do efluente, procedendo em maiores eficiência da D.Q.O., então, melhor eficiência da estação de tratamento de esgotamento sanitário em tratar o afluente.

Nos demais meses as alcalinidades do efluente foram praticamente iguais ou menores que do afluente, demonstrando instabilidade do sistema e acarretando menor eficiência da DQO e da estação de tratamento do esgotamento sanitário.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da realização desta pesquisa de avaliação, pode-se observar na Estação de Tratamento de Esgoto doméstico do município de Araras/SP tem muito que ser aprimorado e reformado, haja vista que não tem seu sistema completo, pois existe ausência de análises que avalizem uma adequada execução operacional.

A estação possui quatro lagoas de polimento, onde deveria ocorrer a desinfecção e oxidação do efluente tratado nos reatores anaeróbios, para possível filtragem, resultando em uma água potável como ocorre em alguns países. Entretanto, as lagoas estão fora de funcionamento devido ao não dimensionamento apropriado para tais procedimentos.

Após análises mais elaboradas da Estação de Tratamento de Esgotamento Sanitário Doméstico de Araras, conclui-se que, atualmente, não se podem comparar os resultados nelas atingidos com os padrões propostos pela legislação vigente, uma vez que, não está operando na sua totalidade, apenas com metade de seu processo de tratamento em funcionamento. Por fim, tem-se um projeto já em execução pela gestão municipal executiva, protocolado juntamente em Brasília e na CETESB para as reformulações e adequações.

■ REFERÊNCIAS

1. ANDREOLI, C. V.. CHERUBINI, C.. FERREIRA, A.C.. TELES, C.. Avaliação de parâmetros para secagem e desinfecção do lodo de esgoto em condições artificiais (estufa). In: SILUBESA - Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia, IX, 2000.
2. BRASIL. Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, nº5, Brasília, DF, 08 de jan. de 2007. Seção 1, p. 3.
3. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. 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 providencias. Diário Oficial da União, nº 053, Brasília, DF, 18 de mar. 2005, p. 58-63.

4. SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1998. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. Diário Oficial do Estado de São Paulo, nº102, São Paulo, SP, 01 de jun. 1976. p. 1.
5. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 005, de 15 de junho de 1988. Dispõe sobre o licenciamento de obras de sistemas de abastecimento de água, de esgotos sanitários, drenagem e sistemas de limpeza urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de nov. 1988, p. 22123.
6. FIUZA, A. C. Análise da eficiência da estação de tratamento de esgoto doméstico do município de Araras-SP. 2008. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdades Integradas de Limeira. Limeira-SP.
7. FOUCAULT, M. Microfísica do Poder. 8ª ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979. 295p..
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável Brasil 2004. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
9. JORDÃO, E. P. e PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720p.
10. PONTING, C. Uma história verde do mundo. Trad.: Ana Zelma Campos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995. 265p.
11. SEVALHO, G. Representações sociais de saúde e doença. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 349-363, jul/set., 1993.
12. SILVA, M. O. S. A. Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos. São Paulo: CETESB, 22p, 1977. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo.
13. STANDARD. Methods of the examination of waste and wastewater. A.P.H.A. 22th ed. New York - USA. 2012.
14. VAN KAICK, T. S. Análise crítica dos indicadores ambientais oficiais relacionados ao saneamento básico, tendo como estudos de caso quatro comunidades rurais do litoral norte do estado do Paraná – Brasil. 2007. 176p.. Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento - Universidade Federal do Paraná.

“

Avaliação rápida de impactos ambientais em rios: aplicação na microbacia do Ribeirão das Araras

▮ Adriel Barboza **Bentos**
UFSCar

▮ Maicon Douglas Bispo de **Souza**
UFSCar

▮ Anderson de Souza **Gallo**
UFSCar

▮ Rubismar **Stolf**
UFSCar

▮ Nathalia de França **Guimarães**
UFSCar

▮ Maria Teresa Mendes Ribeiro **Borges**
UFSCar

RESUMO

Agricultura, urbanização e industrialização são algumas das atividades antropogênicas que constantemente geram impactos aos ambientes naturais. Parte dessa degradação afeta diretamente os sistemas aquáticos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar as características visuais de habitats no Ribeirão das Araras, localizado em Araras/SP. Para o levantamento dos dados foram estabelecidos seis trechos de avaliação, compreendidos entre áreas rurais e urbanas. A avaliação utilizou o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, que constituído por 22 parâmetros, definiu níveis de preservação da condição ecológica. Assim, o transecto de estudo de 32 km de extensão foi classificado como impactado (39,6 pontos). Na avaliação separada por trechos, apenas o trecho 1 resultou em um nível de preservação tido como natural (71,8 pontos). Os trechos localizados no perímetro urbano foram os maiores contribuintes para impactação do ambiente aquático. Portanto, o protocolo se mostrou uma importante ferramenta para avaliação e monitoramento de ambientes aquáticos.

Palavras-chave: Ecossistemas Aquáticos, Vegetação Ripária, Atividades Antropogênicas.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos e a história da água sobre o planeta Terra são multifacetados. Existe uma forte relação entre o grau de poluição e a densidade populacional, e os três fatores que governam essa relação são classificados entre urbanização, industrialização e o desenvolvimento da agricultura em larga escala. O aumento populacional e a consequente urbanização reduzem, junto com o aumento das áreas agrícolas, a capacidade de retenção de água nas bacias hidrográficas e a capacidade natural de retenção de poluentes.

Em face à complexidade dos usos da água pelo homem, os ecossistemas que mais sofrem com a poluição ambiental são os aquáticos. Por conta da degradação, têm-se verificado a perda de qualidade e disponibilidade de água em diversas regiões e países (Tundisi, 2003).

Nesse contexto de sistemas aquáticos, uma bacia hidrográfica é uma porção geográfica delimitada por divisores de água, englobando toda a área de drenagem de um curso d'água. É uma unidade geográfica natural e seus limites são estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo. É, portanto, o resultado da interação da água com outros recursos naturais (Rocha, 1991).

A microbacia do Ribeirão das Araras está localizada na porção central do município de Araras-SP e é um bom exemplo das ações acometidas pelo homem. A qualidade da água do rio é afetada por diferentes processos de uso e ocupação do solo. Ao longo da bacia, ocorrem intensas ocupações urbanas e industriais que poluem o rio, além de atividades mineradoras, desmatamento e uso de agrotóxico em áreas agrícolas (Projeto Ecoagri, 2006).

Godoi (2008) discorre que a caracterização e o controle da qualidade da água são de grande importância. Nas regiões urbanizadas esse controle é uma condição indispensável para a evolução e desenvolvimento das populações, seja sob o aspecto socioeconômico ou para a obtenção e manutenção da qualidade de vida. Nas zonas rurais, a importância do monitoramento da qualidade da água diz respeito principalmente à conservação dos ecossistemas e da qualidade das atividades agropecuárias.

Em função disso, métodos para uma avaliação qualitativa rápida têm sido desenvolvidos para descrever a qualidade holística do habitat físico de ecossistemas aquáticos (Hannaford et al., 1997). Esses métodos integram um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes que condicionam os processos ecológicos dos sistemas fluviais (Callisto et al., 2002; Rodrigues & Castro, 2008).

Assim, inserem-se os Protocolos de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PARs), pois, são ferramentas metodológicas que permitem avaliar os níveis de preservação das condições ambientais em trechos de rios. Para tal, esses protocolos levam em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos ao ter como base a leitura de parâmetros de fácil entendimento e de rápida aplicação. Portanto, os PARs constituem uma importante

ferramenta nos programas de monitoramento ambiental (Callisto et al., 2001; Callisto et al., 2002; Rodrigues et al., 2008).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os processos de degradação ambiental em trechos de zona rural e urbana no gradiente longitudinal da microbacia do Ribeirão das Araras (Araras - SP), submetidos a análise visual quali-quantitativa do PARs. Dessa forma, espera-se determinar quais os trechos que mais influenciam negativamente o ambiente aquático, de modo que este estudo contribua para tomada das ações de mitigação da degradação ecológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O município de Araras está localizado no sudeste do estado de São Paulo - Brasil, ocupando uma área total de 644,8 km², com coordenadas geográficas em Latitude: 22° 21' 25" S e Longitude: 47° 23' 03" W (South American Datum 1969 – SAD69), a 152 km de distância da capital do Estado de São Paulo. A população local e que utiliza os recursos hídricos perfaz 118 mil habitantes, sendo 6% na zona rural e 94% no perímetro urbano (IBGE, 2010).

O relevo regional está representado por uma sucessão de baixas colinas de topos subaplainados, cujas vertentes atingem declives da ordem de 5% e, nos topos, 3%. Em direção ao Norte, a topografia torna-se mais ondulada, encontrando declives de até 20%. Nas planícies aluvianas o relevo é geralmente aplainado ou deprimido, com declives inferiores a 2%. Os solos predominantes são Latossolos Vermelhos, sendo esses solos antigos em avançado estágio de intemperização, em geral fortemente ácidos, com baixa saturação por bases (Resende et al., 2007; Santos, 2006).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. A estação seca nessa região ocorre nos meses de abril a setembro, sendo que o total das chuvas no mês mais seco não ultrapassam 30 mm. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro. (Magini & Chagas, 2003).

Composta também por outros ribeirões que escoam de oeste a leste-nordeste, a microbacia do Ribeirão das Araras está inserida no município de Araras (IBGE 1:50.000, Folha Araras-SF23YAll). Ainda, a microbacia chega a englobar uma área de aproximadamente 400 km², sendo o principal manancial da Barragem Tambury, que contribui com 15% da água de abastecimento do município e, de acordo com Magini & Chagas (2003), apresenta um padrão dendrítico semelhante a “galhos de árvores”.

Procedimentos de campo e análise dos dados

A facilidade ao acesso e a distribuição espacial foram critérios determinante para escolha dos trechos estudados. Assim, esses trechos foram estabelecidos ao longo do gradiente longitudinal do Ribeirão das Araras, no sentido de montante para jusante, compreendidos entre áreas rurais (trechos 1, 2 e 6) e áreas urbanas (trechos 3, 4 e 5), conforme a representação esquemática observada na Figura 1.

A extensão analisada compreendeu um gradiente longitudinal de aproximadamente 32 km, e conforme apresentado na Tabela 1, estão relacionadas algumas características básicas observadas em cada trecho amostrado.

Figura 1. Mosaico do município de Araras e dos seis trechos estabelecidos para avaliação na microbacia do Ribeirão das Araras. Araras, São Paulo, Brasil.

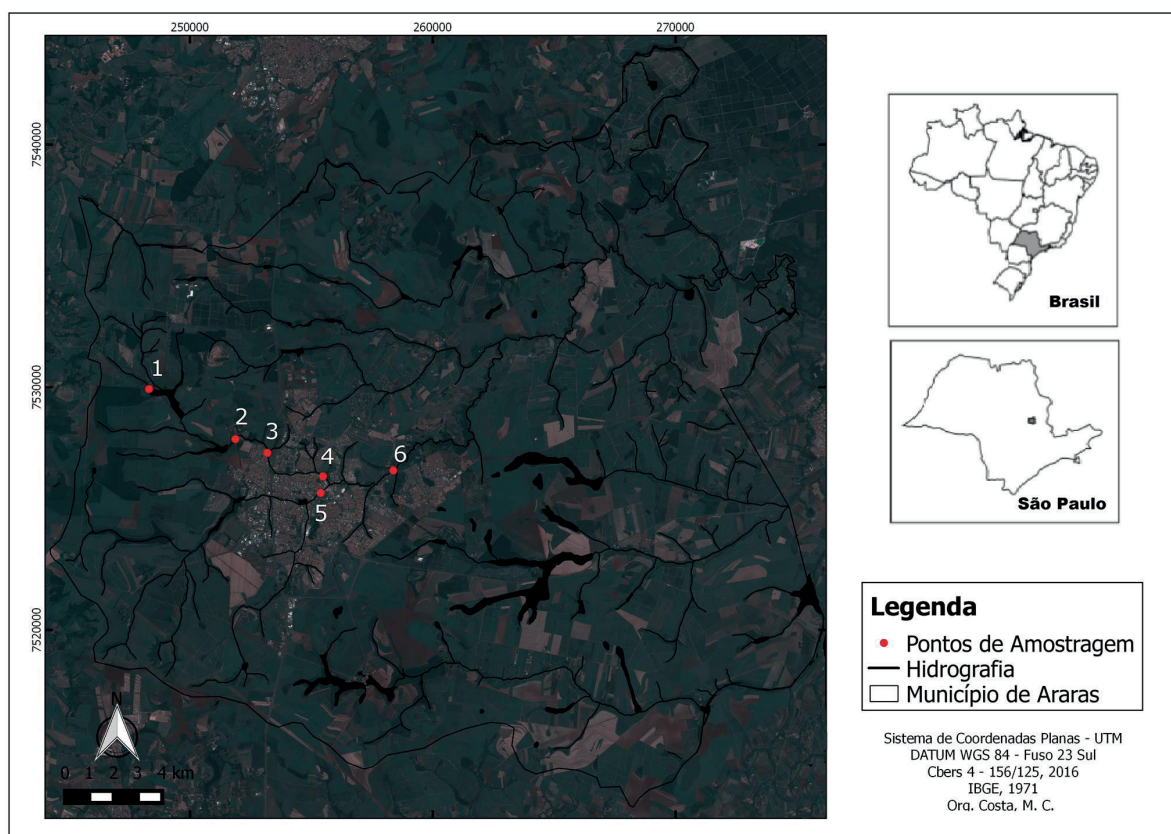


Tabela 1. Características primárias observadas nos trechos estudados (coordenadas, elevação, uso e ocupação do solo no entorno). Araras, São Paulo, Brasil.

Trechos amostrais	Coordenadas	Elevação	Características dos trechos	Uso e ocupação do solo no entorno
1	22°19'00.45"S 47°26'29.64"O	655 m	Trecho próximo à nascente.	Vegetação ripária preservada, porém cercada por áreas cultivadas com de cana-de-açúcar.
2	22°20'12.49"S 47° 24'32.10"O	631 m	Trecho na represa Santa Lúcia.	Estação Elevatória de Água Bruta - Tambury. Uma das margens com reserva legal de eucaliptos plantados.
3	22°20'31.56"S 47° 23'46.41"O	620 m	Trecho no início área urbanizada.	Mata ciliar reflorestada. Uma das margens com menos de 30 m de largura de vegetação.

Trechos amostrais	Coordenadas	Elevação	Características dos trechos	Uso e ocupação do solo no entorno
4	22°21'16.54"S 47° 22'12.89"O	607 m	Trecho antes da junção com o Ribeirão das Furnas.	Área canalizada
5	22°21'28.32"S 47° 22'58.61"O	606 m	Trecho no Ribeirão das Furnas.	Área canalizada.
6	22°20'57.85"S 47° 20'45.46"O	601 m	Trecho na ponte da estrada de ferro (zona rural).	Campos de pastagem. Vegetação ripária descomposta, intensa ocupação por <i>Leucaena leucocephala</i>

A análise visual foi feita utilizando o PARs. Esse protocolo foi desenvolvido por Callisto et al. (2002), e é composto de duas partes: a primeira, adaptada dos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987), procura avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas (Tabela 2); a segunda parte, adaptada de Hannaford et al. (1997), direciona os parâmetros para avaliar as condições de habitat e níveis de conservação das condições naturais (Tabela 3).

Tabela 2. Parâmetros do PARs desenvolvidos por Callisto et al. (2002), modificado da Agencia de Proteção Ambiental da cidade de Ohio, EUA (1987).

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água	Vegetação natural	Campo de Pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, canalização)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/ chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado

Tabela 3. Parâmetros do PARs desenvolvidos por Callisto et al. (2002), modificado de Hannaford et al. (1997).

Table 3. PARs parameters developed by Callisto et al. (2002), modified by Hannaford et al. (1997).

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalhos ou outros.	30 a 50% de habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados: disponibilidade de habitats insuficiente.	Menos de 10% de habitats diversificados: ausência de habitats óbvia.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos de sedimentos	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de vegetação ripária	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão da vegetação ripária	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

O método baseia-se na quantificação de 22 parâmetros e o valor final é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente. Os valores extremos da pontuação do PARs variam de 0 (avançado estado de degradação) a 100 pontos (condições prístinas ou sem degradação). As pontuações finais refletem o nível de

integridade ambiental ou o de preservação da situação global encontrada nos trechos de bacias sob investigação (Rodrigues & Castro, 2008).

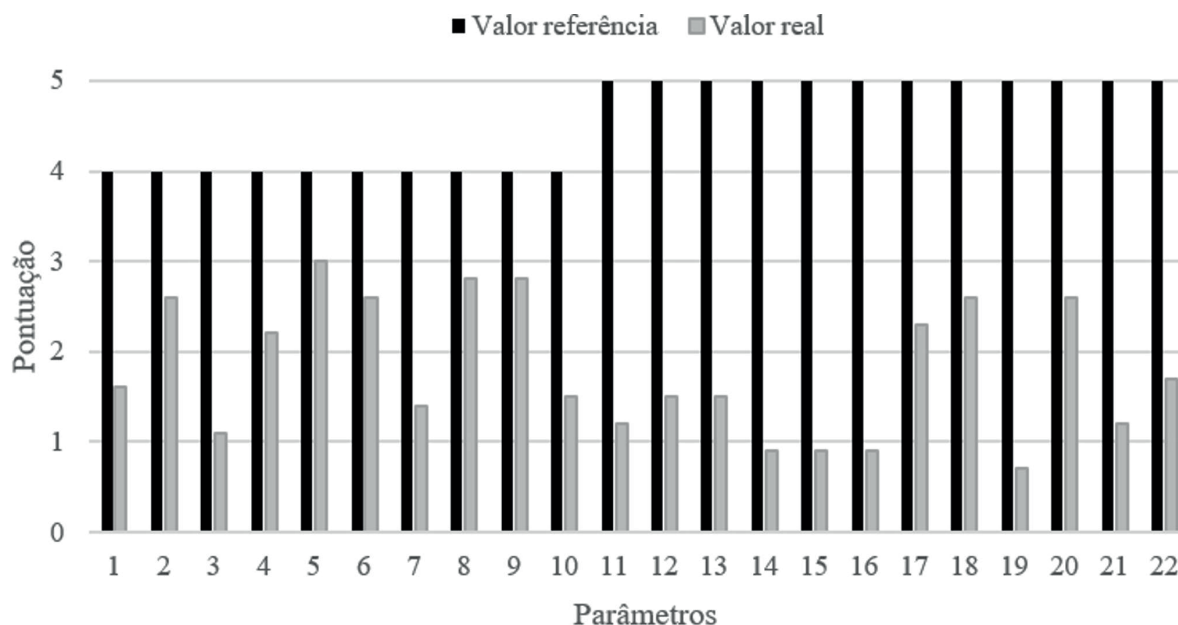
A avaliação foi realizada no mês de dezembro de 2014. Em cada trecho, o PARs foi aplicado por quatro avaliadores previamente treinados. Dos resultados foram realizadas análises estatísticas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para variação de pontuação entre avaliador. Para as notas do PARs foram calculadas as médias aritméticas e os parâmetros que apresentaram pontuações ≤ 2 da Tabela 1 e $\leq 2,5$ da Tabela 2 foram classificados como “pontos críticos” (Carvalho et al., 2014).

Assim, os resultados foram comparados a uma condição “referência”, que apresenta os melhores aspectos do habitat relacionados no protocolo. Após serem expressos graficamente, os resultados foram classificados conforme a metodologia de Callisto et al. (2002), que define três níveis de preservação: o intervalo de 0 a 40 pontos indica trechos impactados; acima de 40 até 60 pontos indica trechos alterados e superior a 60 pontos indica trechos naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do PARs na microbacia do Ribeirão das Araras resultou no valor médio final de 39,6 pontos, classificando o transecto longitudinal avaliado como “impactado” (Figura 2). Essa situação determinada pelo protocolo ressalta o estado crítico das condições ambientais naturais em que se encontra o ribeirão, diferentemente do que seria ideal (Figura 2). Plafkin et al. (1989) discorre que os resultados são baseados em valores obtidos de locais minimamente perturbados, tomados como “referência”, e que partem da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições ambientais mais favoráveis (Minatti-Ferreira & Beaumord, 2004).

Figura 2. Pontuação média geral no Ribeirão das Araras comparado com a pontuação de um ambiente lótico tido como referência.



Associado a presença de animais, galhos, troncos, rochas e outras formas estáveis de habitat ao longo do rio, o parâmetro “Tipos de substrato” (14) obteve média geral abaixo de um (1). Desta forma, foi classificado como ponto crítico, levando em consideração as observações relacionadas à escassez e/ou ausência de substratos com habitats monótonos ou com pouca diversificação.

Nesse caso, apenas pela circunstância citada anteriormente pode-se ter ideia das condições ambientais negativas encontradas no corpo hídrico, pois de acordo com Callisto et al. (2002), rios com habitats diversificados são fundamentais para a manutenção dos organismos aquáticos. Porém, quando os substratos são frequentemente alterados, a possibilidade de encontrar habitats saudáveis diminui.

Diretamente relacionados com o parâmetro citado anteriormente, os parâmetros de caráter geomorfológico, como “Deposição de lama” (15) e “Depósito de sedimentares” (16), também apresentaram médias baixas e foram classificados como pontos críticos. Tais médias resultaram de verificações de diversas áreas desmatadas, de processos erosivos, de margens com desmoronamentos, de raízes e solos expostos, entre outras situações, que, constantemente, contribuem para o acúmulo de areia no fundo do ribeirão. Salvo quando o ribeirão não apresentou margens canalizadas e fundo cimentado (trechos 4 e 5).

O parâmetro que se destacou com a menor média obtida foi o parâmetro “Presença de vegetação ripária” (19), com menos de 50% de vegetação ripária nativa. Essa condição foi notória em quase todos (exceto o trecho 1) os trechos avaliados. Há moderado desmatamento nos trechos localizados a montante (trechos 1 e 2). Mas, a situação se agrava à

medida em que o ribeirão corre a jusante (trechos de área urbana), por consequência dos processos de uso e ocupação do solo nas margens do Ribeirão das Araras.

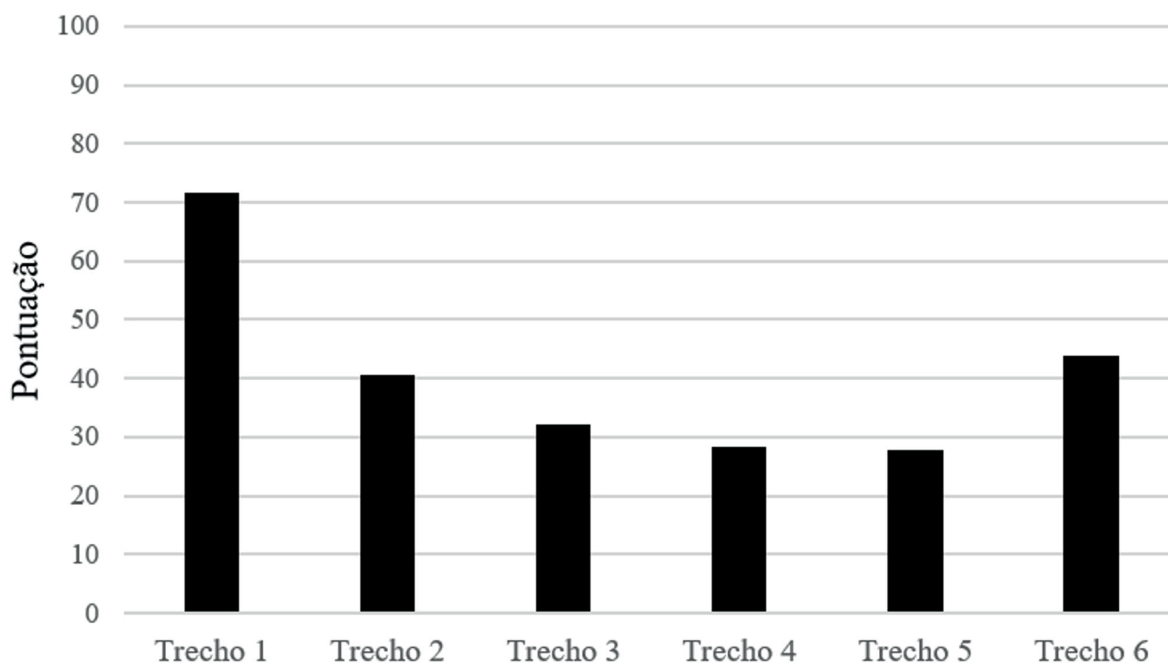
Perturbações antrópicas no entorno dos cursos d'água, como observado neste trabalho, ocorrem com frequência em várias regiões do país, sendo relatado em diversos estudos que evidenciaram alterações na vegetação ripária, como nos trabalhos de Magini & Chagas (2003); Minatti-Ferreira & Beaumord (2004); Rodrigues et al. (2008); Carvalho et al. (2014).

Vale salientar que essa situação clama um estado de alerta para a recomposição e preservação do ambiente, pois segundo Vogel et al. (2009), o ecossistema ripário desempenha funções relacionadas à geração do escoamento direto em microbacias. Com isso, ele contribui com o aumento da capacidade de armazenamento da água, com a manutenção da qualidade da água na bacia e com a retenção de água pelo sistema radicular das plantas e de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres. Além disso, proporciona estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos.

Na Figura 3 são apresentadas as pontuações separadamente por trecho amostrado. De modo geral, os resultados expuseram classificações distintas, já que apenas o trecho 1 (71,8 pontos) resultou em um trecho com o nível de conservação “natural”. Atribuído a isso, está o fato de o trecho ser localizado em propriedade particular na zona rural, próximo à nascente. Esse trecho também mantém características ecológicas essenciais, como margens vegetadas com espécies arbóreas nativas em faixa superior a 30 m de largura, diversidade de espécies vegetais em diferentes estágios de sucessão, aporte significativo de serapilheira, presença de pequenos peixes e microclima agradável.

Já os trechos 2 (40,5 pontos) e 6 (43,8 pontos) foram classificados como “alterados”. Entretanto, os trechos com as situações mais agravantes considerados como “impactados” foram os trechos 3, 4 e 5 (32,3, 28,3 e 27,8 pontos respectivamente).

Figura 3. Média aritmética nos trechos amostrados.

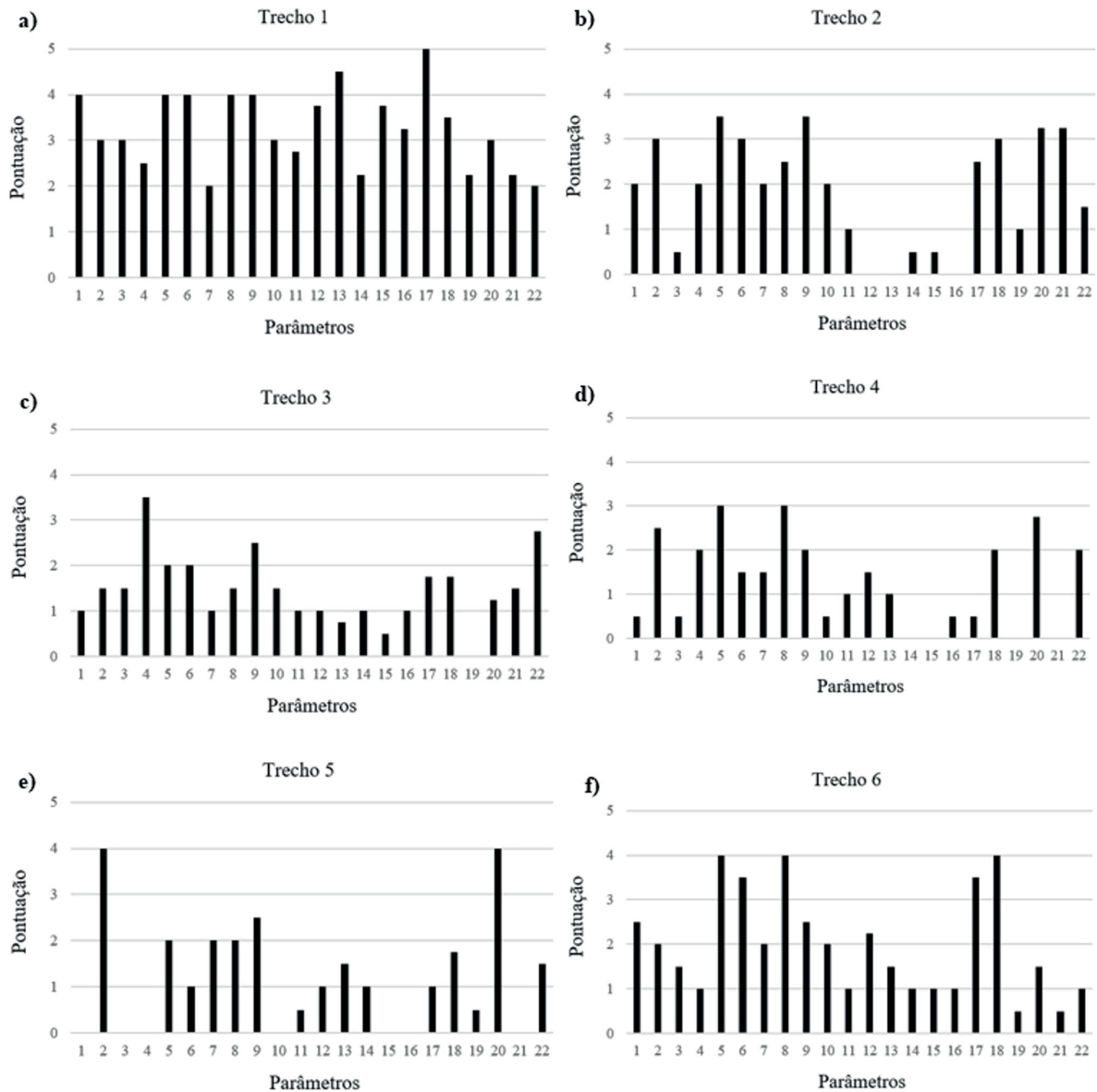


Os resultados indicaram uma parábola (figura 3). Assim, os trechos localizados no perímetro rural (trechos 1, 2 e 6) apresentaram as maiores médias, logo, as melhores condições ambientais, à medida que o ribeirão escoava para zona urbana as pontuações diminuíam (trechos 3, 4 e 5).

Com tais características, associam-se processos desordenados de uso e ocupação do solo. No entanto, os fatores que contribuíram para os trechos 3, 4 e 5 terem sido classificados como impactados foram tipo de ocupação das margens por residências, comércios e indústrias, modificações do tipo retificação e canalização, tipo de fundo composto por areia e lama e, por consequência, uma menor heterogeneidade de habitats, ausência de vegetação ripária, entre outras observações que estão descritas a seguir, segundo a análise separadas por parâmetros.

Na análise separada por parâmetros, conforme ilustrado na Figura 4, foi possível identificar os fatores que se enquadraram como pontos críticos. Entretanto, no trecho 3 (Figura 4c), cabe ressaltar os parâmetros que obtiveram maiores médias, tais como: “Cobertura vegetal no leito” (4) e “Presença de plantas aquáticas” (22). Esses parâmetros obtiveram as maiores pontuações dentre os trechos amostrados, uma vez que no local foram observadas quantidades significativas de plantas macrófitas, musgos e substratos com perífiton. “Odor da água” (5), “Oleosidade da água” (6) e “Oleosidade do fundo” (9) mantiveram as pontuações iguais e/ou acima do nível crítico estabelecido.

Figura 4. Média aritmética para cada parâmetro em cada um dos trechos avaliados.



No trecho 4, representado pela Figura 4d, os parâmetros que obtiveram as menores pontuações foram: “Tipos de substrato” (14), com fundo caracterizado em lamoso; “Deposição de lama” (15), com mais de 75% do fundo coberto por lama. De acordo com Rodrigues et al. (2010), essa situação é ruim, pois a presença de sedimentos está diretamente relacionada à qualidade do habitat aquático. Contudo, caso eles sejam depositados, formando calhas ou obstruindo o leito dos rios, acabam diminuindo os locais disponíveis para a biota aquática.

Apesar de serem consideradas Áreas de Preservação Permanente pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a faixa de terra ocupada pela Mata Ciliar do Ribeirão das Araras no trecho 4 se encontra reduzida, devido a construções para habitação humana, desmatamentos para abertura de áreas agrícolas, campos com cana-de-açúcar plantada, áreas de pastagens e atividades agropecuárias em geral. Segundo Dellamatrice & Monteiro, as atividades voltadas

para o aumento da produção de bens agrícolas são altamente impactantes, principalmente pela perda da biodiversidade e da qualidade dos recursos hídricos.

O trecho 5, localizado em outro ribeirão (Ribeirão das Furnas), foi escolhido para complementar a avaliação, devido também a sua importância como fonte de abastecimento de água do município. Destaca-se ainda, que, conforme consta no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB (2011), faz-se necessário incluir as possíveis áreas de influência do corpo d'água a ser amostrado. Assim, esse foi o trecho avaliado de maior criticidade ambiental conforme a aplicação do PARs (Figura 4e). Foram observadas características predominantes de uma área urbanizada com fábricas e indústrias próximas, ausência de vegetação ciliar e canalização das margens. Esta última ação, conforme Palmer et al. (2005), é um problema, pois as retificações e as canalizações dos rios têm como consequência direta a redução da área de drenagem das bacias hidrográficas, o que provoca uma redução drástica na densidade e diversidade de espécies aquáticas.

Ademais, a observação de maior relevância extraída com a aplicação do PARs, deu-se pela classificação dos trechos impactados (3, 4 e 5) estarem localizados na área do perímetro urbano. Esse aspecto demonstra uma maior influência negativa desse uso sobre o curso d'água. Situação parecida a essa foi observada no trabalho de Magini & Chagas (2003), que ao estudarem o mesmo ribeirão, verificaram que a ocupação urbana das margens e as atividades industriais foram os principais focos impactantes.

Na tabela 4 está apresentada a comparação dos resultados de pontuação de cada avaliador para o presente estudo, confirmando a baixa variação entre os avaliadores, cabendo salientar que os avaliadores que fizeram parte deste estudo já realizaram trabalhos anteriores com a mesma ferramenta. Situações como essa, conforme colocado por Rodrigues & Castro (2008), amenizam a subjetividade do método.

Tabela 4. Índice geral do PARs por avaliador em cada ponto amostrado (do ponto 1 ao ponto 6). Comparação do resultado de quatro avaliadores pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, média e desvio padrão.

Tratamentos (Avaliadores)	Blocos (PONTOS)						Média Trat.	
	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6		
Avaliador 1	64	46	43	22	37	20	44,5	A
Avaliador 2	74	39	20	41	67	26	42,0	A
Avaliador 3	76	45	26	32	40	33	38,7	A
Avaliador 4	73	32	42	18	31	31	37,8	A
Média/blocos	71,75	40,50	32,75	28,25	43,75	27,50	40,75	
Desv. padrão	4,60	5,59	9,98	8,95	13,81	5,02	2,67	

Média com letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A literatura tem demonstrado que em geral os protocolos têm origem comum e são aperfeiçoamentos ao longo do tempo. Assim, os protocolos desenvolveram variáveis consistentes

para análise do ambiente das margens de cursos d'água, pois, refletem o que muitos pesquisadores consideram importantes para a avaliação do impacto, ao longo de décadas.

Os profissionais que se iniciam no uso de protocolos de avaliação rápida têm seu olhar direcionado para tudo aquilo que, ao longo do tempo, a pesquisa selecionou. Portanto, o método tem uma função didática, como salienta Callisto et al. (2002). Também, do ponto de vista do cidadão comum, é possível levar esse conhecimento, simples e atrativo, justificando-se, assim, o avanço do uso do PARs.

CONCLUSÕES

As avaliações do PARs em trechos da microbacia do Ribeirão das Araras apontaram para uma condição preocupante no que diz respeito ao estado de conservação do ambiente lótico. O transecto longitudinal amostrado foi classificado como impactado, sobressaindo como características agravantes a ocupação das margens, presença de canalização e retificação, desflorestamento acentuado da mata ciliar, fundo cimentado ou lamoso, pobreza de habitats, ausência de fauna aquática e processos erosivos que estão causando o assoreamento do Ribeirão das Araras.

Na avaliação separada por pontos, o diagnóstico permitiu identificar a melhor qualidade ambiental em uma propriedade privada na área rural, próximo a região de nascente. E ainda, que as regiões mais afetadas pelas atividades antrópicas estão localizadas no perímetro urbano.

A aplicação do PARs na microbacia do Ribeirão das Araras se mostrou simples, de baixo custo e capaz de oferecer uma avaliação holística do ecossistema aquático, apresentando dados que podem ser utilizados na tomada de decisões sobre o manejo e conservação dos recursos hídricos.

■ REFERÊNCIAS

1. Brasil. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF (2012 mai.).
2. Callisto M, Ferreira WR, Moreno P, Goulart M, Petrucio M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasiliensis* 2002; 14(1): 91-98.
3. Callisto M, Goulart M, Moretti M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 2001; 6(1): 71-82. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v6n1.p71-82>.

4. Carvalho EM, Bentos AB, Pereira NS. Avaliação rápida da diversidade de habitats em um ambiente lótico. *Interbio* 2014; 8(1): 45-55.
5. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. São Paulo: CETESB; 2011.
6. Dellamatrice PM, Monteiro RTR. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2014; 18(12): 1296-1301. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1296-1301>.
7. Environmental Protection Agency – EPA. *Biological criteria for the protection of aquatic life*. Columbus: Division of Water Quality, Planning and Assessment, Surface Water Section; 1987.
8. Godoi EL. *Monitoramento de água superficial densamente poluída: o Córrego Pirajuãra, região metropolitana de São Paulo, Brasil* [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; 2008.
9. Hannaford MJ, Barbour MT, Resh VH. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal of the North American Benthological Society* 1997; 16(4): 853-860. <http://dx.doi.org/10.2307/1468176>.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo Demográfico 2010* [online]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. [Citado 18 jul. 2015]. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350330
11. Magini C, Chagas RL. Microzoneamento e diagnóstico físico-químico do Ribeirão das Araras, SP. *Geociências* 2003; 22(2): 195-208.
12. Minatti-Ferreira DD, Beaumord AC. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. *Revista Saúde & Ambiente* 2004; 5(2): 21-27.
13. Palmer MA, Bernhardt ES, Allan JD, Lake PS, Alexander G, Brooks S et al. Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology* 2005; 42(2): 208-217. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x>.
14. Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish*. Washington: EPA; 1989.
15. Projeto Ecoagri. *Diagnóstico ambiental da agricultura em São Paulo: bases para um desenvolvimento rural sustentável*. Campinas: FAPESP; 2006. Relatório III.
16. Resende M, Curi N, Rezende SB, Correa GF. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 5th ed. Lavras: Editora UFLA; 2007.
17. Rocha JSM. *Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 1991.
18. Rodrigues ASL, Castro PTA. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 2008; 13(1): 161-170. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v13n1.p161-170>.
19. Rodrigues ASL, Malafaia G, Castro PTA. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. *Revista de Estudos Ambientais* 2008; 10(1): 74-83.

20. Rodrigues ASL, Malafaia G, Castro PTA. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. *SaBios: Revista de Saúde e Biologia* 2010; 5(1): 26-42.
21. Santos HG. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2006.
22. Tundisi JG. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. 2nd ed. São Carlos: Rima; 2003.
23. Vogel HF, Zawadzki CH, Metri R. Florestas ripárias: importância e principais ameaças. *Sabios: Revista Saúde e Biologia* 2009; 4(1): 24-30.

“ Circulação de veículos e poluição sonora na área central do Município de Governador Valadares – MG

▮ Gutembergue Costa de **Carvalho Filho**
IFMG-GV

▮ Daniela Martins **Cunha**
IFMG-GV

▮ Jaider **Taveira**
IFMG-GV

RESUMO

Objetivo: Identificar as principais ruas da área central da cidade de Governador Valadares – MG com níveis de ruído que caracterizam a poluição sonora proveniente da circulação de veículos, e descrever a opinião dos moradores e/ou transeuntes dessas ruas em relação à percepção dessas fontes de ruído e as consequências em seu dia-a-dia no que diz respeito ao desconforto social e saúde. **Métodos:** Foram escolhidos quatro pontos/cruzamentos na área central de Governador Valadares para a realização da medição dos níveis de ruído e também contagem de veículos, as quais foram realizadas em dias escolhidos aleatoriamente e em três horários pré-definidos conforme observações preliminares, a saber: 7h às 8h, 11h às 12h e 17h e 30min às 18h e 30min. A contagem dos veículos foi realizada com auxílio de filmagem e a medição dos ruídos com o uso de um Decibelímetro Digital. As entrevistas também foram realizadas aleatoriamente a transeuntes que passavam pelos pontos de medição nos horários da pesquisa. **Resultados:** Os valores máximos dos ruídos ficaram acima de 80 dB(A) e os médios acima de 65 dB(A), ambos considerados prejudiciais a saúde auditiva e foram provenientes, principalmente, dos ônibus urbanos e dos escapamentos kadrons. Os transeuntes destacaram as frenagens dos ônibus como as maiores fontes de ruído e informaram que o principal sintoma resultante da exposição aos ruídos é a cefaleia. **Considerações finais:** O uso prioritário do transporte coletivo tende a melhorar a fluidez do trânsito e é uma das medidas, dentre outras propostas, que podem contribuir para a diminuição dos ruídos.

Palavras-chave: Veículos, Ruído, Saúde.

INTRODUÇÃO

O som pode ser definido como uma onda ou vibração que se propaga em meios que tenham massa e elasticidade, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos (MATOS, 2010). A diferença entre som e ruído é pouco conhecida. De acordo com Machado (2003) e Derisio (2007), o som é qualquer variação de pressão no ar ou água ou outro meio que o ouvido humano possa capturar, enquanto o ruído é o som ou o conjunto de sons indesejáveis, desagradáveis e perturbadores.

O número de variações da pressão por segundo é chamado de frequência do som, a qual é medida em Hertz (Hz). A audição humana alcança de aproximadamente 20 Hz a 20.000 Hz. E como o ouvido humano pode tolerar pressões um milhão de vezes mais altas que 20 micropascal (20 μ Pa), para evitar o uso de grandes números e a dificuldade de manejo desses foi inventada a escala decibel (dB). A escala decibel usa como pressão de referência o limiar da audição, assim 20 μ Pa = 0 dB; 200 μ Pa = 20 dB, e 2.000 μ Pa = 40 dB (toda vez que se multiplica por 10 a pressão sonora em Pa, adiciona-se 20 dB) (DERISIO, 2007).

O ruído ambiental é caracterizado pelas diversas fontes que compõem um local de medição. Em ambientes abertos a medição do som pode ser calculada por unidade de medida conhecida como dB(A) (MACHADO, 2003). Pois,

(...) níveis de pressão sonora expressos em decibel (dB) não são representativos da sensação auditiva do homem. Para tanto, o nível de pressão sonora deve ser ponderado por um coeficiente, que varia com a frequência, e que permite a relação entre o nível de pressão sonora e a sensibilidade auditiva humana. A escala de ponderação indicada para as medições de ruído ambiental, considerando o ruído de tráfego rodoviário, é a escala de ponderação A, a qual converte os níveis de dB para dB(A) (ISO 1996-2, 2007; ABNT, 2000 apud BALZAN 2011, p. 26).

De acordo com estudos de Magrini (1995) encontrados em Machado (2003) um ruído de 70 decibéis não chega a ser agradável aos ouvidos, e acima de 85 decibéis começa a danificar a audição. E ainda, conforme os autores, segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS, para o ouvido humano funcionar perfeitamente até o fim da vida não se deve ultrapassar o valor de exposição de 70 decibéis. Já Belojevic, Jakovlevic e Aleksic (1997), estabelecem 65 dB(A) como o nível máximo a que um cidadão pode se expor no meio urbano, sem riscos. Para Zannin, Diniz e Barbosa (2002a), é preocupante quando os níveis dos ruídos emitidos em vias com tráfego intenso atingem 75 dB(A).

O problema do ruído na sociedade moderna vem, gradativamente, dentre outros, diminuindo a qualidade de vida dos cidadãos das cidades. O número crescente da população e do número de veículos ocasionou o aparecimento de um novo componente na vida urbana: o ruído. A poluição sonora e sua conseqüente influência sobre o meio ambiente e sobre a

qualidade de vida dos seres humanos têm sido alvo de várias pesquisas em diversas partes do mundo (ARANA et al, 1988; KURRA et al, 2000 apud ZANNIN et al, 2002b).

A poluição sonora é resultante de atividades antrópicas como a mineração, a indústria, o uso dos meios de transportes, as atividades urbanas. Tais atividades ocasionam a geração de ruídos que, mesmo não trazendo impacto direto, podem trazer distúrbios crônicos à saúde humana e animal (MATOS, 2010).

A resolução CONAMA N.002/90 estabelece normas e ações para o controle do ruído excessivo. A resolução baseia-se nas seguintes considerações: nas áreas urbanas os problemas de poluição sonora agravam-se ao longo do tempo; o som excessivo é uma séria ameaça a saúde, ao bem-estar público e a qualidade de vida; o crescimento demográfico descontrolado nos centros urbanos acarreta concentração de diversos tipos de fontes de poluição sonora (CONAMA, 1990).

As fontes de ruído podem ser estacionárias – fixas em um local como o comércio e as indústrias, ou móveis – que se movimentam de um local para outro como veículos automotores e trens (DERISIO, 2007). Segundo Oliveira, Medeiros e Davis (2000), as reclamações nos órgãos de controle ambiental das grandes cidades em relação aos ruídos chegam a 70%, sendo assim, configurado como uma das principais fontes de perturbação em ambientes urbanos. E ainda segundo os autores, o trânsito, as construções e obras públicas, tal como as indústrias, comércios e serviços são as principais fontes de ruídos nas áreas urbanas, as quais irão variar conforme a instalação de dispositivos de controle de ruídos, uso de alto-falantes e tipo/intensidade de maquinários utilizados.

As vias públicas abrigam grandes fluxos de veículos, pessoas, serviços, entre outras fontes de poluição sonora. Esses fluxos, aliados à arquitetura e à volumetria das edificações, tornam o tráfego rodoviário um poluidor acústico responsável por níveis de ruídos altamente prejudiciais à saúde (TRINTA; RIBEIRO, 2006). O trânsito é apontado como grande causador de ruídos nas cidades, destacando-se como a principal fonte – cerca de 80% das perturbações sonoras (FIORILLO apud MACHADO, 2003). Além disso, as características geométricas do local de medição podem interferir de modo significativo nos níveis de ruído medidos (BALZAN 2011).

A maioria dos centros urbanos não dispõe de controle e fiscalização quanto aos níveis de pressão sonora máximos permitidos. Parte do problema decorre da omissão dos órgãos públicos, na maioria das vezes, indiferentes à busca de soluções. A dificuldade de equacionamento do problema e de estabelecimento de normas para o combate ao ruído resulta desta complexidade (SILVA, 1997).

Essa falta de controle sobre a poluição sonora/emissão de ruídos afeta negativamente a população. Especialistas na área de saúde auditiva relatam que ficar surdo é só uma

das consequências. A exposição à poluição sonora ocasiona danos e problemas na audição, sono, envelhecimento prematuro, distúrbios neurológicos, cardíacos e até circulatórios (MACHADO, 2003; LACERDA et al, 2005).

No homem os efeitos dos ruídos podem ser físicos, psicológicos e sociais. Eles podem provocar diversos sintomas e/ou efeitos como a dilatação de pupilas, aumento na produção de hormônios da tireoide, movimentação do estômago e abdômen, reação muscular e outros. Em relação à saúde e bem-estar do homem, pode-se citar como efeitos dos ruídos: perda auditiva, problemas cardiovasculares e alterações no sono. E do ponto de vista sociológico podem ocasionar, dentre outros: irritabilidade, prejuízos ao repouso residencial ou não residencial, à concentração e perturbações no processo de comunicação (DERISIO, 2007).

O perigo reside no fato de que as consequências surgem de forma silenciosa e sorrateira. Os danos mais significativos ocorrem em níveis moderados de ruído, que vão lentamente causando estresse, distúrbios físicos e de ordem neurológica. Também podem surgir sintomas de segunda ordem como: aumento de pressão arterial, irritação, e até impotência sexual.

Assim, conforme observado nas revisões bibliográficas, o aumento do tráfego na cidade pode ocasionar a existência de níveis de ruídos acima do recomendado e, portanto, prejudiciais a saúde humana. Governador Valadares é uma cidade que cresceu em população nas últimas décadas e, paralelo a isso, se pode inferir sobre um acréscimo nas fontes geradoras de ruído, principalmente o proveniente do aumento da circulação de veículos. Sendo assim, baseando-se nessas proposições, o estudo da circulação dos veículos e da poluição sonora, especialmente na área central da cidade, na qual ocorre maior concentração desses, é de suma importância para a população local.

OBJETIVO

Identificar as principais ruas da área central da cidade de Governador Valadares – MG com níveis de ruído que caracterizam a poluição sonora proveniente da circulação de veículos, e descrever a opinião dos moradores e/ou transeuntes dessas ruas em relação à percepção dessas fontes de ruído e as consequências em seu dia-a-dia no que diz respeito ao desconforto social e saúde.

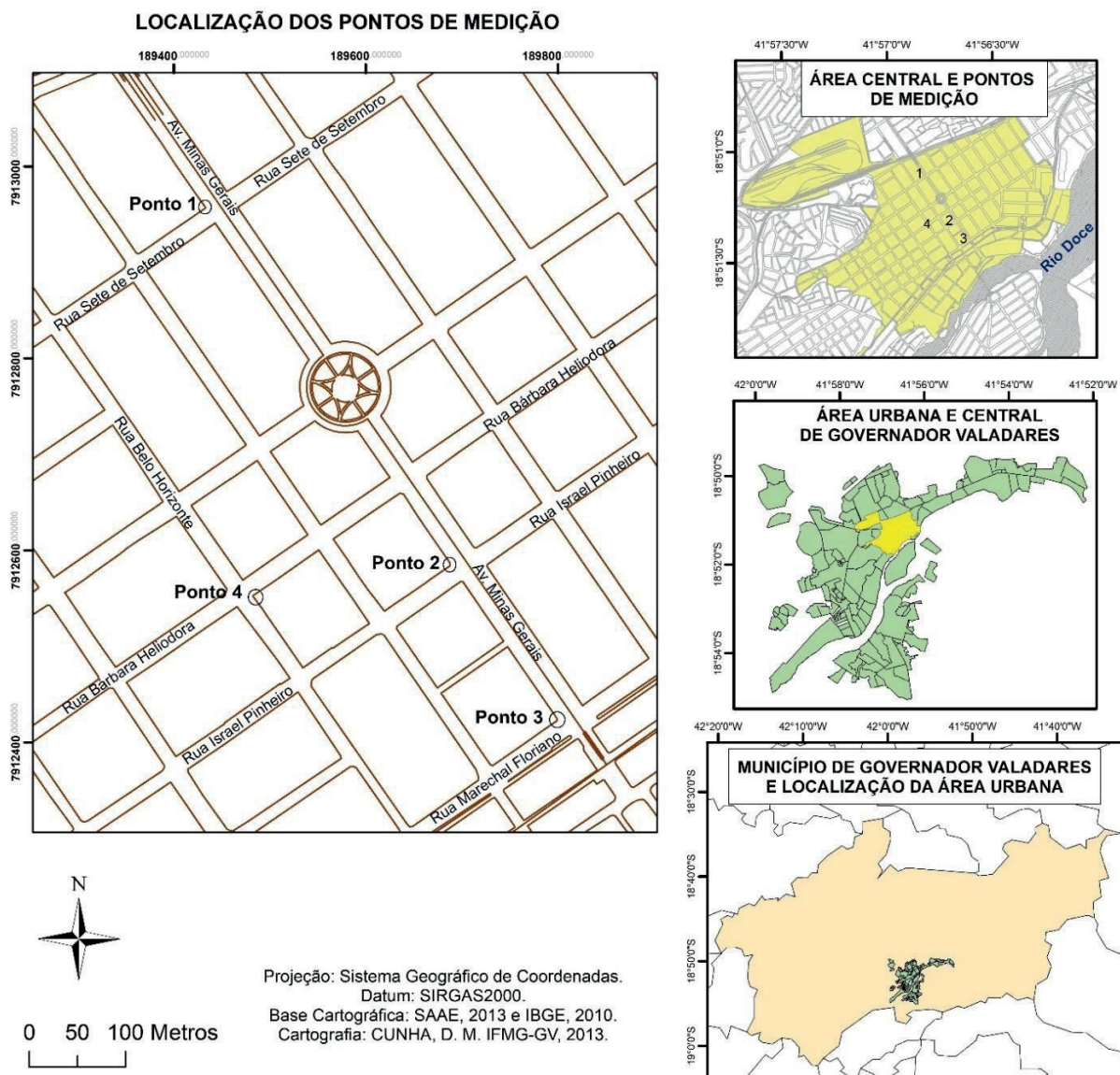
MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área central da cidade de Governador Valadares – MG, em locais de maior fluxo de veículos com a finalidade de medir a intensidade do tráfego e a consequente geração de ruídos/poluição sonora. Foram escolhidos quatro pontos que se encontram em cruzamentos que contemplam uma avenida e uma rua ou duas ruas de

maior volume de tráfego. Tais pontos foram previamente escolhidos por meio de pesquisa de campo ao centro da cidade para a observação de ruas e o tráfego de veículos existentes. Assim, foram selecionadas aquelas com maior fluxo de veículos e pessoas (Figura 1).

Os pontos de medição foram: Ponto 1- Avenida Minas Gerais esquina com Rua Sete de Setembro (principal avenida da cidade e rua/via de acesso ao centro), Ponto 2- Avenida Minas Gerais esquina com Rua Israel Pinheiro (principal avenida e rua com grande número de lojas/comercial), Ponto 3- Avenida Minas Gerais esquina com Rua Marechal Floriano (principal avenida e rua com grande número de transeuntes, ponto de transporte público, lojas e prédios administrativos), e Ponto 4- Rua Bárbara Heliodora esquina com Rua Belo Horizonte (rua com movimentado ponto de transporte público e rua comercial) (Figura 1).

Figura 1. Localização dos pontos de medição na área central de Governador Valadares - MG



Realizaram-se as medições em dias úteis, escolhidos aleatoriamente. Elas foram realizadas em três turnos, com 1 (uma) hora de duração cada medição, sendo: turno da manhã

de 07h às 08h, turno do almoço de 11h às 12h, e turno da tarde de 17h e 30min às 18h e 30min. Esses turnos e horários foram selecionados por serem os horários de pico no centro da cidade, manhã – ida para o trabalho e escola, almoço – procura de local para refeição ou retorno para casa e ida ou vinda de escola, e tarde – final do expediente e do dia letivo (retorno para residência).

O primeiro ponto estudado foi Avenida Minas Gerais esquina com Rua Sete de Setembro, o campo foi realizado no dia 06 de junho de 2013. O segundo ponto estudado foi Avenida Minas Gerais esquina com Rua Israel Pinheiro, trabalho realizado no dia 14 de agosto de 2013. O terceiro ponto foi o da Avenida Minas Gerais esquina com a Rua Marechal Floriano no dia 15 de agosto de 2013. O quarto e último ponto foi Rua Bárbara Heliodora esquina com Rua Belo Horizonte no dia 16 de agosto de 2013.

Devido às manifestações populares que tomaram conta do país nos meses de junho e julho de 2013 a pesquisa foi inviabilizada nesses meses, pois protestos também ocorreram na cidade de Governador Valadares. Em sua área central ocorreu grande aumento do fluxo de pessoas, carros com som, apitos, e o impedimento da circulação de veículos pelas ruas. Assim, por esse motivo, a pesquisa foi interrompida após a primeira medição e retomada no mês de agosto de 2013.

Para medir a quantidade de veículos que trafegavam pelas vias no período das medições foi utilizada uma câmera digital para filmagem do trânsito local. Realizou-se uma filmagem de uma hora em cada um dos três turnos de pesquisa, nos quatro pontos. Após, os filmes foram assistidos e foi contabilizado a quantidade de automóveis, motos, ônibus, caminhões e carros de som que trafegaram naquele período.

O equipamento utilizado para a medição dos ruídos foi o Decibelímetro Digital com Datalogger apoiado sobre um tripé e conectado via USB a um computador portátil – notebook. O Decibelímetro possui um software de transmissão de dados e os ruídos captados por ele são interpretados e transmitidos ao computador portátil, tornando-se visível na tela 360 medições por hora e também os valores de ruído mínimo, máximo e médio daquele período. As medições dos níveis sonoros em diferentes pontos do centro da cidade foram comparadas com o nível de 65 dB(A).

Foi aplicado também um questionário aos transeuntes sobre a percepção do ruído a fim de medir os impactos causados por esse, bem como sua interferência na saúde. O questionário contava com oito questões, sendo: três pessoais – idade, sexo e nome, uma sobre a cidade e bairro de residência, uma sobre a escolaridade, e as demais diziam respeito ao incomodo sentido com o ruído, horas de exposição, nível de irritabilidade, fontes mais expressivas de ruído e efeitos e sintomas da exposição. Sendo que, ele foi aplicado às pessoas

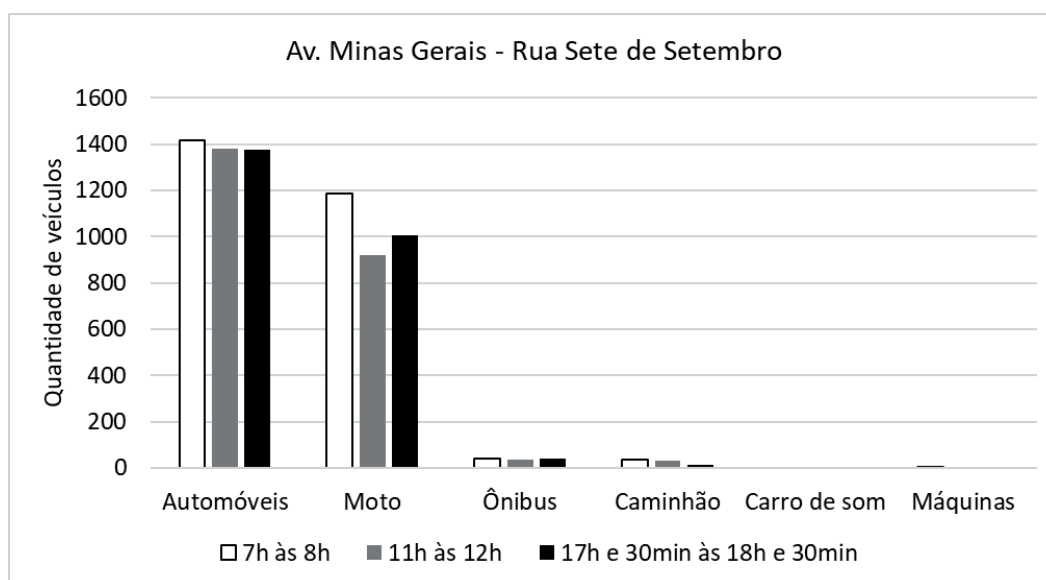
que passavam pelo local da pesquisa durante a realização da coleta dos dados de tráfego e medição dos ruídos.

RESULTADOS

O primeiro ponto estudado foi o cruzamento entre a Avenida Minas Gerais e a Rua Sete de Setembro. A avenida é a principal estrada de rolagem no centro da cidade, o interligando em suas extremidades, de Leste a Oeste, a diversos bairros. E a Rua Sete de Setembro é também uma das principais vias de acesso da área urbana municipal, interliga o centro da cidade no sentido Norte/Sul a diversos outros bairros.

O primeiro horário de coleta de dados foi de 07h às 08h, em uma quinta-feira 06 de junho de 2013. Foram contabilizados nesse período 1.471 automóveis, 1.185 motos, 41 ônibus de transporte público urbano, 35 caminhões e uma máquina pesada. No segundo horário de coleta de dados (11h às 12h), foram registrados os seguintes resultados: 1.382 automóveis, 918 motos, 37 ônibus de transporte público urbano e 33 caminhões, além de três carros de som com anúncios. O terceiro e último horário de medição foi de 17h e 30min às 18h e 30min no qual foram contabilizados os seguintes resultados: 1.376 automóveis, 1.006 motos, 40 ônibus e 13 caminhões (Figura 2).

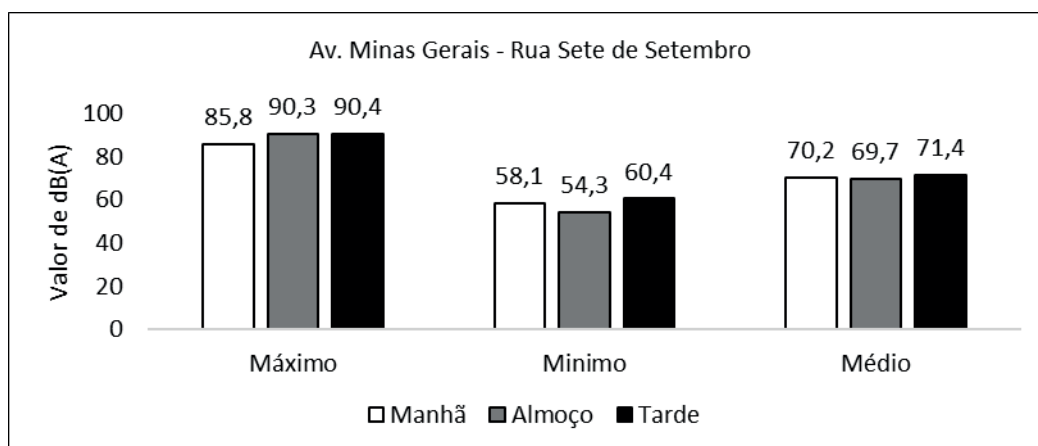
Figura 2. Contagem dos veículos – Av. Minas Gerais/Rua Sete de Setembro



Na Figura 3 é possível observar os valores máximos, mínimos e médios de dB(A) dos três horários de medição. Nota-se nos três horários de coleta um valor máximo acima dos 85 dB(A), já o valor médio se mostrou próximo ou acima dos 70 dB(A). O valor mínimo, em geral inferior a 60 dB(A) é expresso no momento em que o trânsito de veículos cessa

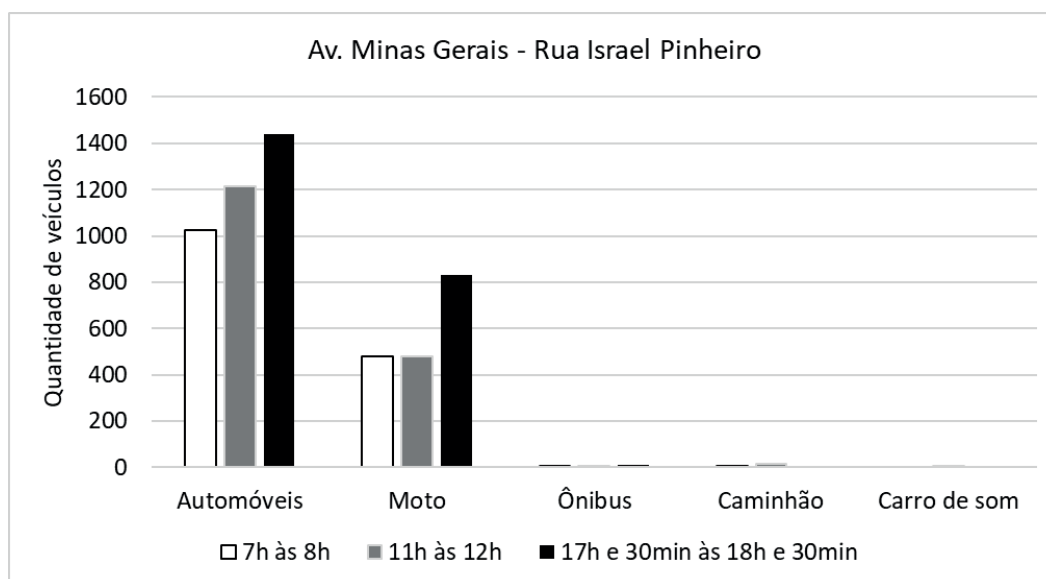
devido ao sinal vermelho do semáforo e abre-se o sinal de pedestres, tendência observada em todas as medições ao longo do trabalho.

Figura 3. Valores de dB(A) obtidos na Avenida Minas Gerais/Rua Sete de Setembro



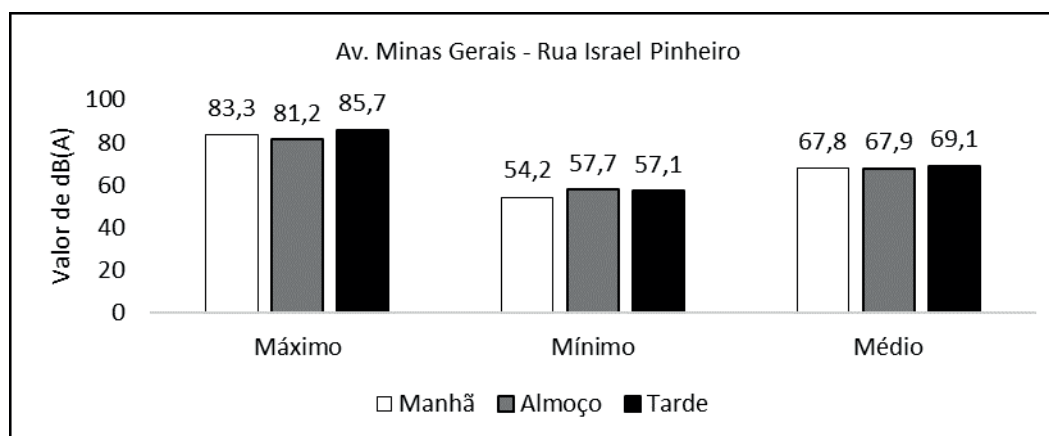
O segundo ponto estudado foi o cruzamento da Avenida Minas Gerais esquina com a Rua Israel Pinheiro, a qual possui grande fluxo de veículos e pedestres por ser uma rua comercial, especialmente em sua porção central. Além disso, a rua é importante via de ligação da BR-116 à área central e, especialmente, ao Hospital Regional. A coleta foi realizada em uma quarta-feira, 14 de agosto de 2013. Foram realizadas medições nos três horários supracitados e obtidos os seguintes resultados na primeira medição: 1.025 automóveis, 480 motos, 8 ônibus de transporte público urbano e 8 caminhões. No segundo horário de coleta de dados, que compreende o período do almoço – 11h às 12h, foram registrados os seguintes valores: 1.216 automóveis, 479 motos, 3 ônibus de transporte público urbano, 14 caminhões e 1 carro de som com anúncios. Para fechamento da coleta de dados nesse ponto, no horário de 17h e 30min às 18h e 30min foram obtidos os seguintes resultados: 1.439 automóveis, 833 motos, 11 ônibus de transporte público municipal e 2 caminhões. Observa-se a tendência de leve aumento no tráfego no último horário (Figura 4).

Figura 4. Contagem dos veículos- Av. Minas Gerais/Rua Israel Pinheiro



Na Figura 5 nota-se, como visto no primeiro ponto de coleta de dados, um valor máximo de dB(A) acima do recomendado – maior que 80. O valor mínimo seguiu a tendência e manteve-se bem mais abaixo dos 65 dB(A), o qual foi coincidente também com o momento de parada dos veículos no farol vermelho de trânsito, e a média também registrou valores mais próximos aos 70 dB(A).

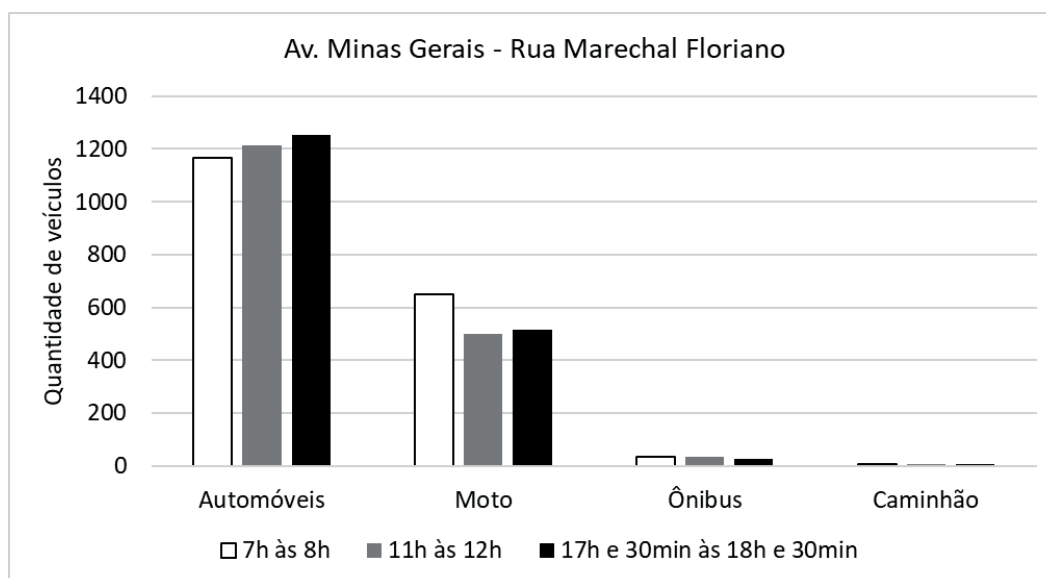
Figura 5. Valores de dB(A) obtidos na Av. Minas Gerais/Rua Israel Pinheiro



A terceira coleta de dados ocorreu em uma quinta-feira 15 de agosto de 2013 no cruzamento da Avenida Minas Gerais esquina com Rua Marechal Floriano (rua comercial de grande fluxo de veículos e pedestres, onde também se localizam vários equipamentos urbanos como a Rodoviária Municipal, a Prefeitura, Fórum, dentre outros). No primeiro horário de coleta de dados registrou-se: 1.116 automóveis, 649 motos, 33 ônibus de transporte público urbano e 5 caminhões. No horário do almoço – 11h às 12h foram registrados os seguintes valores: 1.212 automóveis, 501 motos, 34 ônibus de transporte público urbano e 7 caminhões. E no

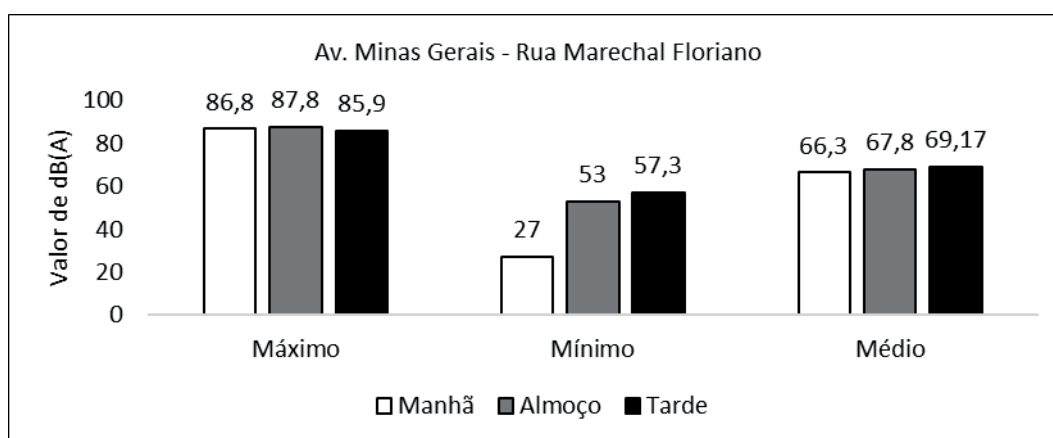
último horário de coleta foram obtidos os seguintes dados: 1.253 automóveis, 516 motos, 28 ônibus de transporte público e 8 caminhões (Figura 6).

Figura 6. Contagem dos veículos- Av. Minas Gerais/Rua Marechal Floriano



Nesse ponto de coleta de dados foi registrado o segundo menor valor mínimo de dB(A) de todas as coletas – 27 dB(A), sendo também justificado pelo mesmo fato dos anteriores, sinal fecha e cessa o trânsito de veículos, o que torna o ambiente relativamente silencioso, apenas com a travessia de pedestres na via, além de, ser importante destacar que, tratam de vias bem largas, geometria que facilita a dispersão dos ruídos, e no primeiro horário de medição a parte comercial da rua ainda estava toda fechada, sem grande movimento de pessoas. Os valores máximos registrados ficaram acima de 80 dB(A) e o valor médio manteve-se como já observado nas medições anteriores, em geral próximos aos 70 dB(A) (Figura 7).

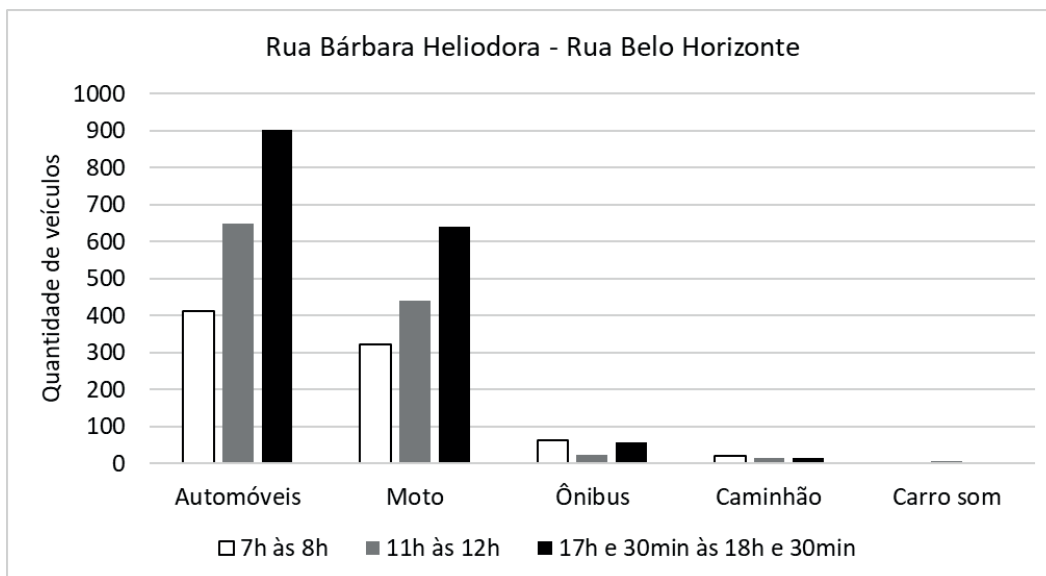
Figura 7. Valores de dB(A) obtidos na Avenida Minas Gerais/Rua Marechal Floriano



O quarto e último ponto estudado foi o cruzamento entre a Rua Belo Horizonte (rua totalmente central) esquina com a Rua Bárbara Heliodora (rua que interliga o centro com poucos bairros, mas caracterizada por intenso fluxo de ônibus e, conseqüentemente pessoas),

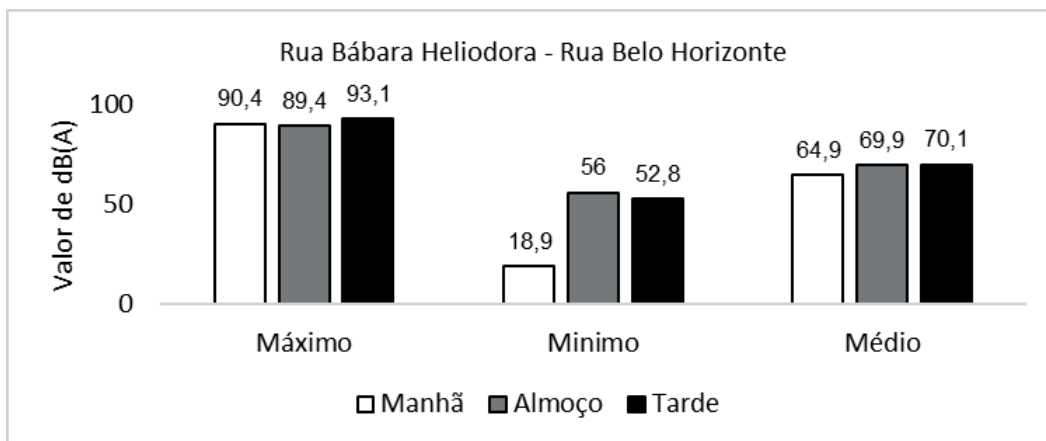
ambas ruas comerciais, trabalho realizado em uma sexta-feira, 16 de agosto de 2013. Os veículos contabilizados no primeiro horário foram: 411 automóveis, 321 motos, 62 ônibus de transporte público, 19 caminhões. No horário do almoço, observaram-se os seguintes dados: 648 automóveis, 439 motos, 24 ônibus de transporte público, 15 caminhões e 5 carros de som com anúncios. No último horário de coletas de dados – 17h e 30min às 18h e 30min, registrou-se: 901 automóveis, 641 motos, 58 ônibus de transporte público urbano e 14 caminhões (Figura 8).

Figura 8. Contagem dos veículos- Rua Bárbara Heliodora/Rua Belo Horizonte



Nesse ponto de medição chama a atenção os valores máximos de dB(A), no qual foi registrado o maior valor da pesquisa 93,1 dB(A), no período da tarde. Os valores mínimos se mantiveram baixos, destacando-se o menor valor mínimo registrado em toda a pesquisa – 18,9 dB(A) justificado como na medição do ponto três pela junção dos fatores: fechamento do sinal e, devido ao horário, comércio de ambas as ruas fechado. Os valores médios novamente ficaram, ora próximos aos 65 dB(A), ora próximos aos 70 dB(A). (Figura 9).

Figura 9. Valores de dB(A) obtidos na Rua Bárbara Heliodora/Rua Belo Horizonte



Ruídos e saúde

Foram aplicados 48 questionários à transeuntes, abordados enquanto eram realizadas as medições. A maior parte – 30 pessoas, foram de adolescentes e jovens entre 15 e 21 anos de idade, ou com idade de 22 a 28 anos. Os entrevistados se dividiram entre pessoas do sexo masculino (24) e do sexo feminino (24).

Ainda em relação ao perfil das pessoas que aceitaram responder ao questionário, somente um não vive na cidade de Governador Valadares. Dos demais 47, dez residem no centro da cidade. Registrou-se dois entrevistados para os bairros do Capim, Vila Isa, Morada do Vale, Santa Terezinha e Conjunto SIR, os quais são mais afastados do Centro. Os bairros de Lourdes e o Nossa Senhora das Graças, próximos a área central, tiveram três entrevistados cada, o bairro Esperança contou com quatro representantes, e os bairros Pérola, Santos Dummont, Nova Vila Bretas, Santa Helena, Maria Eugênia e Nova Vila Bretas tiveram um participante.

Quanto a escolaridade dos entrevistados dezessete deles possuem Ensino Médio Completo, treze possuem o Ensino Superior Incompleto, sete possuem Ensino Superior Completo, três possuem nível de pós-graduação, três possuem Ensino Médio Incompleto e mais três possuem Ensino Fundamental Completo.

Perguntados se consideram o centro da cidade ruidoso/barulhento, 44 pessoas responderam sim, três pessoas responderam que não, e uma respondeu “mais ou menos”. Aos indivíduos que respondiam sim, na sequência era questionado quais as ruas eles consideravam mais barulhentas, podendo o entrevistado escolher no mínimo uma e no máximo três ruas. A rua indicada como a mais barulhenta foi a Rua Israel Pinheiro com 32 apontamentos. Em seguida as mais ruidosas na opinião dos pesquisados foram: Avenida Minas Gerais com 31 citações, Rua Marechal Floriano – 26, Rua Belo Horizonte – 11, Rua Bárbara Heliodora – 8, Rua Sete de Setembro – 4. As demais ruas apontadas foram: Rua Peçanha e Sá Carvalho com duas indicações cada, Rua Afonso Pena e Avenida Brasil com uma indicação cada.

Quando perguntados sobre o ruído das ruas, 42 pessoas responderam que se irritam com ele e apenas seis disseram que não se incomodam, pois já haviam se acostumado. Indagados sobre o nível de desconforto com o ruído do ambiente, 18 entrevistados disseram ter médio desconforto, 13 entrevistados disseram ter um alto nível de desconforto, oito tem baixo desconforto, cinco apontaram desconforto extremamente alto, e esses foram os entrevistados mais idosos – acima dos 57 anos e quatro dos participantes da pesquisa disseram não ter desconforto algum com o ruído, entrevistados mais jovens.

Sobre as fontes de ruídos o questionário propôs algumas, mas os entrevistados eram livres para apontarem outras, podendo escolher no mínimo uma fonte e no máximo três.

Assim, buzinas de veículos apareceram em 29 apontamentos, seguidos de: anúncios realizados por carros de som e sistema de sonorização em lojas com 24; ruídos causados pelos ônibus de transporte público, principalmente no processo de frenagem do veículo que gera um ruído agudo estridente que junto a carros e motos obtiveram 10 apontamentos cada, alarmes automotivos obtiveram nove indicações, o ruído gerado por pessoas teve duas indicações, “outros” foi citado três vezes, mas sem especificação dos entrevistados e alguns apontaram outras fontes que não haviam sido citadas no estudo, como: som automotivo (duas vezes) e frenagem brusca (uma vez).

O estudo também se preocupou em avaliar os danos causados a saúde das pessoas pela exposição a ruídos. Os entrevistados foram questionados quanto aos sintomas apresentados após a exposição a ruídos tanto no centro da cidade quanto em outros locais. Novamente os indivíduos poderiam escolher no mínimo uma e no máximo três opções, e também propor algum sintoma que não havia sido contemplado no questionário. O sintoma mais citado foi “cefaleia - dor de cabeça” (24 vezes). Curioso foi o fato de que a segunda opção mais escolhida foi “nenhum” sintoma, escolhido por pessoas de idades diferentes, sendo que, a maioria queixava-se de desconforto, mas não apontou nenhum sintoma referente a ele. O zumbido auditivo foi apontado nove vezes, assim é o segundo sintoma mais indicado, alguns entrevistados alegaram que o zumbido e a dor de cabeça por vezes aparecem juntos. O terceiro mais apontado foi a desconcentração (sete vezes), em seguida “dor de ouvido (seis vezes).

DISCUSSÃO

Nota-se nos três horários de coleta o registro de valores máximos acima dos 80 dB(A) que, segundo a literatura, é um valor que já causa danos ao organismo conforme o período de exposição. Sendo que, tal situação ainda é mais preocupante nos cruzamentos do ponto 1 (Av. Minas Gerais com Av. Sete de Setembro) e do ponto 4 (Rua Bárbara Heliodora com Rua Belo Horizonte), os quais registraram em pelo menos dois horários de medição valores máximos acima de 90 dB(A). Esses pontos destacam-se também pelo registro de maior circulação de ônibus urbanos, com valor médio de 40 e 48 ônibus por hora de medição, respectivamente, pontos 1 e 4. Fato que justifica serem esses os pontos com maiores valores máximos de dB(A), uma vez que fora observado em campo e nos relatos das entrevistas, que as acelerações e frenagens dos ônibus e, principalmente as frenagens bruscas, causam ruídos elevados e muito estridentes.

Constatou-se, assim, que os valores máximos coletados em todos os pontos de medição e em todos os horários foram determinados pelos veículos de transporte coletivo urbano e

também pela circulação de algumas motos equipadas com os escapamentos kadrons, os quais emitem ruídos muito superiores aos escapamentos originais de fábrica.

Em relação aos valores mínimos observa-se que praticamente todos os registros ficaram abaixo de 60 dB(A), destacando-se dois pontos com registros bem abaixo do observado nos demais horários e pontos de mediação. O ponto 3 (Av. Minas Gerais com Rua Marechal Floriano) e o ponto 4 registraram, respectivamente, no primeiro horário de medição, 27 dB(A) e 18 dB(A). Interessante observar que, o ponto 4, como exposto anteriormente, possui a maior média de circulação de ônibus por hora de medição – 48, e o ponto 3 possui a terceira maior média – 32 ônibus por hora de medição. Tal observação, junto ao verificado em pesquisa de campo permite mais uma vez reafirmar que os picos de valores máximos são provenientes de situações isoladas como aceleração e frenagem dos ônibus, e o pico dos valores mínimos são provenientes da atuação dos semáforos os quais cessam o trânsito de veículos, permitindo apenas o de pedestres.

Ainda sobre os valores mínimos é também importante enfatizar que, no caso do ponto 4, observou-se no primeiro horário de medição uma baixa circulação de automóveis e motos. Além disso, nesse ponto há a presença de muitos pontos comerciais que nesse horário ainda se encontravam fechados e, portanto, sem anúncios e propagandas de lojas, os quais alteram os níveis de ruídos. Já o ponto 3, além de apresentar as características descritas para o ponto 4, destaca-se como o cruzamento mais largo do centro da cidade. Próximo ao ponto onde os dados foram coletados a Avenida Minas Gerais bem como a Rua Marechal Floriano possuem quatro faixas de rolagem cada, sendo linhas de ligações fundamentais entre o centro e os bairros. Assim, a grande largura/geometria das vias públicas, conforme o ocorrido no ponto 3, contribui para a rápida dispersão dos ruídos. Identifica-se ainda nesses pontos de medição as maiores amplitudes dos ruídos entre os valores máximos e mínimos, respectivamente 71,5 dB(A) e 59,8 dB(A) nos pontos 4 e 3, sobretudo no primeiro horário de medição, devido, principalmente, a pequena mínima registrada.

Já os valores médios registrados em todos os pontos ficaram em torno ou acima de 65 dB(A), ou seja, acima do recomendado para a sadia qualidade de vida. Os valores médios mais elevados foram registrados no ponto 1, no qual, em todos os horários de medição, a média ficou em torno de 70 dB(A), e no ponto 4 que registrou dois horários com média em torno de 70 dB(A). Os demais pontos registraram médias, principalmente, entre 66 dB(A) e 69 dB(A). Esses valores médios foram influenciados por ruídos momentâneos provenientes, principalmente, dos ônibus urbanos e dos kadrons, e em algumas situações por carros de som com propagandas comerciais e por sirenes de veículos de resgate. O Ponto 2 (Av. Minas Gerais com Rua Israel Pinheiro), por exemplo, registrou a menor média de ônibus por hora de medição – apenas sete, no entanto, foi o mais influenciado pelas sirenes de

resgate, visto que, a Rua Israel Pinheiro é uma das principais ruas de ligação ao Hospital Regional do município.

Os dados também permitem afirmar que os veículos motorizados de uso individual ou de poucos passageiros, como motos e automóveis, somados, representam um percentual que varia, em média, de 95 a 99% do total de veículos utilizados, conforme o local de medição. Ficando os veículos de uso coletivo, como os ônibus de transporte urbano com médias que variam de 0,4 a 4% do total de veículos utilizados para aquele período. Por outro lado, conforme as observações realizadas durante a pesquisa de campo, contrapõe-se o fato de que, mesmo sendo os automóveis os veículos mais utilizados para o transporte urbano no centro da cidade, são eles também os menos ruidosos, principalmente por se tratarem de uma frota mais nova, sendo que, situação contrária é observada com os veículos de transporte coletivo.

Por fim, os dados demonstram, e as entrevistas realizadas com os transeuntes constatam que as ruas indicadas como mais ruidosas por eles são realmente as que foram selecionadas previamente para o estudo. Pela entrevista também foi possível verificar que as pessoas idosas são mais sensíveis ao ruído do que os mais jovens. E os quatro sintomas apontados pelos entrevistados como os mais comuns após a exposição ao ruído seguem a tendência vista em outras pesquisas do gênero, onde cefaleia, zumbido auditivo, desconcentração e dor de ouvido aparecem sempre entre os mais frequentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todos os horários e pontos de coleta de dados os valores máximos de dB(A) ficaram acima de 80 dB(A), enquanto que os valores médios acima de 65 dB(A), chegando em caso específico a 71,4 dB(A). Tais dados são preocupantes e podem ocasionar, segundo literatura, os mais diferentes danos à saúde de quem fica exposto aos ruídos constantes. Sendo tal situação constatada no caso de Governador Valadares por meio das queixas realizadas pelos transeuntes da área central.

A gestão da mobilidade urbana de forma eficiente deve dispor não apenas da disponibilização da oferta eficaz do serviço de transporte coletivo, mas também de mecanismos de influência sobre o uso e demanda do transporte individual, uma vez que, o uso desses possuem relação direta com a capacidade do sistema viário do município em questão. A diminuição do uso do transporte individual tende a aumentar a fluidez do trânsito, diminuindo as paradas, especialmente nos semáforos, dos ônibus urbanos e, conseqüentemente, diminuindo a geração dos ruídos provenientes de frenagens e acelerações, tal como, facilita a fluidez dos veículos de resgate.

Além disso, deve-se estabelecer também mecanismos para o controle e inibição do uso de escapamentos kadrans pelas motos, bem como a fiscalização e penalidade pelo uso de escapamentos que emitam sons fora dos padrões permitidos por lei em todos os veículos motorizados. Portanto, por meio dos dados obtidos com a pesquisa e da premissa de que o município se encontra em processo de desenvolvimento econômico e consequente aumento do uso de veículos motorizados, pode-se inferir que a gestão municipal, tal como os órgãos de controle da saúde e do trânsito, deve estabelecer mecanismos para o controle e inibição do uso de veículos motorizados que emitam sons fora dos padrões permitidos por lei. Assim como incentivar o uso dos transportes não motorizados sobre os motorizados e inibir o uso abusivo de buzinas, sons e escapamentos ruidosos.

Essas medidas apoiadas em uma educação para o trânsito, por parte dos condutores, poderão ocasionar uma melhora na qualidade de vida/saúde dos pedestres que diariamente circulam e trabalham no centro da cidade, bem como dos usuários dos sistemas de transporte viário. Uma vez que contribuirão para a diminuição dos níveis de ruídos que na atualidade atingem valores médios prejudiciais à saúde humana.

■ REFERÊNCIAS

1. BALZAN, K. L. **Avaliação do ruído de tráfego veicular em área central de Chapecó- SC. Santa Maria**, 128 p., 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.
2. BELOJEVIC, G.; JAKOVLEVIC, B.; ALEKSIC, O., 1997. **Subjective reactions to traffic noise with regard to some personality traits**. *Environment International*, 23: 221-226.
3. CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução n. 002, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. **Diário Oficial da União**, [S.l.], 8 mar. 1990. Seção 1, p. 6408.
4. DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3. Ed. São Paulo: Signus Editora, 2007.
5. LACERDA, A. B. M. de. et. al. Ambiente urbano e percepção da poluição urbana. **Revista Ambiente e Sociedade**. Vol. VIII, n. 2, jul/dez, 2005.
6. MACHADO, A. A **Poluição Sonora como crime ambiental**. 2003. Disponível em: < http://www.pm.al.gov.br/intra/downloads/bc_meio_ambiente/meio_04.pdf> Acesso em: 21 set 2013.
7. MATOS, A. T. de. **Poluição Ambiental**. Impactos no meio físico. Viçosa: editora UFV, 2010.
8. OLIVEIRA, M. P. G.; MEDEIROS, E. B.; DAVIS JR., C. A. Planejando o meio ambiente acústico urbano: uma abordagem baseada em SIG. **Revista IP**, Belo Horizonte, ano 2, n. 1, p. 81- 96, 2000.
9. SILVA, P. **Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar**. 3. ed. Belo Horizonte: EDTAL, 1997. 397 p.

10. TRINTA, Z.A.; RIBEIRO, P. C. M. Mitigação da poluição sonora do tráfego nas travessias urbanas. In: Rio de transportes, 4., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. p. 1-13.
11. ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; BARBOSA, W. A. **Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brasil.** Applied Acoustics, 63:351-358, 2002a.
12. ZANNIN, P. H. T. et. al. Incomodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR. **Revista Saúde Pública**, 2002b.

“

Comparativo de custos da medição individual e coletiva de água fria em edifícios residenciais

▮ Eliene Silvana de Souza **Guedes**
FESP

▮ Gilson B **Athayde Júnior**
UFPB

RESUMO

As questões relacionadas ao meio ambiente têm despertado o interesse de todo o mundo. A escassez de água no planeta e a poluição dos mananciais, aliadas à má utilização da água potável, sugerem a procura urgente de alternativas que visem à solução desses problemas. Nesse cenário, a conscientização das pessoas e as pesquisas dirigidas à busca de novas tecnologias e técnicas, empregadas no intuito de preservar o meio ambiente e evitar desperdícios, têm contribuído para redução desses efeitos. Com essa finalidade surge o emprego das Instalações Hidráulicas em Edifícios Residenciais com Medição Individualizada, a qual se mostra bastante eficaz na redução de desperdícios pelos usuários. Nessa óptica, este trabalho apresenta um comparativo de custos de implantação das duas técnicas de medição de consumo de água fria em edifícios residenciais: o Sistema de Medição Convencional (SMC) e o Sistema de Medição Individualizada (SMI). Primeiro, foi desenvolvido um projeto de instalações de água fria de um edifício residencial de 16 pavimentos-tipo, mais mezanino e guarita pelos dois métodos: o SMI e o SMC. Na sequência, fez-se os levantamentos de quantitativos, seguidos dos orçamentos. Através deste estudo, foi possível mostrar detalhadamente os custos de implantação de cada sistema, os serviços de preços semelhantes, bem como os responsáveis pelas distorções de valores. As informações coletadas são importantes para o planejamento de ações que visem ao controle e a redução do consumo de água em edifícios residenciais, tanto pelos profissionais da área na tomada de decisões, quanto pelos estudiosos como informação subsidiária em pesquisas científicas.

Palavras-chave: Medição Individualizada, Comparativo de Custos.

INTRODUÇÃO

É crescente o emprego da medição individualizada no mercado imobiliário de edifícios residenciais multifamiliares, como forma de agregar valor ao imóvel. Esse método de medição desperta o interesse dos usuários principalmente pela possibilidade de redução de custos na conta de água de cada condômino.

A medição individualizada de água pode ser entendida como sendo a apuração do consumo por economia residencial ou comercial, efetuada por meio de hidrômetro instalado no ramal de entrada de água de cada unidade habitacional, de forma a permitir a medição real de consumo e o faturamento, individualizados, por unidade consumidora (ANA, 2005).

O método de medição coletiva de água é injusto do ponto de vista econômico e falho do ponto de vista ambiental, uma vez que todos os usuários pagam valores iguais, pagando muitas vezes pelos desperdícios e falta de consciência socioambiental de outrem. Porém, o que mais merece enfoque é o fato de que esse sistema não estimula as pessoas a evitar os desperdícios. Pelo contrário, como não implica em redução do valor do condomínio, os condôminos não procuram economizar, culminando em gastos elevados, muitas vezes decorrentes de vazamentos negligenciados pela falta de interesse em consertá-los.

Em suma, o sistema de medição individualizada contribui para a utilização eficiente da água, reduzindo os desperdícios.

Por outro lado, Foletto (2008) comenta que o custo bastante elevado dos hidrômetros e da manutenção pode comprometer a viabilidade econômica desse sistema. Eis a importância deste estudo para avaliar esses custos e elucidar questionamentos no tocante a viabilidade econômica entre os dois sistemas: medição individualizada e medição coletiva.

OBJETIVO

A conscientização da importância da água, bem como o seu uso racional por todos os setores concorrem para o crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população, posto que a água constitui fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial. Razão pela qual são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para ampliação da oferta de água.

Nesta acepção, o estudo em tela visa comparar os custos de implantação das duas concepções de medição de consumo de água fria nos edifícios residenciais: o Sistema de Medição Coletivo (SMC) e o Sistema de Medição Individual (SMI). Para este fim, foram estimados os custos de um sistema de distribuição de água fria para um edifício residencial de 16 pavimentos-tipo, mais mezanino e guarita pelos dois métodos: o SMI e o SMC.

A escolha do tema fundamenta-se na ausência de informações a respeito de custos de implantação dos sistemas e da necessidade desses dados para o planejamento de ações que visem ao controle e a redução do consumo de água em edifícios residenciais.

O objetivo principal deste trabalho é a análise comparativa de custos de implantação dos SMI e SMC de água fria em edifícios residenciais multifamiliares, com o intuito de auxiliar nas tomadas de decisão por parte de empreendedores e profissionais da área.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A medição individualizada como ação de uso racional da água

A medição individualizada de água em edifícios motiva o usuário a evitar desperdícios, possibilitando o controle do seu próprio consumo. Para a otimização do uso da água em seu conceito mais amplo é importante destacar a evolução do conceito de uso racional da água para o de conservação desse recurso.

A conservação da água pode ser definida como qualquer ação que (ANA, 2005):

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimentos;
- reduza o consumo de água;
- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reuso da água.

YAMADA (2001) desenvolveu pesquisa em um conjunto habitacional, no município de Guarulhos – SP, que apresenta blocos de edifícios com as duas configurações, SMC (30 blocos com 60 apartamentos) e SMI (48 blocos com 60 apartamentos), onde foi estudada a diferença do consumo. Os resultados mostraram que há uma diminuição média de 17% do consumo em edifícios com medição individualizada, em relação aos edifícios com medição coletiva.

De acordo com COELHO (1999), a redução do pagamento da conta de água pode chegar a até 50%.

Em relação às ações públicas voltadas para a redução de desperdícios da água, HOLANDA (2007), menciona a Lei Municipal Nº 16759, de 17 de abril de 2002, do município do Recife e a Lei Estadual Nº 12609, de 22 de junho de 2004, do Estado de Pernambuco. Tais instrumentos legais estabelecem a obrigatoriedade do uso da medição individualizada, conforme regulamentam o Artigo 1º e o Artigo 4º das referidas leis, respectivamente:

Art. 1º – Os edifícios e condomínios com mais de uma unidade de consumo, independentemente da categoria de usuário a que pertençam, residenciais, comerciais, públicos, mistos e da área das unidades, deverão ser dotados de sistema de medição individual de consumo de água, cujos projetos de construção não tenham sido protocolados no órgão competente do município até a data de vigência desta lei.

Art. 4º – A partir da vigência desta lei, qualquer projeto de reforma das instalações hidráulicas dos edifícios referenciados nesta lei deverá obedecer às determinações nela contida.

Em outras localidades, a exemplo de Goiânia-GO, Piracicaba-SP e Brasília-DF, já existem leis exigindo a utilização do sistema de medição individualizada (ANA, 2005).

Expressa COELHO (2004) que “a medição individualizada no Brasil tem sido apoiada por muitas entidades e órgãos de defesa do consumidor,” destacando a crescente adoção de muitas prefeituras como é o caso de Vitória, Belém, São Paulo e Palmas, além das citadas anteriormente.

HOLANDA (2007) afirma que a medição individualizada vem sendo utilizada em grande escala nos países desenvolvidos. YAMADA (2001) diz que nos Estados Unidos, este sistema, amplamente difundido, é uma das principais “ferramentas” na implantação de metodologias direcionadas para a conservação da água.

COELHO (2004) assegura que na Alemanha a Norma DIN – 1988 - Parte II - Item 9.3 - Hidrômetros de Apartamento, estabelece o seguinte:

- Em edificações com mais de uma família (prédios de apartamentos), deve-se prever a instalação de hidrômetro em cada unidade habitacional.

Segundo ainda COELHO (2004), a Norma Portuguesa NP 4001 - Contadores de Água Potável Fria diz em seu Artigo 106:

- Os contadores devem ser instalados obrigatoriamente um para cada consumidor, podem ser colocados isoladamente ou em conjunto, constituindo-se, neste último caso, numa bateria de contadores;
- Na bateria de contadores pode ser estabelecido um circuito fechado no qual têm origem os ramais de alimentação individual.
- O espaço destinado aos contadores e seus acessórios deve ser definido pela concessionária, através de adequadas especificações técnicas.

Na América Latina, a Colômbia vem utilizando a medição individualizada, há várias décadas, nas cidades de Cali, Bogotá e Medellín (COELHO, 2004).

A medição individualizada de água é uma alternativa eficiente na redução dos desperdícios em usos domésticos. Também facilita a identificação de perdas de água, como

rompimentos e vazamentos, uma vez que existe um sistema hidráulico predial atendendo separadamente cada unidade habitacional. Ainda, traz muitas vantagens para o edifício, como redução do consumo de energia elétrica (em função do menor volume de água bombeado diariamente) e redução do volume de esgotos. Outra vantagem é que a inadimplência de determinado apartamento resulta no corte de fornecimento de água daquela unidade habitacional, sem prejuízo para as demais.

METODOLOGIA

A edificação utilizada como estudo de caso consiste num edifício residencial de 16 pavimentos-tipo e mais mezanino e guarita, localizado no município de João Pessoa-PB. Cada pavimento tipo possui 3 apartamentos, com 3 dormitórios, 2 banheiros, cozinha e área de serviço em cada.

Este trabalho faz referência somente aos prédios residenciais multifamiliares em a construir, não contemplando o caso de adaptação ao SMI para prédios residenciais multifamiliares com o SMC já existente.

Os custos aqui obtidos podem sofrer alterações decorrentes do lapso temporal, uma vez que os orçamentos foram elaborados com base na tabela de preços do SINAPI (Sistema Nacional de Preços de Insumos) referente ao mês de dezembro de 2014 para o estado da Paraíba, bem como a base do ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe) referente ao mês de dezembro de 2014-1.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas: elaboração dos projetos; levantamento dos quantitativos e orçamentos para os dois sistemas.

Esse estudo compreende todos os dispositivos, equipamentos e tubulações que compõem a rede de distribuição predial. Ou seja, não se abordou o sistema de alimentação predial porque são iguais para o SMI e o SMC, não influenciando no comparativo de custos entre os sistemas. Ambos os sistemas foram concebidos de forma a apresentar o menor custo.

Elaboração dos projetos

A concepção dos projetos obedece aos princípios e regras estabelecidas na NBR 5626/1998, consoante às prescrições situadas no item 5.1.2.1 da referida norma, a seguir:

As instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:

- preservar a potabilidade da água;
- garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e

com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;

- promover economia de água e de energia;
- possibilitar manutenção fácil e econômica;
- evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

Para possibilitar a manutenção de qualquer parte da rede predial de distribuição, dentro de um nível de conforto previamente estabelecido e considerados os custos de implantação e operação da instalação predial de água fria, foi prevista a instalação de registros de gaveta nos seguintes locais:

- no barrilete, posicionado em cada trecho que se liga ao reservatório;
- na coluna de distribuição, posicionado a jusante do barrilete (caso do SMC);
- no ramal, posicionado a montante do hidrômetro de entrada de cada unidade habitacional (caso do SMI);
- no ramal, posicionado a montante do primeiro sub-ramal.

O SMI foi concebido com apenas uma coluna geral, a qual distribui água para os hidrômetros de cada apartamento, esses medidores ficam situados no *hall* dos pavimentos tipo, com dispositivo de leitura remota. Desta forma, cada pavimento possui três hidrômetros. Já o SMC possui 10 colunas de água fria, localizadas próximo aos pontos de utilização.

A CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), através da IN CM 017/05, estabelece que quando forem utilizados hidrômetros convencionais (caso em tela), estes deverão ser instalados em local de fácil acesso, na parte térrea do prédio e protegidos adequadamente. Por isso, para este estudo foi projetado também um hidrômetro geral na calçada do prédio. Essa configuração foi escolhida por representar a prática atual do mercado imobiliário na região.

Quanto ao dimensionamento do sistema, cada tubulação foi dimensionada de modo a garantir abastecimento de água com vazão adequada, sem incorrer no superdimensionamento.

A rede predial de distribuição foi calculada de tal forma que, no uso simultâneo provável de dois ou mais pontos de utilização, a vazão de projeto seja plenamente disponível. No caso de funcionamento simultâneo não previsto pelo cálculo de dimensionamento da tubulação, a redução temporária da vazão, em qualquer um dos pontos de utilização, não deve comprometer significativamente a satisfação do usuário.

A rede de distribuição dos dois sistemas foi dimensionada de acordo com o “Procedimento para dimensionamento de tubulações da rede predial de distribuição” constante do ANEXO A da NBR 5626/1998.

O dimensionamento foi iniciado pelo barrilete trecho a trecho, considerando a situação mais desfavorável em termos de pressão, ou seja, aquela que revela maior perda de carga.

Apesar de não haver menção a respeito da medição individualizada, todas as regras estabelecidas na NBR 5626/1998 equivalem para os dois sistemas de medição desenvolvidos: o SMI e o SMC.

Levantamento dos quantitativos e orçamentos

Finalizados os dimensionamentos e elaborados os projetos, foram listados os materiais necessários para a implantação dos sistemas.

A partir dos quantitativos foram encontrados os preços unitários de cada serviço na Tabela de Composição do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, referentes ao mês de dezembro de 2014, para o Estado da Paraíba. O SINAPI consiste num sistema de pesquisa mensal que informa os custos e índices da construção civil, o qual tem a CAIXA como responsável pela divulgação oficial dos resultados, manutenção, atualização e aperfeiçoamento do cadastro de referências técnicas, métodos de cálculo e do controle de qualidade dos dados disponibilizados. As cotações de preços são fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Oportuno salientar que a base SINAPI passa por processo de mudanças, a tabela utilizada neste trabalho foi a seguinte: SINAPI_CustoRef_Composições_PB_122014_Desonerado.

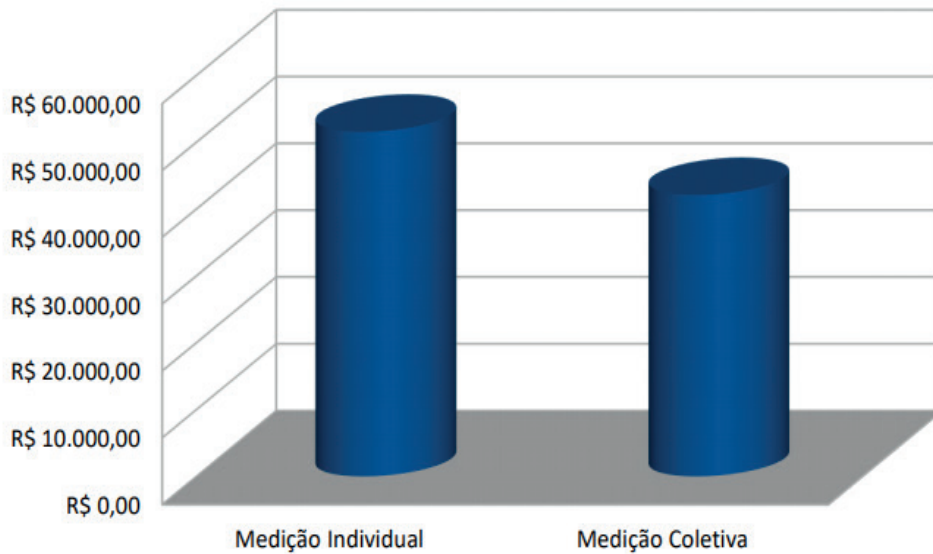
Quando ausente algum insumo ou serviço na base do SINAPI buscou-se na base do ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe) referente ao mês de dezembro de 2014-1. Persistindo a ausência do serviço ou insumo realizou-se pesquisa de mercado, caso das válvulas redutoras de pressão.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao término do trabalho, os resultados obtidos através dos orçamentos foram analisados numérica e graficamente, a fim de encontrar os principais pontos em que os dois sistemas diferem. A análise gráfica seguinte considera um sistema completo, com todas as particularidades e necessidades que o estudo de caso exige, mostrado no Gráfico 1.

O custo de implantação da medição individual no edifício em questão foi de R\$51.562,24 e o da coletiva, de R\$ 42.095,41, conforme se observa no gráfico 1. A diferença de custos entre os dois sistemas equivale a R\$ 9.466,83, sendo o SMC mais barato.

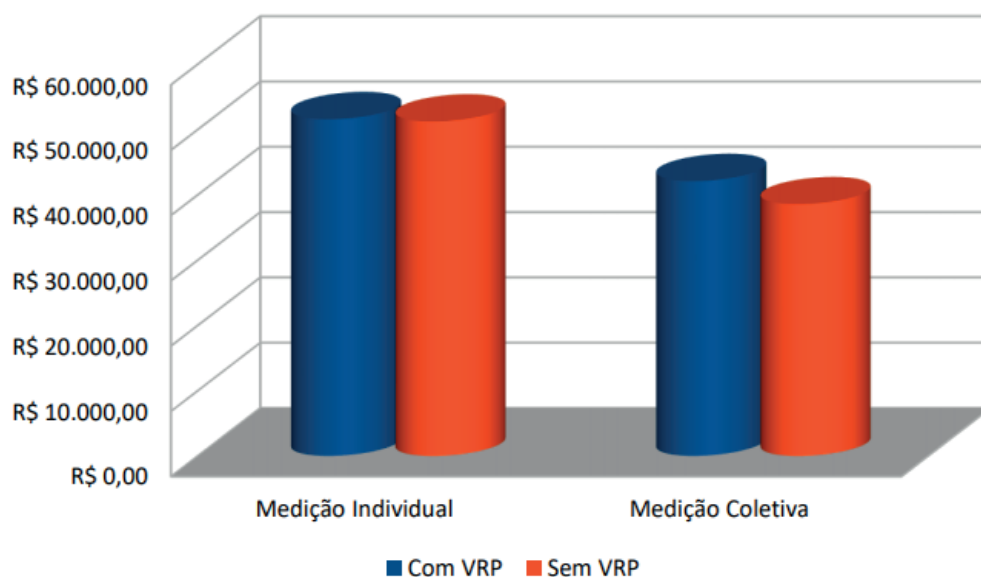
Gráfico 1. Comparativo de custos dos dois sistemas



Fonte: Guedes (2015)

Também buscou-se verificar os acréscimos de valor decorrentes da altura da edificação, ilustrado no Gráfico 2, posto que quanto maior a altura do prédio, maiores serão às pressões estáticas em toda a rede. A pressão estática não deve ultrapassar 40 kPa, conforme preconiza a norma NBR 5626. O empreendimento estudado nesta pesquisa totaliza 60,80 m de altura, que corresponde a pressão estática, sendo necessário reduzir a pressão através de válvulas redutoras de pressão (VRP). Para obtenção desse valor considerou-se o reservatório cheio e sem escoamento.

Gráfico 2. Custo de implantação dos sistemas com e sem VRP

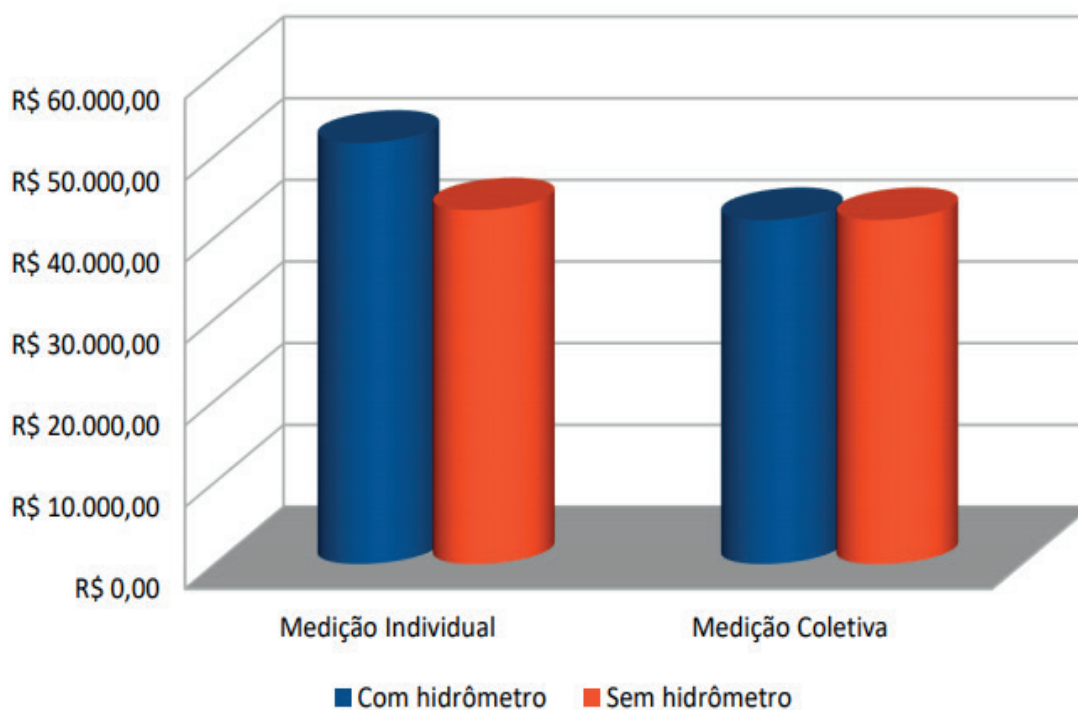


Fonte: Guedes (2015)

Infere-se do gráfico 2 que as válvulas redutoras de pressão representam pouca influência nos custos totais, não sendo, portanto, responsáveis pela diferença de preço entre os dois sistemas. Para o SMC faz necessário a instalação de dez VPR, somando custos de R\$ 3.555,80, enquanto no SMI apenas uma VPR é utilizada, sendo R\$ 355,58. Porém, depreende-se do Gráfico 2 que estes equipamentos correspondem a menos da metade da diferença entre os custos dos dois sistemas ilustrados no Gráfico 1, que equivale a R\$ 9.466,83.

Nota-se, no orçamento do SMI e da análise gráfica abaixo, que os equipamentos de maior custo são os medidores, os quais desempenham relevante papel nos custos de implantação do SMI, culminando em R\$ 8.270,28 a mais para este sistema, relativo apenas aos hidrômetros individuais e demais equipamentos acessórios necessários à sua instalação. O Gráfico 3, exhibe claramente essa diferença.

Gráfico 3. Custo de implantação dos sistemas com e sem hidrômetros



Fonte: Guedes (2015)

Assim, percebe-se que os custos totais dos dois sistemas diferem em 18,36%, muito próximo do custo de implantação dos hidrômetros individuais que situam em 16% dos custos totais da medição individualizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar a partir deste estudo que os custos de implantação do SMI são superiores ao SMC em 18%.

O sistema de medição individual implantado nesse estudo de caso requer uma maior quantidade de tubulações e conexões, devido às ramificações imprescindíveis ao atendimento dos pontos de utilização em cada unidade habitacional. Além disso, foi verificado que o equipamento de valor mais expressivo, responsável pela diferença de custos na instalação dos dois métodos estudados é o medidor individual.

Mostrou-se que a altura da edificação pouco infere em termos de custos, posto que, quanto maior a altura, maior a quantidade de apartamentos e, conseqüentemente, maior a quantidade de hidrômetros instalados na medição individual. Observou-se que, apesar de no SMI só haver necessidade da redução de pressões estáticas em uma coluna, enquanto no SMC essa redução ocorre em dez colunas, o acréscimo de custos oriundos das instalações das válvulas redutoras de pressão nas dez colunas do SMC, correspondente a 7% dos custos totais, não absorvem os valores decorrentes dos hidrômetros individuais, que somam 16% do total.

Portanto, os custos de implantação da medição individual são mais elevados em comparação ao sistema coletivo. Todavia, conforme apontado em literatura relativa ao tema, é mais vantajoso, vez que esse adicional nos custos logo é absorvido pela redução de consumo de água, acarretando diminuição da conta no final do mês.

■ REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA) - Ministério do Meio Ambiente. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo, 2005. 152 p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
3. COELHO, A. Cavalcanti. **Medição de água individualizada: manual do condomínio**. Olinda: Luci Artes Gráficas, 2004.
4. FOLETTTO, T.B. **Projeto de instalações hidráulicas com medição individualizada em edifícios residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
5. HOLANDA, M. A. A. G. **Medição individualizada em edifícios residenciais: controle e redução do consumo de água potável**. 133 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2007.
6. YAMADA, E. S. **Os Impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2001. 125 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

“

Determinação do impacto da urbanização sobre a geração de escoamento em uma Bacia Hidrográfica

▮ Danilo Roberto de Sousa **Leandro**
UFCG

▮ Filipe Tawã **Gomes**
UFCG

▮ Gean Carlos Pereira de **Lucena**
UFCG

▮ Márcia Mirelly André da **Silva**
UFCG

▮ Wesley Lima **Lins**
UFCG

RESUMO

A crescente urbanização ao longo das últimas décadas tem sido uma constante preocupação nos dias atuais, a necessidade de o homem ocupar novos espaços, bem como construir suas moradias tem se tornado cada vez maior, provocando uma ocupação não controlada, aumento da impermeabilização do solo e contribuindo dessa forma, para gerar impactos/riscos que comprometam à vida humana, e/ou modificar condições naturais de uma região. O objetivo do trabalho é gerar um hidrograma de projeto de uma bacia a partir do método SCS–CN, com o intuito de avaliar os impactos da urbanização. A área de estudo compreende uma bacia com diferentes características de ocupação do solo, e para cada situação foi definido um tipo de solo com base em tabelas auxiliares. De início, foi calculado o tempo de concentração dessa bacia no período de chuva de 3 dias para em seguida determinar o escoamento superficial. O escoamento foi determinado através das equações de precipitação, uso e ocupação do solo, dados que possibilitaram estimar a chuva efetiva de projeto e gerar o hidrograma unitário. O estudo foi realizado para um período de retorno de 50 anos e essa projeção foi desenvolvida a partir dos resultados de chuva excedente, vazão de pico, intensidade e precipitação máxima. Contudo, os resultados apontaram que o processo de urbanização influencia no tempo de concentração, ou seja, quanto mais urbanizada for a bacia menor será o tempo de concentração e assim maior será o percentual da lâmina ecoada em relação à precipitação total.

Palavras-chave: Concentração, Limitações, Dinâmica.

INTRODUÇÃO

A crescente urbanização ao longo das últimas décadas tem sido uma constante preocupação nos dias atuais, a necessidade de o homem ocupar novos espaços, desenvolver suas atividades, bem como construir suas moradias tem se tornado cada vez maior, provocando uma ocupação não controlada, e contribuindo dessa forma, para gerar impactos/riscos que comprometa à vida humana, e/ou modificar as condições naturais de uma região.

Esses impactos ocorrem em virtude da expressiva redução da cobertura vegetal do solo para a execução de pavimentação de ruas, áreas de estacionamento, e até mesmo a construção de casas, etc. Para (ANSCHAU, et. al. 2018), essa progressiva impermeabilização do solo nas zonas urbanas favorece o aumento e a velocidade de escoamento superficial, diminui o tempo de concentração e eleva a vazão de pico ocasionando e agravando as enchentes e inundações, que trazem inúmeros impactos negativos financeiros, sociais e, sobretudo ambientais. Além disso, Batista et.al. (2005) reforça que o processo urbanista influencia diretamente os processos hidrológicos por meio da ação direta dos cursos d'água nas bacias hidrográficas.

Portanto, com um cenário de recorrência e danos causados por eventos extremos, é importante a realização de estudos nessas bacias, com o intuito de avaliar o impacto da urbanização sobre a dinâmica hidrológica. Para prevenir e mitigar os efeitos desse fenômeno, muitas ferramentas têm sido adotadas, entre elas o uso de modelos hidrológicos.

Esses modelos se apresentam como uma ferramenta que permite melhor entender e representar o comportamento da bacia hidrográfica, além de prever condições e cenários diferentes dos observados (Tucci, 1998). De forma geral, existem diversos modelos para determinação do escoamento superficial, embora a definição do modelo utilizado para cada bacia hidrográfica considere um conjunto de fatores, como disponibilidade e variedade de dados, os recursos financeiros e computacionais disponíveis, a facilidade de aplicação e as limitações do modelo entre outras características.

Um dos métodos mais usados e aplicados na determinação do escoamento superficial é o Soil Conservation Service (SCS-CN), método que se destaca pela simplicidade de aplicação e facilidade em obtenção dos dados (ANSCHAU, et. al. 2018).

O método Curva Número (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA) foi originalmente desenvolvido em 1954 com o objetivo de estimar a transformação da precipitação em escoamento superficial (REIS, 2015), sendo amplamente utilizado nos Estados Unidos e em outros países. O princípio do método é a transformação das curvas em vazões através do cálculo do volume de chuva efetiva e sua distribuição temporal por uma função de transferência (MOTA, 2016).

O principal parâmetro desse método é o CN (Curver Number). Os valores de CN dependem da condição antecedente de escoamento, do uso, manejo, cobertura do solo e respectiva classificação hidrológica, sendo calculado conforme tabelas disponibilizadas no NEH (NRCS, 2004), esse parâmetro determina os valores em conjunto com quatro tipos de solos classificados de acordo com a taxa de infiltração (ARAUJO NETO et. al. 2012).

Segundo Garen e Moore (2005) nenhum outro método de cálculo de vazões máximas agrega tantas vantagens como o SCS-CN, seja ele considerado cientificamente adequado ou não para as bacias em análise, porém diversos estudos realizados em todo o mundo apresentam algumas críticas ao método, (ALVES, 2016) avalia a credibilidade do método e critica pois, a atribuição de um simples parâmetro CN pode gerar erros significantes na estimativa do deflúvio. Alasia 2002, em um estudo realizado verificou a efetividade da metodologia SCS-CN na alocação de recursos financeiros para obras e concluiu que erros de 10% na estimativa do CN podem subestimar superfaturamento de até 110% do valor das obras.

A determinação do CN deve ser feita o mais exato possível para evitar esses problemas, e embora tenham críticas por parte de diversos autores o método é o mais estudado e utilizado no mundo e no Brasil, com esses dados são simulados hidrogramas de cheia em projetos hidráulicos.

Portanto, levando-se em consideração esse contexto é de suma importância conhecer e compreender a resposta da bacia hidrográfica frente a determinadas quantidades de chuvas, pois através dessas previsões é possível preservar e conservar a região onde está inserida a bacia hidrográfica.

OBJETIVO

Avaliar o escoamento superficial em uma bacia hidrográfica, de acordo com o uso e ocupação do solo.

MÉTODOS

Área de estudo

A bacia em estudo, possui uma área igual a 0,045km², com chuvas nos últimos 3 dias totalizando 50mm. Sendo constituída por 4 tipos de solos diferentes, pastagem natural em solo barrento com 25% de argila, área de 0,125km², florestas em solos arenosos com 13% de argila e área igual a 0,028km², áreas urbanizadas com cerca de 65% impermeável, em solos arenosos com pouca argila e área de 0,069km² e por último, áreas urbanas com pouco

adensamento e impermeabilizada em torno de 30%, em solos arenoso com pouca argila com área igual a 0,223km². O curso de drenagem principal possui declividade de 0,022m/m.

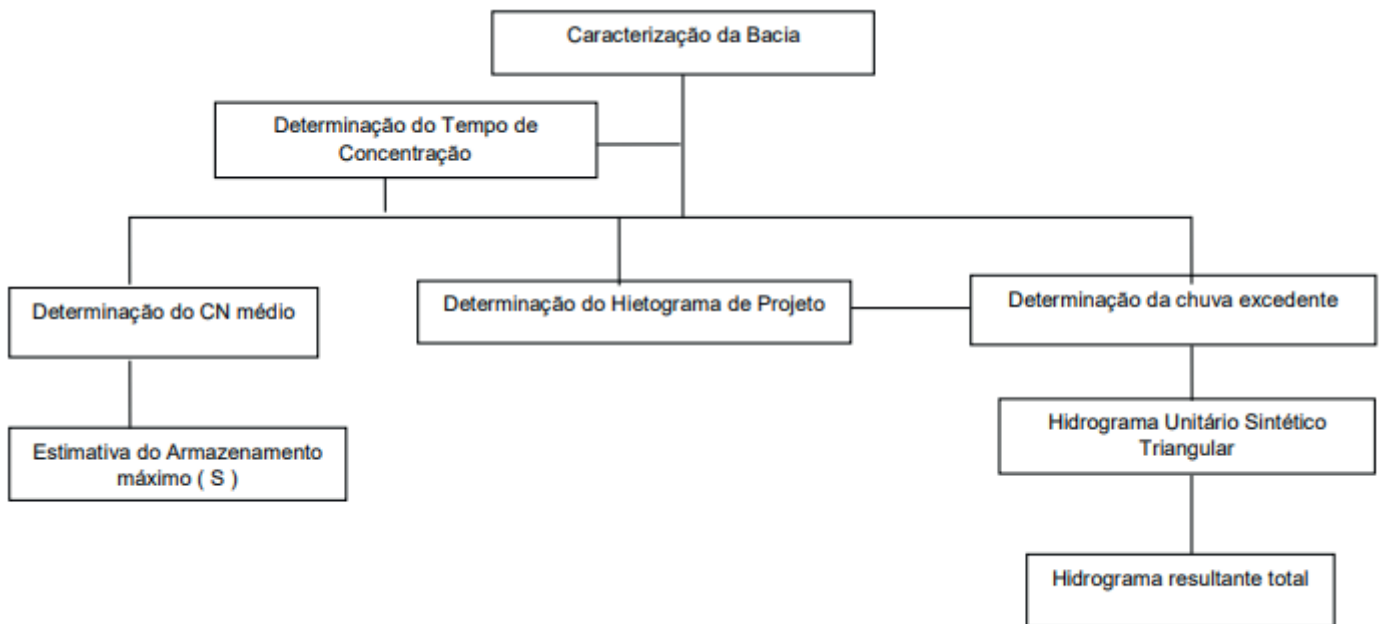
Escolheu-se o ponto P2 como o ponto pais remoto da bacia, a fim de, calcular o tempo de concentração para a bacia. Com os seguintes trechos P2-S3, que tem como características, trecho em escoamento em superfície, declividade 0,022 m/m, Trecho S2-S2, trecho em escoamento em canal, declividade 0,022 m/m e o trecho S2-S1, trecho em galeria, declividade 0,022 m/m.

Simulações hidrológicas

No estudo dos processos hidrológicos é possível, analisar e equacionar o escoamento superficial, parcela de água que escoar diretamente sobre a superfície de uma bacia até o seu exutório.

Para calcular o escoamento superficial de uma bacia hidrográfica numa determinada região é apresentado no fluxograma 1, um conjunto de procedimentos. Tendo como ponto de partida a caracterização da bacia, cálculo do tempo de concentração e determinação do CN médio, determinação do hietograma de projeto, e posteriormente através do cálculo da Precipitação Efetiva e convulsão de seus dados, determina-se o Hidrograma de Projeto considerando o tempo de retorno de 50 ANOS.

Fluxograma 1. Procedimento de determinação do escoamento superficial da bacia hidrográfica.



Determinação do tempo de Concentração (TC)

O tempo de concentração compreende o tempo gasto para que a gota de água escoe desde o ponto mais remoto da bacia até seu exultório. De acordo com a metodologia deve se iniciar escolhendo o ponto mais distante da bacia, ou seja, o mais extremo, e delimitar os trechos de acordo com o percurso da gota de água. Para o caso estudado, determinou se três trechos em áreas diferentes, o trecho P2-S3, S3-S2 e S2-S1.

O método SCS (Soil Conservation Service) determina abordagens distintas para o cálculo do intervalo de concentração, e a depender do trecho definido, esse tempo de concentração será diferente, por exemplo, a bacia estudada apresenta os trechos de escoamento em superfície e os trechos de escoamento em canal, no caso de existir vários trechos de drenagem em série, deve se proceder com o cálculo de cada trecho e ao final somar os TC individuais.

A bacia hidrográfica foi dividida basicamente em três trechos, de acordo com as especificidades de cada área, assim ficou definido (superfície para P2-S3, e canais para os trechos S2-S3, e S2-S1), com isso, por apresentar características diferentes o TC foi calculado através de diferentes equações.

Para se calcular o TC deve se inicialmente determinar o coeficiente de Manning (n) para os três trechos. De acordo com a literatura de Baptista e Coelho (2010), existem tabelas com diferentes valores para n a depender do trecho analisado, nesse caso, o trecho P2-S3

(canal natural com vegetação) foi adotado $n = 0,130$, para o trecho S3-S2 (canal natural com pastagem baixa) $n = 0,030$ e para o trecho S2-S1 (canal artificial revestido com concreto pré – moldado) $n = 0,013$.

Para o trecho 1 (P2-S3), o TC foi calculado através do método SCS TR - 55 que se aplica ao escoamento superficial. Conforme as incógnitas da equação foram efetuadas o cálculo da precipitação por meio da intensidade, a partir da equação (1), considerando um tempo de retorno de 50 anos e um t de 24 horas (1440 min), e por último determinou se o TC com base na equação (2):

$$I = (a * Tr^b) / (t + c)^d \text{ Eq. (1)}$$

Onde o tempo de Retorno Tr é em (anos) e a, b, c, d são parâmetros da IDF da região.

$$Tc = 5,474 * (n * L)^{0,8} / P_{24}^{0,5} * S^{0,4} \text{ Eq. (2)}$$

Já com relação ao tempo de Concentração em (min) tem se n como o Coeficiente de rugosidade de Manning, L o Comprimento do Trecho em (m), P_{24} a Precipitação em 24h (mm) e S é a Declividade do terreno (m/m).

No caso dos trechos S3-S2 referente a um canal e S2-S1 a uma galeria aplicou se as seguintes equações na sequência, equações (3), (4) e (5), a começar pelo método cinemático que associa o comprimento e a velocidade, conforme mostra a equação (3):

$$Tc = L / V \text{ Eq. (3)}$$

Onde, Tc é o tempo de Concentração (min), L o comprimento do Trecho (m) e V a Velocidade do escoamento em (m3/s).

$$Rh = (A / Pm) \text{ Eq. (4)}$$

Com Rh raio Hidráulico (m), A área da seção (m²) e Pm perímetro molhado (m) $V = Rh^{2/3} * S^{1/2} / n$ Eq.(5)

Sendo, V velocidade (m3/s), Rh o raio Hidráulico (m), S declividade do terreno (m/m) n coeficiente de rugosidade de Manning.

Dessa forma, o tempo de concentração total foi estimado somando o TC de cada trecho.

$$Tc = \text{TRECHO P2-S3} + \text{TRECHO S3-S2} + \text{TRECHO S2-S1}$$

$$Tc = 34,54 \text{ min.}$$

Precipitação de projeto

Calculou-se a precipitação de projeto a partir do método dos blocos alternados, através desse procedimento, após definido a duração total da chuva a ser obtida e do seu tempo de retorno são calculados, com base nas relações IDF as intensidades médias para as diversas durações até a duração total. Logo para determinar a precipitação de projeto, foram necessários os valores dos coeficientes da equação de intensidade de chuva (Eq. 1), o período de retorno e o tempo de concentração calculado anteriormente, assim com esse tempo foram estabelecidos intervalos menores para gerar uma tabela e posteriormente o gráfico. A equação

(6) foi aplicada para determinar a precipitação acumulada. Os valores foram sendo calculados e rearranjados de forma que o maior valor se localize no centro de duração total da chuva, e os demais sejam dispostos em ordem decrescente, sempre um à direita e outro à esquerda do valor central.

$$P_a = I * (t / 60)$$

Sendo I a intensidade em (mm/h) e t o tempo em (min).

Determinação da chuva excedente

A chuva efetiva corresponde à parcela da precipitação total escoada superficialmente, que é definido por Santori (2004) como parte da água que percorre até o exutório. Segundo Collischonn e Dornelles (2015), a geração do escoamento superficial ocorre em dois principais processos: o processo hortoniano e a precipitação sobre solos saturados.

Por meio do método do SCS - CN a chuva efetiva é estimada com base nos parâmetros do uso e ocupação do solo. O principal parâmetro desse método é o CN (Curver Number). Os valores de CN dependem da condição antecedente de escoamento, do uso, manejo, cobertura do solo e respectiva classificação hidrológica, sendo calculado conforme tabelas disponibilizadas no NEH (NRCS, 2004). Para a bacia estudada diagnosticou a predominância de quatro solos diferentes conforme as características de cada área, os solos C, B, A, A. Com essa classificação determinou se CN com base na condição de umidade III (solos úmidos).

Com o valor de CN calculou se a máxima infiltração do solo a partir da equação (7):

$$S = (25400 / CN) - 254 \text{ (Eq. 7)}$$

Onde, S é armazenamento potencial no Solo (mm) e CN Curve Number.

Para as perdas iniciais, que incluem acúmulo de água na superfície, interceptação e infiltração no solo, foi utilizada a equação (8):

$$I_a = N / S \text{ (Eq. 8)}$$

Na qual, S é máxima infiltração do solo e N é número da curva médio.

Em seguida, acumulou se as precipitações da chuva de projeto em um quadro e foram calculadas as chuvas efetivas acumuladas. Para o caso de as chuvas acumuladas serem inferiores às perdas iniciais adotou se a chuva excedente igual à zero, já quando as perdas forem superiores às perdas iniciais obtém se a chuva excedente pela equação (9):

$$Hexc_a = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S) \text{ (Eq. 9)}$$

Em que, P é a precipitação acumulada em (mm), I_a às perdas iniciais, S é máxima infiltração no Solo (mm).

Por fim, transformou se as chuvas efetivas acumuladas em chuvas efetivas incrementais, para cada intervalo de tempo, de acordo com a equação (10):

$$Hexc_i = Hex_a - Hexc_1 \text{ (Eq. 10)}$$

Onde, Hex_a se refere as chuvas efetivas acumuladas (mm/h) e $Hexc_1$ as chuvas efetivas acumuladas anteriormente.

Hidrograma unitário e hidrograma resultante total

O Hidrograma unitário sintético triangular segundo Collischonn e Dornelles (2015) sugere uma aproximação do HU por meio de relações de vazão e tempo estimadas com base no tempo de concentração e na área da bacia. O hidrograma unitário sintético triangular é construído a partir dos dados da chuva de projeto obtidos nas equações anteriores. Dessa forma, para a obtenção desse hidrograma se calcula o tempo de pico (T_p), o tempo de base (T_b) e a vazão de pico (Q_p), através das respectivas equações abaixo:

$$T_p = 0,6 * T_c + (d/2) \text{ (Eq. 11)}$$

Onde, T_p indica tempo de pico (min), T_c o tempo de concentração (min) e d à duração da precipitação (min).

$$T_b = T_p + (1,67 * T_p) \text{ (Eq. 12)}$$

Sendo, T_b o tempo de base (min) e T_p o tempo de pico (min).

$$Q_p = (0,208 * A) / T_p \text{ (Eq. 13)}$$

Na qual, Q_p é a vazão de pico (m³/s), A Área da bacia (km²) e T_p = tempo de pico (horas).

Em seguida, calculou se as ordenadas do hidrograma unitário sintético triangular. Para determinar essas ordenadas deve se levar em consideração duas situações, a primeira quando o ($t < t_p$) e, portanto, considerado ramo ascendente, por isso, deve se aplicar a equação (14) e a outra quando ($t > t_p$), ramo descendente calculado através da equação (15).

$$Q_{(t)} = (Q_p/T_p) * t \text{ (Eq. 14)}$$

Onde, $Q(t)$ é a vazão do ramal ascendente, Q_p à vazão de pico (m³/s), T_p o tempo de pico (min) e t tempo em (min).

E para a segunda situação tem se:

$$Q_{(t)} = [(T_b - t)/(T_b - T_p)] * Q_p \text{ (Eq. 15)}$$

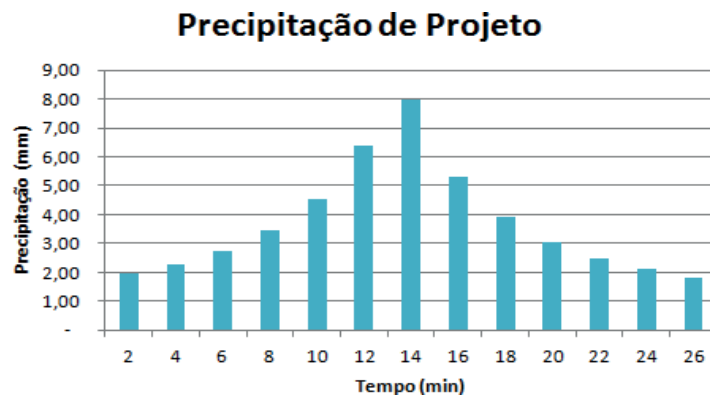
Sendo, $Q(t)$ à vazão do ramal descendente, T_b = tempo de base (min), T_p o Tempo de pico (min), t o tempo em (min) e Q_p = vazão de pico (m³/s).

E como etapa final deve se proceder com a convolução, que utiliza os princípios da proporcionalidade e da superposição para calcular os hidrogramas resultantes dos eventos e também o hidrograma unitário. Segundo Tomaz (2012), a convolução é uma operação matemática de duas funções P e U dando origem a uma terceira função Q . Dentro da hidrologia P significa as chuvas excedentes obtidas pelo (CN) e a função U são as ordenadas do hidrograma sintético triangular e por fim Q que representa o escoamento superficial.

RESULTADOS

Pelo método dos blocos alternados foi definida a duração total da chuva a ser obtida, com o tempo de retorno de 50 anos. Com base nas relações IDF, foi calculado as intensidades para as diversas durações até a duração total. Essas intensidades foram então transformadas em precipitação e demonstraram os valores acumulados até o ultimo intervalo. De acordo com gráfico 1, durante a duração de 26 minutos para o evento, foi observada uma precipitação total de 48,06 mm com uma precipitação de pico de aproximadamente 8 mm.

Gráfico 1. Precipitação de Projeto



Calculado a chuva de projeto, foi estimada com base no Método do SCS-CN, a precipitação excedente, ou seja, a parcela de água que escoar superficialmente. Para a determinação dessa chuva utilizou-se o CN (curver number) que considera basicamente, a retenção S, abstração inicial Ia e a precipitação P, sendo os dois primeiros, funções do parâmetro CN e o último relacionado aos dados disponíveis na região em estudo. A determinação do valor de CN depende da condição antecedente de escoamento, do uso, manejo, cobertura do solo e respectiva classificação hidrológica, sendo calculado conforme tabelas disponibilizadas inicialmente. Para o caso dessa bacia hidrográfica, o valor de CN foi obtido em conjunto com quatro tipos de solos classificados de acordo com a taxa de infiltração e condição antecedente de umidade III, nos respectivos trechos definidos. Para estimar o valor de CN foi utilizada a tabela 1 do SCS-USDA (1972), dessa forma, o CN foi ajustado resultando em 82 conforme a condição de umidade III.

Tabela 1. Relação para transformar número da curva de escoamento (CN) da condição de umidade antecedente AMC I e AMC III para a condição AMC II.

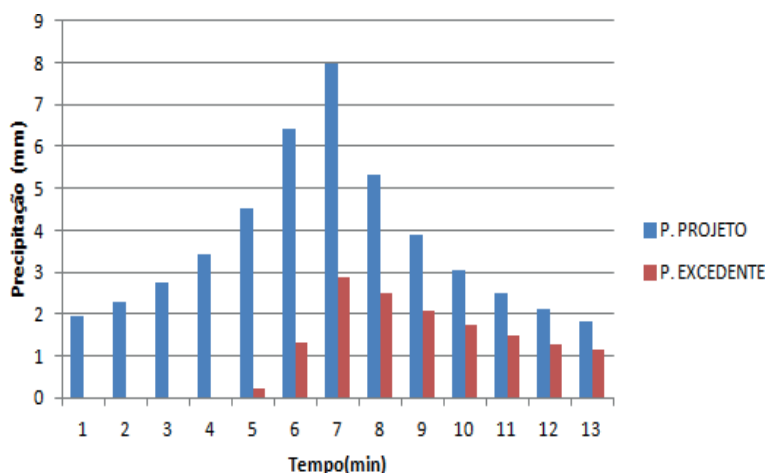
66	46	82	15	6	30
65	45	82	10	4	22
64	44	81	5	2	13
63	43	80	0	0	0
62	42	79			

CN para AMC II	CN para		CN para AMC II	CN para	
	AMC I	AMC III		AMC I	AMC III

Fonte: SCS-USDA (1972)

Conforme apresenta o gráfico 2, as colunas em azul representam a precipitação de projeto para evento, relacionando a parcela da precipitação que escoar superficialmente, como mostra as colunas em vermelho. Para a precipitação total de 48,06 mm houve um escoamento superficial direto de 14,7 mm.

Gráfico 2. Relação Precipitação de Projeto X Precipitação Excedente



Com os dados do tempo de concentração e da área da bacia, o hidrograma pode ser aproximado por um triângulo definido pelo tempo de base, vazão de pico e tempo de pico. O tempo de pico é estimado com 60% do tempo de concentração que foi obtido pela equação do tempo de concentração, sendo de 34,54 minutos para os três trechos da bacia. Sendo o tempo de pico referente à subida do hidrograma que é calculado através da fórmula abaixo:

$$T_p = T_p + d/2$$

Para o tempo de base do hidrograma (T_b) é aproximado por:

$$T_b = T_p + 1,67 * T_p$$

E para a vazão de pico Q_p tem se:

$$Q_p = 0,208 * A / T_p$$

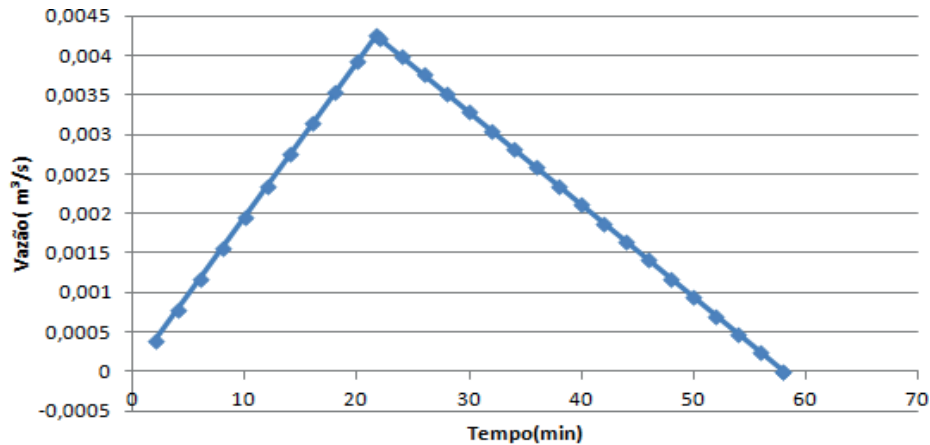
Sendo que no processo de obtenção das ordenadas do hidrograma deve se levar em consideração duas condições, quando às ordenadas da vazão estiver antes ou depois da vazão de pico. Desta forma, calcula se a partir das seguintes equações:

$$Q(t) = (Q_p / T_p) * t \text{ (Ramos ascendente)}$$

$$Q(t) = Q_p * [(T_b - T) / (T_b - T_p)] \text{ (Ramo descendente)}$$

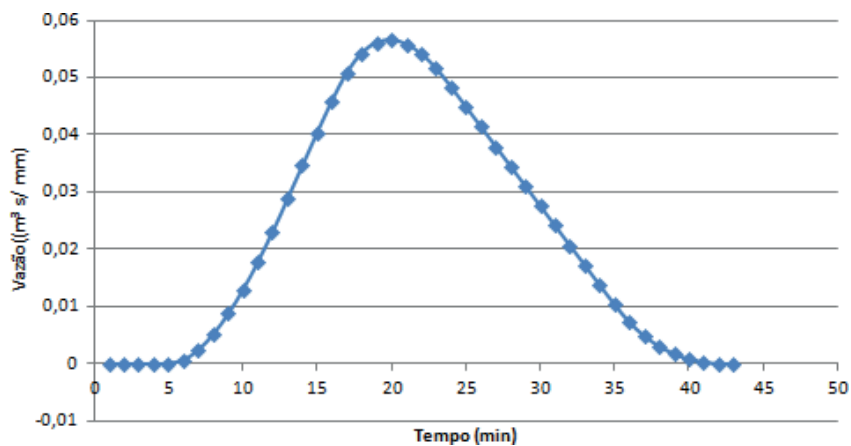
Como mostra o hidrograma acima, a discretização do tempo foi realizada num intervalo de 2 em 2 minutos, resultando num tempo de pico igual a 21,72 minutos, tempo de base equivalente a 58,00 minutos e vazão de pico igual a 0,004 m³/s.

Gráfico 3. Hidrograma Unitário sintético triangular



Por fim, tem-se o gráfico 4, o Hidrograma resultante total obtido, apresenta uma elevação brusca na curva, atingindo a maior vazão num intervalo de tempo menor.

Gráfico 4. Hidrograma resultante total



DISCUSSÃO

As chuvas de Projeto (hietogramas) são metodologias de representação simplificada, ao qual se associa a chuva na bacia hidrográfica a um período de retorno, essa distribuição temporal é utilizada basicamente como entrada em modelos de simulação chuva-vazão, para dimensionamento de estruturas hidráulicas.

Como foi apresentado sequencialmente nos gráficos acima, é muito importante saber determinar as vazões de uma bacia hidrográfica, especialmente quando se trata de uma bacia hidrográfica urbana, pois, através dos cálculos é possível prever diversos eventos em decorrência das características da bacia e a partir disso, evitar muitos impactos ao meio ambiente e à sociedade.

Como foi possível observar anteriormente, o cálculo da precipitação excedente é de suma importância para conseguir gerar os demais gráficos, isso porque, além de conseguir identificar a parcela de água que escoa superficialmente ela implica em dados primários que

serão utilizados na sequência até que se consiga obter o hidrograma unitário para o evento. Por meio do método do SCS - CN a chuva efetiva é estimada com base nos parâmetros do uso e ocupação do solo, seu principal parâmetro, o CN (Curver Number), representa valores tabelados que dependem da condição antecedente de escoamento, do uso, manejo, cobertura do solo e respectiva classificação hidrológica, NEH (NRCS, 2004).

O gráfico 3 representa muito bem o hidrograma sintético triangular, um hidrograma construído a partir dos dados do tempo de concentração e da área da bacia, esses dados possibilitam estimar o hidrograma que apresenta um formato triangular. Nele é definido o tempo de base, vazão de pico e tempo de pico. O hidrograma unitário sintético triangular foi um ponto chave para gerar o hidrograma resultante total, uma vez que a partir dele, se procede com a convolução, um processo que por meio de duas funções matemáticas permite obter uma terceira função. Em outras palavras, essas duas funções se resumem na hidrologia, como sendo: P as chuvas excedentes obtidas pelo (CN) a função U as ordenadas do hidrograma sintético triangular e Q o escoamento superficial.

Por fim, em última análise, tem-se o produto final, o Hidrograma resultante total, como mostra o gráfico 4, apresenta uma elevação brusca do hidrograma, essa elevação se justifica por se tratar de uma bacia urbana que atinge sua maior vazão em um intervalo de tempo menor. Por serem bacias relativamente modificadas pelo processo de impermeabilização das áreas, aumenta a impermeabilidade e conseqüentemente aumenta o escoamento superficial e a vazão de pico aumenta. As especificidades da bacia como, tipos de solo, capacidade de infiltração, cobertura vegetal, precipitação, entre outras variáveis são importantes para determinar o hidrograma de projeto.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou uma análise da aplicação do método SCS-CN para estimar a transformação da precipitação em escoamento superficial numa bacia hidrográfica com áreas de diferentes características. O método se aplica muito bem pela sua facilidade de utilização e é o mais utilizado no Brasil e em outros países do mundo. O escoamento foi determinado através das equações de precipitação, uso e ocupação do solo, dados que possibilitaram estimar a chuva efetiva de projeto e gerar o hidrograma unitário. Contudo, os resultados apontaram que devido o processo de urbanização a bacia apresentou uma elevada vazão de pico, além de forte influencia no tempo de concentração, ou seja, quanto mais urbanizada for à bacia menor será o tempo de concentração e assim maior será o percentual da lâmina ecoada em relação à precipitação total. Diante disso, é fundamental e importante que se projete sistemas de drenagem a fim de neutralizar os transtornos ou problemas eventualmente relacionados ao escoamento superficial gerado pela precipitação.

■ REFERÊNCIAS

1. ALLASIA, D. G. Impacto das incertezas no custo de uma rede de macrodrenagem. 152 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3980> >. Acesso em: 10 de jan. 2020.
2. ALVES, G. J. Aplicabilidade do método CN-SCS a uma bacia hidrográfica representativa dos Latossolos no sul de Minas Gerais. 2016. 156 f. Dissertação (Mestrado em RECURSOS HÍDRICOS EM SISTEMAS AGRÍCOLAS) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: < http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/12137/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Aplicabilidade%20do%20m%C3%A9todo%20CN-SCS%20a%20uma%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica%20representativa%20dos%20latossolos%20no%20Sul%20de%20MG.pdf >. Acesso em 22 de jan. 2020.
3. ANSCHAU, A. R.; RECKZIEGEL, T.; SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; AMARAL, F. G. Avaliação da Expansão Urbana e seu Impacto na Dinâmica de Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Arroio Itaquirinchim de Santo Ângelo – RS. Revista Engevista, v. 20, n. 5, p. 772-791, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.22409/engevista.v20i5.18025> >. Acesso em 14 de Jan. 2020.
4. ARAÚJO NETO, J. R. de; PALÁCIO, H. A. de Q.; de ANDRADE, E. M.; dos SANTOS, J. C. N.; PINHEIRO, E. A. R. Otimização do Número de Curva (CN-SCS) para Diferentes Manejos na Região Semiárida, Ceará, Brasil. Revista Irriga, Botucatu, Ed. Especial, p. 264- 279, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p264> >. Acesso em 18 de Jan. 2020.
5. BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Porto - Alegre: ABRH, 2005. 266 p. Disponível em: < https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5401/1/arquivo2468_1.pdf >. Acesso em 18 de Jan. 2020.
6. COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. 2015. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Ed. 2, Porto Alegre.
7. Garen, D. C.; Moore, D. S. Curve Number hydrology in water quality modeling: uses, abuses, and future directions. J. Am. Water Resour. Assoc., v. 41 n. 2, p. 377-388, Apr. 2005. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2005.tb03742.x> >. Acesso em 24 de Jan. 2020.
8. MOTA, T. U. Associação entre os métodos SCS-CN e GRADEX para cálculo de vazões máximas. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: < <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1245M.PDF> >. Acesso em 12 de Fev. 2020.
9. NRCS – Natural Resources Conservation Service. National Engineering Handbook. Part 630: Hydrology. Washington: USDA, 2004. Disponível em: < <https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17758.wba> >. Acesso em: 16 de Jan. 2020.
10. REIS, B. J. Estimativa de escoamento superficial na bacia do rio sapucaí por meio de modelagem hidrológica dinâmica distribuída. Trabalho para avaliação parcial na disciplina de Introdução ao Geoprocessamento (SER-300) do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE, São José dos Campos 2015. Disponível em: < [10.13140/RG.2.2.28306.66249](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28306.66249) >. Acesso em 6 de Fev. 2020.
11. TUCCI, C. E. M. Modelos hidrológicos. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. 669 p.

“

Direito à saúde como instrumento de ações sociais para a sustentabilidade ambiental

▮ Antonio Jorge de Lima **Gomes**
UFVJM

▮ Jorge Luiz dos Santos **Gomes**
UFVJM

▮ Priscilla dos Santos **Gomes**
UCP

RESUMO

A proteção ambiental está diretamente relacionada com a proteção da vida e suas ações estão diretamente ligadas aos direitos sociais, dentre estes o direito à saúde e ao equilíbrio ambiental. O direito à saúde faz parte de um conjunto dos direitos sociais, que têm como inspiração o valor da igualdade entre todos os seres humanos, e diretamente relacionado com estudos e ações ambientais, sobretudo em ações de sustentabilidade. Neste sentido, foram utilizados neste trabalho os métodos descritivos e heurísticos, com base em temas de direito à saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental. Os resultados, apontam que a pobreza voltou a aumentar no Brasil a partir de 2014. Em 2019 atingiu 38,1 milhões de pessoas e a extrema pobreza alcançou 13,5 milhões de brasileiros. O índice Gini em 2019 foi de 0,629 e o IDH 0,710 voltando aos níveis da década de 2000. Estes valores assinalam que o país voltou a concentrar renda nos mais ricos. A saúde ambiental inclui práticas intra e intersetoriais, e ainda transdisciplinares sobre as relações das pessoas com o meio ambiente. As principais políticas públicas voltadas para a área de saúde no Brasil precisam avançar, e para melhorar o acesso à saúde deve-se lutar por melhor distribuição de renda. O acesso à educação e à saúde devem ser compreendidos como instrumentos de qualidade de vida. Deste modo, a busca de melhores soluções para os serviços de saúde, seu acesso e sua utilização, deverão ser utilizados como instrumento de desenvolvimento urbano, social e ambiental.

Palavras-chave: Direito à Saúde, Desenvolvimento Urbano, Sustentabilidade Ambiental.

INTRODUÇÃO

O direito à saúde é parte integrante de um conjunto de direitos denominados de direitos sociais, que têm como inspiração o valor da igualdade entre todos os seres humanos. Neste contexto, o acesso à saúde é um Direito Social, que poderá contribuir com ações que fortaleçam a sustentabilidade e o meio ambiente (GOMES et al., 2013; GOMES et al., 2014).

A Sustentabilidade Ambiental é um conceito transdisciplinar que preconiza o uso dos recursos naturais de forma responsável, de tal modo que continuem existindo e venham a ser utilizados ou reutilizados pelas próximas gerações.

As políticas de saúde e o acesso à saúde precisam ser salvo-condutos como instrumento de desenvolvimento urbano, social e ambiental, inserindo o homem ao meio ambiente que o cerca, conscientizando-o de sua cidadania com respeito às leis, direitos e aos deveres de cidadão. Somente a partir desta concepção alcançaremos justiça social e um meio ambiente mais sustentável.

A nova concepção de saúde é compreendida como um estado dinâmico, socialmente produzido, um recurso para a vida (BUSS, 2000).

Um dos maiores desafios para aplicar as medidas de sustentabilidade ambiental é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e social de um país e a preservação do meio ambiente.

As políticas públicas devem ser erigidas a partir da participação direta ou indireta da sociedade civil, visando assegurar um direito a determinado serviço, ação ou programa. No Brasil, o direito à saúde é viabilizado por meio do Sistema Único de Saúde (SUS) que deverá ser universal, integral e gratuito.

Os Direitos Sociais refletem a preocupação com a integridade física do ser humano, e estão relacionados aos princípios de dignidade da pessoa humana, solidariedade e igualdade, que visam atingir a justiça social. Estes princípios estão presentes na Constituição do Brasil de 1988.

A saúde ambiental inclui práticas intra e intersetoriais, e ainda transdisciplinares sobre as relações das pessoas com o ambiente, todas estas visando o bem-estar social, melhor qualidade de vida e à sustentabilidade, com o principal objetivo de orientar e fomentar políticas públicas adequadas para o acesso à saúde (FREITAS, 2003; DIAS et al., 2009).

Observa-se um grande desequilíbrio ambiental e impacto causado sobre a vida humana, verifica-se a importância e a urgência em se recuperar, conservar e proteger o meio ambiente, pois sem o equilíbrio do mesmo os riscos à saúde vão aumentar catastroficamente (GOMES et al., 2014).

A Educação Popular em Saúde configura-se como um processo de formação e capacitação que se vincula à ação organizada do povo para alcançar o objetivo de construir uma

sociedade nova de acordo com seus interesses. Esta, é caracterizada como a teoria a partir da prática e não a teoria sobre a prática como ocorre na educação em saúde tradicional, onde é preciso educar para transformar e transformar para educar (HURTADO, 1993).

A questão da qualidade de vida está intrinsecamente relacionada ao meio ambiente, sobretudo pela exacerbada busca de consumismo, gerando-se, conseqüentemente um progressivo desequilíbrio ambiental, que tem acarretado perdas nas condições de habitabilidade e de qualidade de vida (STURZA e GRANDO, 2015).

O termo qualidade de vida não possui uma conceituação específica, estando associada a um conjunto de indicadores, dentre os quais tem-se a qualidade ambiental, que por sua vez está conexa ao exercício de um conjunto de direitos, nos quais, um deles é o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado (SILVA, 2009).

O acesso à saúde engloba diferentes fatores e pode ser analisado através de diversos tipos de abordagens, sendo um tema multidimensional, que envolve aspectos políticos, econômicos, sociais, organizativos, técnicos e simbólicos, no estabelecimento de caminhos para a universalização (GOMES et al., 2017).

Bulos (2011) destaca que os Direitos Sociais da seguridade social envolvem o direito à saúde, previdência social, assistência social, enquanto que os relacionados à cultura abrangem a educação, o lazer, a segurança, a moradia e a alimentação.

OBJETIVO

Analisar a relação do direito à saúde como instrumento para ações sociais de sustentabilidade ambiental, no qual, o acesso à saúde pública como direito fundamental deve promover uma sustentabilidade ambiental a favor de toda a sociedade.

MÉTODOS

Utilizaram-se os métodos descritivos e heurísticos. O método descritivo é um dos métodos qualitativos mais utilizado em pesquisas, onde este, têm como objetivo fundamental, avaliar algumas características de uma determinada população ou específica situação.

De acordo com Colin (2007), os métodos heurísticos costumam encontrar as melhores soluções possíveis para problemas, e não soluções exatas, perfeitas, definitivas. Os métodos heurísticos são acessos mentais confiáveis e convenientes que ser utilizados para diminuir suas opções quando você é confrontado com várias opções diferentes, para facilitar sua carga cognitiva ou para resolver problemas.

Na pesquisa científica há de se atender a três pressupostos básicos: a epistemologia, o procedimental e a normalização. A epistemologia relaciona-se com o fenômeno a ser

investigado, a partir do corpo teórico existente, no qual se incluem subsídios advindos das diversas áreas do conhecimento com suas leis científicas, teorias, teoremas, axiomas, princípios e normas correntes. O procedimental representa o caminho a ser percorrido para se atingir o objetivo previamente estabelecidos no presente estudo.

As políticas públicas são programas, ações e decisões tomadas pelos governos nacional, estadual ou municipal que afetam a todos os cidadãos, de todas as escolaridades, independente de sexo, cor, religião ou classe social.

Foram realizados levantamentos bibliográficos com base na Constituição Federal (BRASIL, 1988), Constituições Estaduais de 1989 e a Lei 8080 denominada de Lei Orgânica da Saúde (BRASIL, 1990) e comparadas suas ações com levantamentos de campo, onde constatamos que a saúde ainda tem muitos problemas de atendimento em todos os seus níveis.

Segundo Silva (2010) os direitos sociais são prestações positivas proporcionadas pelo Estado direta ou indiretamente, enunciadas em normas constitucionais, que possibilitam melhores condições de vida aos mais fracos, direitos que tendem a realizar a igualização de situações desiguais.

Os Direitos Sociais são conquistas dos movimentos sociais ao longo dos séculos, isto de fato acontecia em escala mundial, e somente em um cenário de conflitos, greves e sangue derramado é que as autoridades começaram a se mobilizar. A doutrina diferencia os direitos sociais dos direitos de defesa. Júnior (2010) os distingue quanto ao seu objeto, no sentido de que os primeiros, consistem numa prestação positiva de natureza material ou fática em benefício do indivíduo, para garantir-lhe o mínimo existencial, responsável pelos postulados da justiça social.

Para Max Weber a ação social é aquela que é orientada ao outro. De um modo geral, este considerava o indivíduo e suas ações como ponto chave da investigação, isto é, o ponto de partida de estudo para a Sociologia, no qual, se busca a compreensão e a percepção do sentido que o indivíduo atribui às suas escolhas (TOMAZI, 1997).

Weber não pensa que a ordem social tenha que se opor e se distinguir dos indivíduos como uma realidade exterior a eles, mas que as normas sociais se concretizam exatamente quando se manifestam em cada indivíduo sob a forma de motivação. Weber distingue quatro tipos de ação social que orientam as pessoas:

- Ação social racional com relação a fins, a qual é estritamente racional;
- Ação social racional com relação a valores, onde não é o fim que orienta a ação, mas o valor, seja este ético, religioso, político ou estético;
- Ação social afetiva, na qual a conduta é movida por sentimentos;
- Ação social tradicional, que tem como fonte motivadora os costumes e/ou hábitos de uma determinada sociedade.

No ordenamento jurídico interno, o direito à saúde vem estampado nos artigos 6º e 196º da Constituição Federal, nos quais se assegura que o direito à saúde se constitui um direito social, permeado pela universalidade, ou seja, a todos é destinado (STURZA e GRANDO, 2015).

Conforme dispõe o artigo 203 da Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988) a assistência social será prestada a quem dela necessitar, independentemente de contribuição à seguridade social.

Oliveira (1993) e Vasconcellos (2007), indicam a integração das ações a partir do estabelecimento de colegiados interinstitucionais que deem conta da formulação da política, do planejamento das ações e da sua execução.

Não podemos esquecer que na retaguarda do Direito há uma ciência e, consequentemente, lutas e anos de desenvolvimento social, crescimento doutrinário e na ausência de leis ordinárias, a jurisprudência é o caminho fim. A imprecisão realmente embaraça a boa aplicação do Direito, que em certos momentos parece menos justo do que deveria ser.

A Constituição Federal de 1988 estabelece também em seu artigo 204 a solidariedade financeira, já que, as ações governamentais na área da assistência social serão realizadas com recursos do orçamento da seguridade social, e não através de contribuição previdenciária.

A organização da produção de serviços de saúde se dá a partir do arranjo de saberes da área, bem como das estratégias políticas implementadas por um determinado grupo social (MERHY e FEUERWERKER, 2009).

O Relatório Lalonde (1974) no Canadá estabeleceu a necessidade de se considerar as questões ecossistêmicas para a avaliação e a criação de ambientes saudáveis. Este foi um relatório produzido em 1974 no Canadá, sob o nome de “A new perspective on the health of Canadians” (Uma nova perspectiva da saúde de canadenses), sendo considerado o primeiro relatório governamental moderno no mundo ocidental a reconhecer que a ênfase em assistência médica sob um ponto de vista biomédico é errado, e que é necessário olhar além do sistema tradicional de saúde (tratamento dos doentes) se o objetivo é melhorar a saúde pública.

A nossa saúde está comprometida, estamos afetando a saúde do nosso corpo, seja emitindo gases de “efeito estufa” na atmosfera acarretando em doenças respiratórias, seja lançando mão de agrotóxicos (venenos) nos alimentos que ingerimos, seja de outras diversas formas que temos disponíveis (DUCHIADE, 1992).

No contexto da medicina social latino-americana, é apresentado por Laurell e Noriega (1989) no livro “Processo de Produção e Saúde - Trabalho e Desgaste Operário” os seguintes apontamentos:

“A revisão da investigação latino-americana sobre o trabalho e a saúde mostra

que tem havido um avanço importante, neste campo, durante os últimos dez anos. A configuração bastante original desta área de conhecimento destaca-se como o traço que talvez mais se sobressaia. Ela se distingue da dos países capitalistas avançados que apresentam uma hegemonia das abordagens da medicina ocupacional e da engenharia de segurança industrial” (LAURELL e NORIEGA, 1989).

Não nos sentimos como parte que compõe o todo, mas sim, como parte desvinculada do todo; como na medicina, não precisamos nos preocupar com as batidas do coração, se o que está tendo problemas são os pés outros órgãos do corpo humano.

Inúmeros são os danos ambientais causados pela manipulação de medicamentos, para a fabricação de equipamentos médicos de efeito duvidoso, para a superutilização de kits de laboratório para realização de “todos os exames que temos direito” (SÁ, 2009).

Temos questões muito menores que podemos resolver com decisões imediatas, cotidianas, mas não o fazemos. O pensamento precisa partir do local, para, posteriormente, atingir o global (DUCHIADE, 1992).

Neste sentido, não se pode esquecer que a saúde do trabalhador arvora a si, desse modo, a égide sobre as relações saúde-trabalho no Estado democrático de direito (VASCONCELLOS, 2007), apesar de não ser objeto deste trabalho, trata-se de uma relação interdisciplinar.

A sociedade vive dos apelos midiáticos pela aquisição de bens tecnológicos, se esquecem dos direitos trabalhistas, formas produtivas, consumo, meio ambiente e sustentabilidade. Essa é uma visão ocasionada pelo paradigma cartesiano, desvinculado dos outros processos a que o objeto foi ou será submetido, numa relação de produção, consumo e satisfação social-coletiva.

Neste contexto, a preocupação com a sustentabilidade é de fundamental importância para reduzir problemas ambientais como poluição, contaminação, efeito estufa, aquecimento global, extinção de animais e vegetais, e a diminuição dos recursos naturais.

Atualmente, o modelo de desenvolvimento (in)sustentável vem provocando as mais variadas distorções onde cerca dos 4,4 bilhões de habitantes dos países em desenvolvimento, 3/5 não possuem saneamento básico, 1/3 não possuem acesso à água potável e 1/4 não possuem residência adequada, dentre outras deficiências. Este documento das Nações Unidas indica que o número de pessoas sem acesso à água potável em casa está em torno de 2,1 bilhões em todo o mundo (ONU, 2017).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As relações entre o direito, a saúde, e o meio ambiente, se situam apenas no marco das conquistas consignadas em lei, com o propósito exclusivo da garantia dos direitos de

atenção à saúde, na perspectiva normativa. A política de saúde no Brasil se encontra presente em diferentes instituições públicas e fortemente observada nos interesses privados.

A racionalidade médica, por questões éticas e morais, irá seguir os caminhos do pensamento científico, interagindo com o conhecimento observado na própria natureza, alavancando o conhecimento do próprio homem e os modelos intervenção em favor de toda a sociedade.

Nos últimos tempos, o meio ambiente tem sido foco constante dos noticiários. Diversas tragédias como: queimadas, desmatamentos, tornados, terremotos, enchentes, nevascas intensas e secas extremas em todo o planeta, são ditas como resultado da fúria da natureza. Muitas vezes as intervenções humanas não são focalizadas e não são apresentadas soluções técnicas e científicas para minimizar estas situações. A sociedade se sente abandonada.

A história da humanidade tem sido marcada pela drástica alteração da superfície terrestre e de sua atmosfera, o que vem ameaçando a integridade do planeta e sobrevivência da própria humanidade. Estamos destruindo a saúde dos seres humanos, dos animais, vegetais, água, solo, ar; com esse estilo de vida consumista onde tudo é matéria-prima consumível.

O Brasil possui uma fantástica fonte natural de recursos, a maior biodiversidade do planeta de significativos avanços tecnológicos, importante parque industrial, o maior país do hemisfério sul, posição alcançada à custa de grandes desigualdades sociais e regionais e da enorme perda de recursos naturais e de vidas humanas. Dessa forma, o país e a sociedade têm uma responsabilidade grande sobre o meio ambiente.

No Brasil o sistema SUS é um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo, sendo o único a garantir assistência integral e completamente gratuita para a totalidade da população, inclusive aos pacientes portadores do HIV, sintomáticos ou não, aos pacientes renais crônicos e aos pacientes com câncer. Está amparado por um conceito ampliado de saúde, em que a universalidade do atendimento rompeu com a lógica adotada em outros países.

As transformações pelas quais passam os sistemas de saúde no Brasil constituem-se num objeto sociológico a ser pesquisado e compreendido na construção dos direitos sociais e do meio ambiente sustentável.

A gestão do território é uma questão fundamental na construção de sociedades justas, economicamente eficientes e não predatórias da natureza. Até então, o modelo de atendimento era dividido em três categorias: os que podiam pagar por serviços de saúde privados, os que tinham direito à saúde pública por serem segurados pela previdência social (trabalhadores com carteira assinada) e os que não possuíam direito algum.

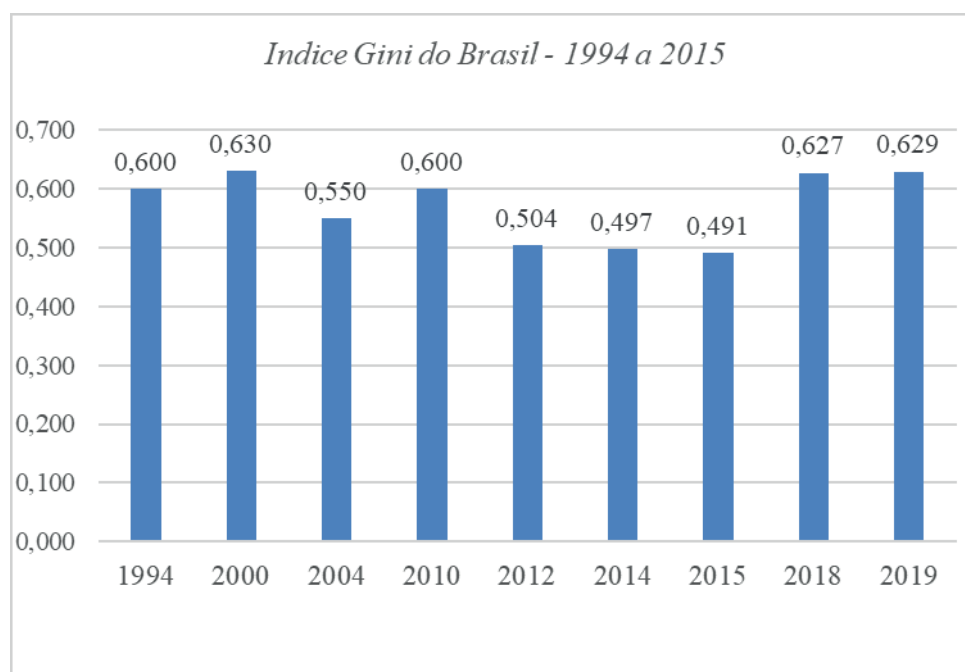
A implantação do SUS unificou o sistema, já que antes de 1988 a saúde era responsabilidade de vários ministérios, e descentralizou sua gestão. Ela deixou de ser exclusiva do Poder Executivo Federal e passou a ser administrada por Estados e municípios.

Com a implantação do sistema, o número de beneficiados passou de 30 milhões de pessoas para 190 milhões. Atualmente, 80% desse total dependem exclusivamente do SUS para ter acesso aos serviços de saúde.

O acesso à educação e à saúde são compreendidos como instrumentos de qualidade de vida e de desenvolvimento humano, neste sentido o Coeficiente Gini e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) representam a capacidade de acesso à educação e consequentemente à saúde, por serem reflexos do desenvolvimento econômico de uma nação.

O coeficiente de Gini é um cálculo usado para medir a desigualdade social. Apresenta dados entre o número 0 e 1, onde quanto mais próximo de “zero” corresponde a uma completa igualdade na renda, e próximo de “um” corresponde a uma completa desigualdade. A seguir apresenta-se na Figura (1) os valores do índice Gini do Brasil de 1994 a 2019, tendo como base de dados o IBGE (2020).

Figura 1. Índice Gini no Brasil de 1994 a 2019.



O valor do IDH também apresenta uma escala que varia de 0 a 1, no qual, quanto mais próximo de 1 (um) maior será o desenvolvimento humano. Na Figura (2) apresenta-se o IDH do Brasil de 1980 a 2020, tendo como base de dados o IBGE (2020).

Com base nos resultados obtidos, observa-se que o Brasil aumentou a concentração de renda nos últimos anos, retornando aos níveis da década de 1990, concentrando ainda mais o dinheiro nas mãos dos ricos. O melhor período de distribuição de renda foi de 2012 a 2015. Consequentemente, em curto espaço de tempo, os direitos sociais e o acesso à saúde no Brasil serão afetados e consequentemente aumentarão os problemas ambientais, com invasão de encostas, morros e margens de rios.

Na Figura (3) apresentam-se os percentuais da proporção de pobres no Brasil de 1992 a 2017. Segundo a Fiocruz (2019) e de acordo com Síntese de Indicadores Sociais do IBGE (2019), a extrema pobreza aumentou no Brasil alcançando 13,5 milhões de pessoas sobrevivendo com renda mensal per capita de até 145 (cento e quarenta e cinco reais. Um recorde em sete anos.

Figura 2. Índice de desenvolvimento humano do Brasil (IDH) de 1980 a 2020.

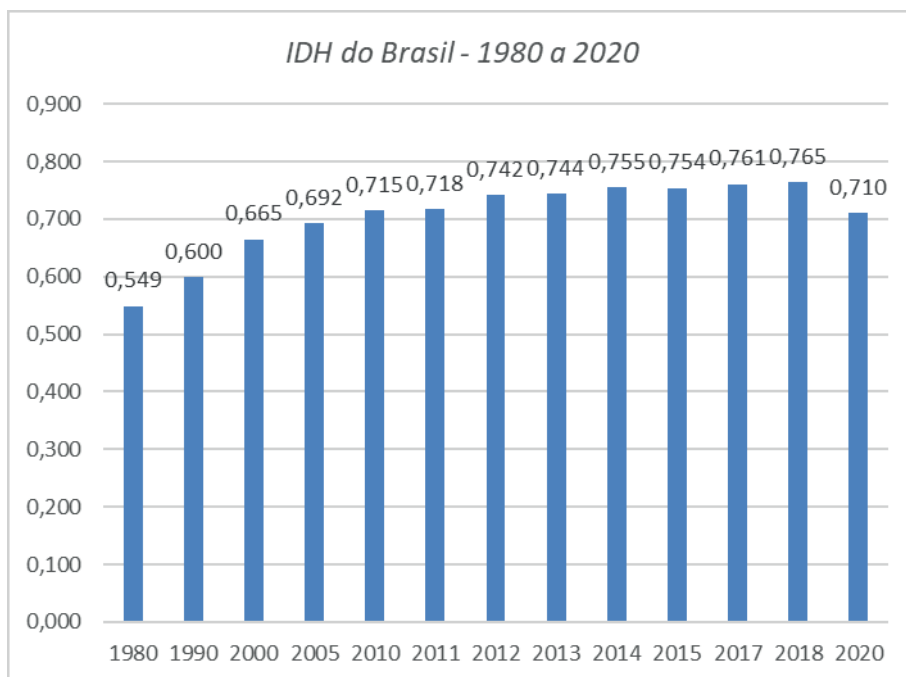
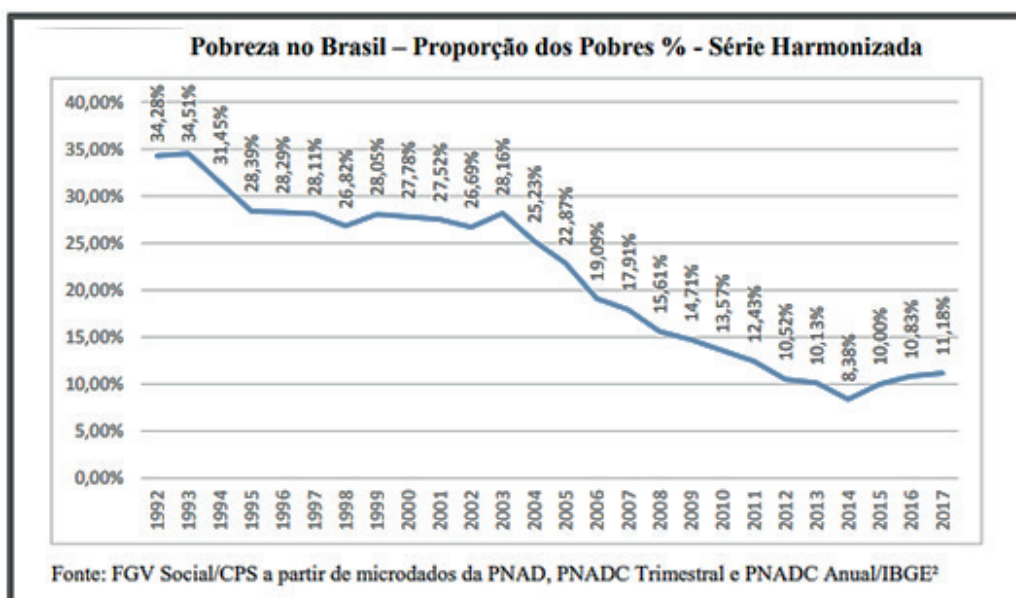


Figura 3. Proporção de pobres no Brasil de 1992 a 2017 (FIOCRUZ, 2021).



O percentual de pessoas na extrema pobreza atingiu no ano de 2018, o valor 6,5% da população brasileira, sendo o maior patamar desde 2012. Em comparação, esse contingente

de pessoas equivale à população de diversos países, tais como, a Bolívia, Bélgica, Cuba, Grécia e Portugal (IBGE, 2019).

Com o aumento da proporção de pobres no Brasil, aumentando novamente nos últimos anos (Figura 3), faz-se necessário um campo de articulações mais ousado e inovador, na direção de um Estado de Direito sempre mais justo do que vigora, enquanto persistam as injustiças sociais.

Segundo a Fiocruz (2021), a pobreza atinge sobretudo a população preta ou parda, que representa 72,7% dos pobres, em números absolutos 38,1 milhões de pessoas. Os números apontam para uma discussão acerca do papel do Estado na garantia de direitos sociais à população.

O acesso à educação e à saúde devem compreendidos como instrumentos de qualidade de vida e de desenvolvimento humano, neste sentido o Índice de Desenvolvimento Humano e o Coeficiente Gini representam a capacidade de acesso à educação e conseqüentemente à saúde, por serem reflexos do desenvolvimento econômico de uma nação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A saúde e o acesso à saúde precisam ser vistos como instrumentos de desenvolvimento urbano, social e ambiental, inserindo o homem ao meio ambiente que o cerca, para que toda a sociedade alcance uma melhor qualidade de vida.

A Sustentabilidade Ambiental preconiza que o uso dos recursos naturais deve ocorrer de forma responsável, que continuem existindo, e que venham a ser utilizados ou reutilizados pelas próximas gerações. Deste modo, o país e a sociedade têm uma grande responsabilidade para proteger o meio ambiente e torna-lo sustentável. A proteção ambiental está diretamente relacionada com a proteção da vida e suas ações estão diretamente ligadas aos direitos sociais, dentre estes o direito à saúde e ao equilíbrio ambiental.

A evolução histórica das políticas de saúde está relacionada diretamente à evolução político-social e econômica da sociedade, onde o direito à saúde abarca os direitos civis, econômicos, sociais e humanos fundamentais, aos quais todos os demais direitos estão subordinados.

No Brasil, o aumento da pobreza, além de dificultar o acesso à saúde, também não educa para a preservação do meio ambiente. A pobreza no Brasil alcança sobretudo a população preta ou parda, que representa 72,7% dos pobres, em números absolutos aproximadamente 38,1 milhões de pessoas. O percentual de pessoas na extrema pobreza atingiu em 2018 o valor 6,5% da população brasileira, maior patamar desde o ano de 2012.

Segundo a ONU (2017) o avanço na área de saneamento básico é muito lento em cerca de 90 países, o que leva a crer que a cobertura universal não será alcançada pelo menos

até a década de 2030, quando se encerra o prazo para cumprimento da Agenda 2030, que luta por acesso ao saneamento das populações em todo o nosso planeta. Deste modo, o acesso a um meio ambiente sustentável está muito prejudicado a nível global.

Nos últimos anos no Brasil o índice Gini vem aumentando e o IDH diminuindo. Estes fatos apontam que o país voltou a concentrar renda nos mais ricos e está aumentando a pobreza da nação. Conseqüentemente para os excluídos e menos abastados, em curto espaço de tempo, terão os direitos sociais e o acesso à saúde afetados e conseqüentemente aumentarão os problemas ambientais, com invasão de encostas, morros e margens de rios, acarretando em muitos problemas de planejamento urbano, social e ambiental.

O Brasil aumentou a concentração de renda nos últimos anos, retornando aos níveis do final da década de 1990, sendo o melhor período de distribuição compreendido entre 2012 e 2015.

As políticas públicas devem ser construídas a partir da participação direta e/ou indireta da sociedade civil, visando assegurar um direito a determinado serviço, ação ou programa, sobretudo no acesso à saúde e a um meio ambiente sustentável. A questão ambiental somente será exercida com qualidade se forem realizados levantamentos técnicos e de impacto no cumprimento do acesso à saúde local e regional, que muito ajudariam na tomada de decisões ambientais e suas formas de atuação.

As primeiras políticas públicas de saúde no Brasil surgiram vinculadas ao Ministério da Educação, que garantiu a proliferação dos órgãos e ações de saúde pelo Estado com a criação do Departamento Nacional de Saúde no ano de 1937, no entanto, as campanhas sanitárias no Brasil, desde sua origem até a presente data, nunca foram educativas em sua essência. Tem uma grande parcela da sociedade, inclusive políticos, os quais, tentam afirmar por exemplo, que vacinas não funcionam.

Constata-se, que no Brasil existe uma lógica em termos de saúde, que se caracteriza pela organização da área em compartimentos, constituída nos diferentes setores do aparelho de Estado, no entanto suas falhas de controle e execução fazem com que o atendimento seja caótico, sobretudo nas unidades públicas.

Foi somente a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, onde, no seu Art. 2º postula que “a saúde é um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício”. Neste período surgem as principais políticas públicas voltadas para a área de saúde no Brasil, no entanto ainda precisam avançar para alcançar as camadas mais excluídas da sociedade.

Com o aumento recente da proporção de pobres no Brasil, principalmente a partir de 2015, faz-se necessário um campo de articulações políticas e sociais mais ousado e inovador,

objetivadas na direção de um Estado de Direito sempre mais justo do que o atual, enquanto persistam as injustiças sociais e a capacidade do Estado distribuir renda.

Somente com mais acesso à saúde, e a partir desta concepção, a sociedade alcançará justiça social e um meio ambiente mais sustentável. Deste modo, a busca de melhores soluções para os serviços de saúde, seu acesso e sobretudo sua utilização, deverão ser utilizados como instrumento de desenvolvimento urbano, social e ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Geociências e Engenharia dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (GEOVALES).

■ REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, Distrito Federal, 1988. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 17 de fev. 2010.
2. BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente. Lei nº 8.069 de 13 de julho de 1990**. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, DF, 1990.
3. BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Lei Orgânica da Saúde. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm>. Acesso em 05 jan. 2021.
4. BUSS, Paulo Marchiori. **Promoção da saúde e qualidade de vida**. Ciência & Saúde Coletiva, v.5, n.1, p.163-177, 2000.
5. COLIN, Emerson Carlos. **Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007
6. DIAS, E. C.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G.; CANCIO, J.; HOEFEL, M. G., **Saúde ambiental e saúde do trabalhador na atenção primária à saúde, no SUS: oportunidades e desafios**. Ciência & Saúde Coletiva, v.14, n.6, p.2061-2070, 2009.
7. DUCHIADE, M. P. **Poluição Do Ar e Doenças Respiratórias: Uma Revisão**. Cad. Saúde Pública, v.8, n.3 - Rio de Janeiro. Jul./set. 1992.
8. FIOCRUZ. **Extrema pobreza atinge 13,5 milhões: a pesquisa do IBGE e o papel do Estado na garantia de direitos**. Disponível em: <<http://cee.fiocruz.br/?q=node/1076>>. Acesso em 07 jan. 2021.
9. FREITAS, C. M. **Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 8, n. 1, p. 137-150, 2003.
10. GOMES, P. S.; GOMES, J. L. S.; GOMES, A. J. L. **Convergência Multidisciplinar Contemporânea Presente nos Cursos Superiores como Agente da Promoção do Desenvolvimento Econômico e Social**. In: Workshop Dissertações e Teses: Aspectos Teóricos e Metodológicos, Asunción, 2013.

11. GOMES, P. S.; GOMES, J. L. S.; GOMES, A. J. L. **Acesso e Direito à Saúde como Ações Sociais de Sustentabilidade Ambiental**. In: XI Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2014, Poços de Caldas. Produção Alimentar Sustentável: Caminhos e desafios para o equilíbrio ecológico, 2014.
12. HURTADO, C. N. **Educar para transformar, transformar para educar**. Petrópolis: Vozes, 1993.
13. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de indicadores sociais – 2019**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?=&t=downloads>>. Acesso em 07 jan. 2021.
14. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de indicadores sociais – 2020**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?=&t=downloads>>. Acesso em 07 jan. 2021.
15. JÚNIOR, Dirley da Cunha. **Curso de Direito Constitucional**. 4. ed. Bahia: Jus Podvim, 2010.
16. LALONDE, M. **A new perspective on health of Canadians**. Ottawa information. Ottawa: Canadian Department of National Health and Welfare; 1974.
17. LAURELL, A. C.; NORIEGA, M. **Processo de Produção e Saúde: trabalho e desgaste operário**. Tradução: Amélia Cohn et. al. São Paulo: Editora HUCITEC; 1989.
18. MERHY, E.E.; FEUERWERKER, L.C.M. **Novo olhar sobre as tecnologias de saúde: uma necessidade contemporânea**. In: Mandarino, A.C.S.; Gomberg, E. (Orgs.). *Leituras de novas tecnologias e saúde*. São Cristóvão: Editora UFS, p.29-74, 2009.
19. OLIVEIRA, F. **Estados, sociedade, movimentos sociais e políticas públicas no limiar do século XXI**. Rio de Janeiro: FASE, 1993.
20. ONU – Organização das Nações Unidas. **Mais da metade da população mundial não tem acesso a saneamento básico, diz ONU**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-07/mais-da-metade-da-populacao-mundial-nao-tem-acesso-saneamento-basico>>. Acesso em 10 jan. 2021.
21. SÁ, Paulo Klingelhofer de. **Consumo, Saúde e Sustentabilidade**. 2009. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/12444765-Consumo-saude-e-sustentabilidade-paper-2009.html>>. Acesso em 07 jan. 2021.
22. SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. **O direito à qualidade de vida e o consumo sustentável como indicador da qualidade de vida**. Revista do Curso de Direito da Faculdade da Serra Gaúcha, n. 5, 2009. Disponível em: <<http://ojs.fsg.br/index.php/direito/article/view/240>>. Acesso em: 20 set. 2014.
23. SILVA, J. A. da. **Curso de Direito constitucional Positivo**. 33. ed. São Paulo: Malheiros, 2010.
24. STURZA, Janaína Machado; GRANDO, Juliana Bedin. **A efetivação de direitos através da atuação das políticas públicas: um debate fundamental à promoção da cidadania do idoso**. 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidspp/article/viewFile/13178/2251>>. Acesso em: 20 set. 2016.
25. TOMAZI, Nelson Dacio. **Sociologia da educação**. São Paulo: Atual, 1997. 194 p.

26. VASCONCELLOS, L. C. F. **Saúde, Trabalho e Desenvolvimento Sustentável: Apontamentos para uma Política De Estado**. Tese (Tese de Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – FIOCRUZ/ENSP, Rio de Janeiro. 421p. 2007.

“ Educação ambiental como ato responsável: ensaio sobre formação continuada do *ecoeducador* ”

| Santiago Daniel **Hernandez-Piloto**
Ramos

| Maria das Graças Ferreira **Lobino**

| Sumika Soares de Freitas **Hernandez-**
Piloto

RESUMO

De natureza qualitativa a investigação formativa com ênfase na colaboração, iniciou o debate sobre a educação ambiental e a formação do ecoeducador durante os encontros formativos. A metodologia utilizada articulou uma formação centrada na investigação colaborativa-crítica, em que o sujeito passou a ser *autor-criador* de seu processo formativo. Por tanto, o trabalho aponta reflexões a partir da abordagem histórica e filosófica da educação socioambiental na formação do *Ecoeducador*. Assim, discorre sobre os fundamentos do ato responsável na Formação Contínua no território vivido, a partir da proposição do Coletivo Educador Ambiental (Coeduc) como experiência e fortalecimento da práxis do *ecoeducador* e fortalecimento a partir da Escola e seus Conselhos Escolares.

Palavras-chave: Educação Sócioambiental, Ecoeducador, Formação Continuada.

INTRODUÇÃO

Considerando os aspectos filosóficos, no trabalho pretende-se reflexionar sobre o Ethos, ou seja, o espírito que alimenta as subjetividades individuais e coletivas dos ecoeducador durante o processo de formação continuada. Pois, entende-se que eles constituem uma concepção de mundo e de vida que perpassa não só as relações interpessoais quanto à própria relação com o ecossistema ambiental. O que se aflora e se requer, com essas considerações, é salientar o fundamental concurso da construção humana no sentido da possibilidade de avançar do modelo liberal-consumista para o paradigma responsável na relação do Eu com o Outro (indivíduo ou o mundo).

Para o paradigma da *coexistência ambiental e social* (ou apenas ambiental caso incluamos o social como componente aderente ao ambiental) que, em termos sócioambientalista convoca, para tanto, a *ecologia social*, ora entendida na perspectiva da criatura humana no conjunto da sua ação na *antroposfera* edificada na *biosfera* o que inclui, num referencial de mesma magnitude, tanto os aspectos ambientais quanto os sociais, implica o reconhecimento da natureza - Outro-não-Eu - na relação inclusiva. Assim a ênfase não está na expropriação, mas na interação, como vivência, que caminha na contramão das ações humanitariamente frenéticas e politicamente corretas, “[...] engajadas com a fórmula de ‘sigamos mudando alguma coisa o tempo todo para que, globalmente, as coisas permaneçam iguais!’” (ŽIŽEK, 2007, p. 5).

O EU COMO SUJEITO RESPONSÁVEL

O sujeito responsável deve perceber a vulnerabilidade da natureza e por isso a necessidade de uma transformação radical na conduta e relação entre o Eu (cidadão) e os vários-Outros (indivíduos, sociedade e natureza). Deve fazer parte do Ethos desse indivíduo a conservação do “[...] mundo físico de modo que as condições para uma tal presença permaneçam intactas; ou seja, proteger a sua vulnerabilidade diante de uma ameaça dessas condições” (JONAS, 1995, p. 38). Portanto, o paradigma que se almeja sob o amparo de uma ecosofia contempla três ecologias: “[...] ecologia mental, social e ambiental” (GUATTARI, 1990, p. 23), sendo seu pressuposto, existencial e normativo, a Teoria Histórica-Crítica — porque é emancipadora, transformadora e popular — tendo como instrumento operativo a gestão democrática das instituições em geral e, mais particularmente, da escola, quer no seu aspecto técnico-administrativo tanto quanto — e muito mais profundamente ainda — no seu aspecto pedagógico via a organização curricular do saber, ou dos diversos saberes. Esta gestão, de acordo com Lobino (2010), tem como insígnia a lógica concreta da *práxis instituinte*, fundada no princípio da comunidade, ou do território. Este último, entendido como

o conjunto de pessoas (*homo socius*) organizadas num todo que manifesta algum traço de união compartilhando um legado histórico-cultural, dessa forma considerado comum e contendo os mesmos desejos e aspirações, traduzidos nas dimensões da isonomia e da equidade social. Ademais da solidariedade, busca o equilíbrio ecológico e a justiça distributiva incluindo-se, evidentemente, a *justiça ambiental* já que hoje os custos de degradação ambiental e os riscos ambientais são extremamente desiguais. Layrargues (2007, p. 15), com base nos apontamentos de Hogan (1994), assinala que “a mesma estrutura de classe social que determina a desigual distribuição de riqueza e dos canais de acesso aos centros decisórios, também determina a desigual distribuição dos riscos ambientais e da poluição”.

Embora, formalmente, o Art. 255 da Constituição Federal assegure a todos os cidadãos “o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 2016, p. 131), os ativistas do movimento pela justiça ambiental, contrapõem sublinhando

[...] a necessidade de revisão dessa pauta, enfatizando que a questão principal reside no direito, igualitário a todo ser, a um ambiente saudável e ecologicamente equilibrado, independente de raça, classe, gênero, cultura ou mesmo espécie (LAYRARGUES, 2007, p.15)

Neste sentido, a principal missão na educação é promover a justiça social, pois ao buscar a sustentabilidade do território objetiva-se, como premissa, a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida socioambiental. Mas, isto só será possível quando a formação dos indivíduos seja ampliada de forma a procurar o pensamento crítico responsável e responsivo diante da realidade objetiva do território vivido.

O PROCESSO FORMATIVO DO ECOEDUCADOR

A metodologia utilizada articulou uma formação centrada na investigação colaborativa-crítica, em que o sujeito professor passou a ser *autor-criador* de seu processo formativo. Com base na não dicotomia entre a *atividade de produção de conhecimento* e o *desenvolvimento profissional*, optou-se, durante a formação continuada, por enfatizar a *colaboração* (IBIAPINA, 2007, 2008)¹, por compreendê-la como processo de teorização e indagação da *práxis* dos ecoeducadores e das teorias pedagógicas e psicológicas que fundamentam seus atos dentro do espaço-tempo escolar. Assim, é possível ao *professor em formação* transformar qualitativamente a realidade onde objetiva-se seu *ato docente*.

1 De acordo com Ramos (2017) Além dos trabalhos desenvolvidos por Ibiapina (2007, 2008) para aprofundar e fundamentar a pesquisa colaboração, como forma de transformação da realidade do docente, há de se destacar a relevância das produções de outros autores como é o caso de: Fidalgo e Shimoura (2006); Loureiro Junior e Ibiapira (2008); Cabral (2009), entre outros.

Como nenhum ato compreensivo da realidade é neutro, por isso, compete ao Eu analisar holística e dialeticamente a realidade sociocultural onde seu ato respondente e responsável (BAKHTIN, 2010) materializa-se na relação dialógica com o Outro.

Nesses eventos procurou-se que o processo formativo fosse mediador entre o cotidiano e o não cotidiano na formação do ecoeducador, ou seja, que não primasse a dissociação entre a práxis e o próprio ato de agir e refletir, nos afastando de uma formação *ativistas* e *verbalistas* (SAVIANI, 2008). Foi por meio das relações dialógicas e as trocas colaborativas entre os vários Eus, que o excedente de visão de Um, completou o Outro. Destarte, neste *processo colaborativo*, dialógico e dialético (IBIAPINA, 2007), permeado por tensões, contradições, ausências, carências, agires e pensares com os *Outros* que se configurou o processo formativo do Eu ecoeducador. Isto possibilitou o agir dos agentes participantes permitindo a possibilidade “[...] questionar, expandir, recolocar o que foi posto em negociação” (MAGALHÃES, 2002, p. 28), pois se desejava construir junto, dialogar, compreender-problematizar a ideologia de suas palavras materializadas nos *enunciados concretos* nos contextos sociais que se produziram e ganharam sentidos (GONZALEZ REY, 2007) e significações ao abordar a temática da educação ambiental.

Destarte, o maior esforço durante o processo formativo foi capturar as vozes dentro das diversas narrativas e “experiências sociais” (DUBET, 1900) como práticas que atravessam a individualidade *para si* (DUARTE, 2013) dos ecoeducadores. Ao permitir a polifonia (BAKHTIN, 2010b), sobre a temática a partir das experiências subjetivas desses professores se abriu um caminho para a problematização-reflexão.

A relação Eu – Outro na configuração das subjetividades individuais

Desde a Grécia Antiga, o método socrático força os indivíduos a indagar e problematizar suas verdades, construídas pelas relações com os outros. Nesse *ato dialógico* esses costumes e verdades cristalizadas são desconstruídos levando os indivíduos a desenvolver seus próprios conceitos no segundo momento do método: maiêutica. Este filósofo ao indagar as virtudes dos homens problematiza os valores e obrigações, não inatas no indivíduo, mas anteriores a seu nascimento, e por ele apropriada na relação Eu – Outro.

O Ethos², que formam o tecido da sociedade, é anteriores a nosso nascimento, e muitas das vezes se torna “[...] inquestionável e quase sagrado” (CHAUI, 2005, p. 437) quando o “[...] animal político” (ARISTÓTELES, 2010, p. 2) que habita em nós decide problematizá-lo.

2 Quando vamos à etimologia da palavra nos deparamos que em Grego ela pode significar tanto costumes quanto caráter, temperamento, ou seja, a configuração física e psíquica do indivíduo humanizado (LEONTIEV, 1978). Portanto, o Ethos como “[...] morada do homem” (LÁSTORIA, 2001, p. 63; BOFF, 1997, p. 90) é o conhecimento sistematização, ou seja, toda a produção e transformação humana da natureza sob a forma de cultura apropriada pelos indivíduos de uma dada sociedade, determinando assim, não seus costumes como comportamentos.

Quando pensamos nosso *animal cívico* como sujeito individual que inicialmente vê o mundo pelos olhos do Outro (BAKHTIN, 2019), não pode ser desconsiderado que sua psique está constituída pela universalização desses Ethos e pela própria produção subjetiva como indivíduo criador que se posiciona perante o Outro (indivíduos) e a natureza de forma responsável e responsiva (BAKHTIN, 2010).

A abordagem histórico-cultural ressalta que para a apropriação desses costumes o sujeito vivencia um processo de novo nascimento. Este a partir das relações externas (sociais) e posteriormente, as complexas internas (individual-alheia). Nessa perspectiva Pino (2005, 2000) e Bakhtin (2004) apontam que não nascemos num mundo natural abstrato, mas humano, rodeada pelas objetivações produzidas a partir da atividade e trabalho do homem, assim para adentrar na história da humanidade não é suficiente o nascimento físico-animal, mas “[...] algo como um segundo nascimento, um nascimento *social*” (BAKHTIN, 2004, p. 11, grifo do autor). Nesse evento, como “[...] integrante de um meio social específico” (BAKHTIN; VOLOCHÍNOV, 2004, p. 53), o homem se apropria do resultado do desenvolvimento histórico, social e da cultura, ou seja, do Ethos que configura sua existência dentro de um grupo, garantindo não só a continuidade da história, mas construindo novos instrumentos, novas práticas sociais e culturais.

Entendemos neste estudo que apenas pela existência de Outro-não-Eu é que me é possível perceber novamente os reflexos em mim existentes no mundo. Portanto,

[...] temos consciência de nós mesmos porque temos consciência dos outros, e da mesma maneira que temos consciência dos outros, porque estamos em relação a nós mesmos da mesma forma que os outros em relação a nós. Só me reconheço na medida em que sou diferente para mim (VYGOTSKI, 1997, p. 57).

Para Bakhtin (2003), os eventos sociais permitem não só a relação entre, mas a análise compreensiva ativa do Outro como não-Eu, ou seja, aquele sujeito que me olha, analisa e complementa. Por esse não-Eu, me constituo Ser-outro (corpo externo) existente na exterioridade com valor. Essa proposta bakhtiniana não é uma estrada de mão única, mas de duplos sentidos, de alternância e alteridade. O que foi cedido inicialmente no evento discursivo ativo da vida permite a autocompreensão e a autoconsciência do Eu com os olhos do Outro. Por isso, a necessidade de nos posicionar nos eventos da vida de forma responsável, pois para passar pelo vivenciamento desse outro aparente, indivíduo único e determinado, devo inventá-lo, recriá-lo e esperar também a reciprocidade de seu olhar para comigo. O Eu “[...] não participa na formação da própria imagem” (BAKHTIN, 2019, p. 45), mas a partir do valor dado por Outrem, ele passa a ter consciência de sua existência e da dos vários outros que cederam positivamente o excedente de visão. Nas palavras de Bakhtin (2019), não é

o Eu que emite um valor de si mesmo do exterior, por isso exige esse agir responsável do outro. Toma seu ponto de vista, sua visão. Esse Eu bakhtiniano sempre se encontra sentado no tempo-espaço (o dele e o do outro) da vida em duas cadeiras. Sua imagem é construída (toma consciência dele mesmo), ao mesmo tempo dentro dele e partir do “[...] ponto de vista do outro” (BAKHTIN, 2019, p. 47).

Nessa visão, sempre o Outro-não-Eu encontra-se, diante de meus olhos, localizado no espaço, e posso ter dele uma visão em sua totalidade, pois tenho sobre meu excedente de visão não só o corpo do Outro, mas seus atos, que, de seu lugar de territorialidade, são desconhecidos. Eu o enriqueço, como ele me devolve esse enriquecimento com a alternância de sua voz sobre mim. Portanto, o discurso interior desse ecoeducador se constrói no processo formativo “[...] como um rosário de réplicas vivas e apaixonadas a todas as palavras de outros que ele ouviu, e que o tocaram, reunidas por ele a partir da experiência” (BAKHTIN, 2010b, p. 276). Esse sujeito que constitui seu enunciado no social, utilizando, no ato enunciativo, a palavra de outrem-sua para enunciar suas ideias, é um ser de atos concretos nos eventos sociais em que está inserido. A partir da ideia de que os sujeitos se constituem nas relações sociais, podemos concluir que seu discurso e enunciados são polifônicos, ou seja, entoados com muitas vozes que anteriormente configuraram o Ethos social.

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS, FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL

O coletivo Educador Ambiental – Coleduc – desenvolveu uma série de ações visando formação continuada dos *ecoeducadores*³ dentro do território vivido. Esses eventos partiam do pressuposto que educar para o homem ambiental não é uma tarefa simples, muito menos rotineira. Em definitiva, educar para o *ecohomo* é o mesmo que educar para a cidadania. Layrargues (2007, p. 26), a partir dos apontamentos de Herculano (1995), ressalta que

[...] o cotidiano nos educa para a indiferença, para o individualismo, e o mote educar para a cidadania procura reverter essa lógica perversa, pois se a terra é considerada como um espaço de ninguém, o sentido de responsabilidade coletiva fica submerso, e esse espaço comum acaba sendo sujo, poluído, destruído, explorado.

De forma assistemáticamente, sistematicamente ou parassistematicamente⁴, todas as culturas preocuparam-se pela educação de seus cidadãos. Em sua essência, explícita ou

3 *Ecoeducador* é um neologismo utilizado por Graça Lobino (2002), para designar “aquele que pensa planetariamente e age localmente, além de ser um intelectual orgânico na promoção da vida.

4 *Educação assistemática* na qual à “aquisição” do conhecimento se confunde com a própria aplicação desse mesmo conhecimento; *sistemática*, aquela que diz respeito ao ensino formal, oficial e na qual o conhecimento nem sempre se confunde com a aplicação do mesmo, sendo um estudo, na maioria das vezes teórico; *parassistemática*, ou a educação pára-formal, isto é, realizada por meio de cursos (normalmente profissionalizantes) cujas instituições não compõem a rede oficial de ensino.

implicitamente, consciente ou inconscientemente, visam as aspirações e necessidades de uma sociedade. Aliás, no âmbito das sociedades chamadas de complexas, como a nossa, múltiplas aspirações convivem em conjunto o que resulta não em uma, ou duas, ou três concepções de educação, mas numa infinidade que não poucas vezes embasam o entendimento do educador e, conseqüentemente, sua prática pedagógica.

No tocante a Educação Ambiental, Loureiro (2004) a categoriza em dois grandes blocos político-pedagógicos: Conservador ou comportamentalista, e Emancipatório, crítico ou transformador. Segundo o autor, ela não tem a finalidade de reproduzir e dar sentido universal a modos de vida e a valores de grupos dominantes, hegemonicamente apresentados ou compreendidos como adequados à harmonização com a natureza, impondo condutas, mas estabelecer processos práticos e reflexivos que levem à consolidação de valores que possam ser entendidos e aceitos como favoráveis à sustentabilidade global, à justiça social e à preservação da vida. Destarte ela se configura um processo educativo permanente que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente.

Numa análise entre igualdades e diferenças entre essas correntes Tozoni-Reis (2007, p. 2), faz o seguinte comentário:

[...] Se a educação ambiental é uma ação política, ela exige posicionamento. Isso significa que o pensar e o agir educativo ambiental trazem diferenças conceituais. Essas diferenças podem ser sintetizadas em alguns grandes grupos: a educação ambiental como promotora das mudanças de comportamentos ambientalmente inadequados – de fundo disciplinatório e moralista -; a educação ambiental para a sensibilização ambiental – de fundo ingênuo e imobilista; a educação ambiental centrada na ação para a diminuição dos efeitos predatórios das relações dos sujeitos com a natureza – de caráter ativista e imediatista; a educação ambiental centrada na transmissão de conhecimentos técnico-científicos sobre os processos ambientais - de caráter racionalista e instrumental; e a educação ambiental como um processo político, crítico, para a construção de sociedades sustentáveis do ponto de vista ambiental e social - a educação ambiental transformadora e emancipatória. E, mais adiante, acrescenta: a pedagogia crítica da educação ambiental supera as funções adaptadora-redentora e adaptadora-reprodutora da educação para fundamentar-se na educação transformadora.

Quanto aos paradigmas ecológicos, subtraindo as tendências liberais radicais (ou do liberalismo tradicional ou clássico) que vêem a natureza como expropriação e as desigualdades como ontológicas e que, portanto, estão em total desconexão com uma proposta Histórica-Crítica, todas as demais — em uns pontos sim e em outros não — podem ser consideradas como, paradigmamente, viáveis e incluídas no que, no geral, denominamos com Educação Ambiental Crítica ou simplesmente EA Crítica.

A questão estabelece-se, pois, quanto à prática pedagógica do Educador Ambiental Crítico. *Qual deve ser o seu perfil?* Como frontispício lembramos que o EA Crítico é antes de tudo um “[...] intelectual orgânico” (GRAMSCI, 1968, p. 4), portanto ainda que tenha uma formação acadêmica, deve ser um educador genuinamente popular.

Desse modo apoiando-se em Vasconcellos *et al* (2006, p.1) a prática da Educação Ambiental Crítica exige um trabalho em três níveis: a) Informacional (conhecimento racional e cultural acumulado); b) Reflexivo crítico (autoconhecimento com capacidade de ver e julgar); c) Da ação (prática com demonstração de responsabilidade e de consciência dos seus efeitos provocados a nível pessoal e coletivo). E ainda em conformidade com os autores, a formação de educadores ambientais precisa ser pensada e debatida no sentido de buscar capacitação e informação no campo ambiental procurando integrá-los a uma *reflexão crítica* que está voltada a uma proposta de ação e intervenção social e política. De fato, segundo Layrargues (2007, p. 4)

[...] a Educação para a Gestão Ambiental foi formulada em âmbito governamental no Brasil por José da Silva Quintas e Maria José Gualda, educadores da Divisão de Educação Ambiental do IBAMA. Em julho de 1995, foi realizado um seminário em Brasília para a elaboração de um curso de pós-graduação *latu-sensu*, no qual se formulou um documento para introduzir o tema aos participantes do evento. Nele, Quintas e Gualda. (1995) definem meio ambiente como o fruto do trabalho dos seres humanos, relacionando o meio natural ao social. Os autores esclarecem que no processo de transformação do meio ambiente, são criados e recriados modos de relacionamento da sociedade entre si e com a natureza. O que deve ser destacado é que essa ação, por ser realizada por sujeitos sociais diferentes, está condicionada à existência de interesses individuais e coletivos que muitas vezes podem até ser opostos. É aí que entra em cena a Gestão Ambiental, entendida essencialmente como um processo de mediação de conflitos de interesses. Além da diversidade de atores sociais envolvidos em conflitos sócioambientais, os autores reconhecem também a assimetria dos poderes político e econômico presente no cerne da sociedade. Nem sempre o grupo dominante leva em consideração os interesses de terceiros em suas decisões. Dessa forma, uma decisão pode definir a distribuição dos ganhos e perdas; o que é benéfico para uns pode ser prejudicial ou mesmo fatal para outros.

Diante desse quadro, os autores delineiam o papel da educação no processo de Gestão Ambiental. Lobino (2010) afirma em suas pesquisas que é importante o desafio da criação de condições para a participação política dos diferentes segmentos sociais, tanto na formulação de políticas públicas como na sua aplicação. Por isso, a importância da qualificação do educador (QUINTAS; GUALDAS, 1995), que deve atuar em conjunto com todos os grupos da sociedade civil dentro da visão da educação ambiental. Em outras palavras, a Educação Ambiental prepara o terreno da tão decantada fórmula do exercício da cidadania, instrumentalizando a sociedade civil para a participação na vida política, distante, portanto, da tendência conformista da mudança de comportamentos individuais. Por outro lado, Lobino

(2010) afirma que para o Educador Ambiental Crítico, a grande marca de atuação é a pauta social que deverá estar permeando todas as ações desenvolvidas que no âmbito concreto da *práxis pedagógica* se regerão pela metodologia participativa, isto é, pela pesquisa-ação-participativa, ou ainda, Pessoas que Aprendem Participando (PAP), em caráter contínuo e permanente na busca da revolução cultural fomentando uma nova visão de mundo. Certo modo, como requer a Política Nacional de Educação Ambiente, Lei 9795 de 27 de abril de 1999, que no seu art. 10 estabelece (no que tange à educação sistemática, sistêmica, formal e oficial):

[...] A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. Parágrafo 1º - A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino (BRASIL, 1999).

Isto significa dizer, segundo Lobino (2012), que as temáticas transversais sugerem uma subversão na estrutura curricular, na qual a vida em suas manifestações e relações seja centralidade no processo educativo enquanto as disciplinas instrumentos de releitura de mundo, devendo, pois, se adaptar a eles e não o contrário.

Em relação à metodologia participativa exige do Educador Ambiental Crítico, em busca da sustentabilidade do seu território⁵ quatro aspectos que estarão obrigatoriamente inseridos: a) O conhecimento das necessidades e potencialidades locais (pesquisa); b) O envolvimento das pessoas e instituições locais (participação); c) A melhoria das condições de vida para a população local (ação) e d) A valorização da cultura e potencialidades locais (conhecimento técnico + conhecimento empírico).

De posse de tais recursos, conceituais e metodológicos, ancorado na ecomilitância, antes do que na própria *ecoeducação*, o *ecoeducador* ambiental crítico certamente estará trabalhando em prol de um mundo digno para todos e ecologicamente sustentável ou, numa palavra, de uma sociedade ecológica. Mas, também, com a consciência de que, assim como a utopia, a democracia e a própria verdade, este é um caminho a ser percorrido e não um lugar a se chegar.

Quando se fala em Educação Ambiental, logo se imagina que esta é intrinsecamente transformadora, por ser, segundo Loureiro (2003), uma inovação educativa recente que questiona o que é qualidade de vida, reflete sobre a ética ecológica e amplia o conceito de ambiente para além dos aspectos físico-biológicos. Contudo, isto não é uma “verdade automática”. Em termos conceituais, transformar é uma palavra que permite várias ênfases: transmutar, converter, alterar, mudar de domínio, mudar de forma, transfigurar. Transformação ocorre no processo de realização da vida, podendo implicar diferentes níveis de alteração.

5 Entende-se por “*seu território*” cada uma das comunidades que compõem a cidade, o bairro e o município.

Pensado desta forma, é um conceito que se refere ao reconstruir o conteúdo que dá a identidade de algo, ou seja, é o que faz com que, em um momento de *desconforto*, seja possível se encontrar uma alternativa coerente com certos princípios e valores de um determinado grupo ou indivíduo por meios previstos, ou não, inicialmente.

Há outro eixo revolucionário e emancipatório que pode ser realmente chamado de *Educação Transformadora*, em que a dialética forma e conteúdo se realiza plenamente, de tal maneira que as alterações da atividade humana implicam em mudanças radicais individuais e coletivas, locais e globais, estruturais e conjunturais, econômicas e político-sociais, psicológicas e culturais; em que o sentido de revolucionar se concretiza como sendo a transformação integral do ser e das condições materiais e objetivas de existência.

O quadro de crise em que vivemos não permite soluções compatibilistas entre ambientalismo e capitalismo, ou alternativas moralistas que descolam o comportamental do histórico-cultural. O cenário no qual nos movemos, de coisificação de tudo e de todos, de banalização da vida, de individualismo exacerbado e de dicotomização na compreensão do humano como natureza é, em tese, antagônico a projetos ambientalistas que visam a justiça social, o equilíbrio ecossistêmico e a indissociabilidade entre humanidade-natureza.

Contudo, nunca é demais ressaltar que a ação transformadora da educação possui limites, ou seja, não é suficiente em si realizar uma práxis educativa cidadã, participativa e revolucionária, se isso não se relacionar diretamente com outras esferas da vida. É idealismo ingênuo e simplista creditar à educação a “salvação do planeta”. Por ser um processo de aprendizagem com o outro e pelo outro, mediado pelo mundo, e, portanto, algo intrínseco à realização da natureza humana, é fundamental e primordial, contudo, sua centralidade só ganha concretude à medida que a entendemos no seu movimento de definição e objetivação na história. Por outro lado, é mecanicismo estruturalista vulgar subdimensionar a ação humana nas estruturas sociais, como se fossemos passivos e totalmente sobre determinados por estas, o que seria a negação do sujeito histórico e da práxis, portanto, do próprio sentido que a educação assume na conformação do cidadão.

A EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO DO ECOEDUCADOR

A educação sempre se constituiu como um valioso instrumento de poder do grupo social dominante, conseqüentemente a formação docente que sempre foi eivada da concepção de sociedade, também compôs esse projeto de dominação.

No ocidente, a educação escolar obrigatória surge com a revolução francesa. Esta cultura se assentava na proposta pedagógica de Herbart (1776-1841). Para esta concepção, a aquisição da cultura desenvolvida e sistematizada pela humanidade, era, em si, educativa. A introdução a essa cultura acontecia por meio do processo pedagógico, para

forjar uma elite sábia, capaz e competente na tarefa de comandar as massas. Herbart foi o precursor da educação tradicional centrada no professor através do método expositivo, cuja matriz teórica se assenta no método científico indutivo preconizado por Francis Bacon. Nesse sentido, observa-se a relação direta entre ambos.

No século XX, com o advento da sociedade americana no cenário mundial, surge a Escola Nova, cujo ícone foi John Dewey (1859-1952) e cujas bases se assentava no pragmatismo instrumental. Ele reviveu os métodos não intervencionistas de Rousseau e substituiu o método de Herbart por um procedimento análogo aos procedimentos da pesquisa (atividade, problema, levantamento de dados, formulação de hipóteses e experimentação). Foi adicionada a tudo isso a psicologização, deslocando, dessa forma, o eixo da educação das questões macroestruturais para o interior da escola, ou seja, o foco da educação volta-se para os métodos e técnicas e o epicentro, o aluno e seus problemas individuais.

No Brasil, os pressupostos da Escola Nova se fazem presentes desde a primeira LDB, na qual os pioneiros, liderados por Anísio Teixeira, fervoroso discípulo de Dewey, alimentou a concepção educacional, desde a década de 1920 até 1961, quando ocorre a promulgação da primeira LDB após mais de treze anos de tramitação. Estes fatos consolidam a tese de que a concepção que, historicamente, permeou a formação do professor, bem como sua práxis, está ligada à doutrina liberal/pragmática.

Neste contexto, e sob a égide da referida Lei, a formação docente direciona seu foco para os processos intra-escolares, como os métodos e técnicas, desarticulando as questões educacionais das questões macroestruturais.

Além disso, houve uma exclusão da sociedade do processo político durante o governo civil-militar. Nesse cenário, a educação é convocada a contribuir para a efetivação da nova ordem político-econômica e institucional recém-instalada. Consolidaram-se os acordos Mec/Usaid, que culminaram na adoção e difusão da ideologia tecnicista e do controle tecnocrático, cujo pressuposto é o de considerar a ciência e a técnica neutras. Nessa perspectiva, esvazia-se ainda mais a *ratio* política da educação, potencializando a *ratio* técnica. Isso é contemplado na reorganização do Ensino Superior consolidado na Lei 5.540/68, que, dentre outras questões, esvazia os cursos de licenciatura. Essa formação docente se prolonga na prática social e escolar, calcada em valores da racionalidade técnica, da ciência positiva e da estrutura vertical das instituições das relações de saber e de poder. Estruturas essas que, herdadas historicamente, em se tratando de educação de 1º e 2º graus, ainda hoje se presentifica na cultura escolar, desde LDB nº 5.692/71.

Analisando o contexto histórico compreendemos o esvaziamento da formação do docente por meio do tecnicismo pedagógico que, além de dicotomizar saberes técnicos dos saberes gerais, aprofundou a desvalorização profissional, bem como provocou uma fissura

na estrutura organizacional da escola. Esse último item, incorporado ao aporte teórico da teoria do capital humano (taylorista/fordista) se materializou na escola com a divisão do trabalho, pautada nos modelos nos quais o professor passa a ser um simples executor do planejamento alheio.

No cenário atual a complexidade contemporânea sugere uma nova centralidade. Não seria o professor, nem o aluno, tampouco o técnico. Seriam as relações entre os sujeitos sociais, o contexto sociocultural e a produção inter/transdisciplinar do conhecimento. A dialética desta centralidade sociodiversa permitiria articular e tensionar saberes/fazeres acadêmicos/escolares com os “não saberes”, ou seja, estabelecer diálogo entre a comunidade escolar e local. Por outro lado, esse processo, exige a desinstalação de *lugares* para negociação de saberes e fazeres historicamente demarcados. O fazer solitário docente, vai precisar se articular na dimensão ampla do fazer educativo, para além de sua área específica. Desta forma, problematizar a cultura escolanovista de que o processo educativo é tarefa restrita de professores e especialistas – um dos motivos de resistência da aceitação da participação de pais e comunidade.

Embora sabe-se que a participação se faz na prática, a atual legislação possibilita a vivência participativa, forjada a partir da constituição dos colegiados representativos dos diferentes segmentos, inaugurando, no âmbito escolar, o paradigma da prática social de uma instância plural e deliberativa, concebida como processo de construção coletiva e socialização de diferentes saberes. A ocupação desses espaços nos remete a um repensar das funções de uma educação centralizadora para uma descentralização democrática, alicerçada na autonomia e na participação, que são características da ecopedagogia⁶. Desta forma, esses espaços são considerados vitais no resgate do protagonismo docente como um *ecoeducador*.

Há outro eixo revolucionário e emancipatório que pode ser realmente chamado de *Educação Transformadora*, em que a dialética forma e conteúdo se realiza plenamente, de tal maneira que as alterações da atividade humana implicam em mudanças radicais individuais e coletivas, locais e globais, estruturais e conjunturais, econômicas e político-sociais, psicológicas e culturais; em que o sentido de revolucionar se concretiza como sendo a transformação integral do ser e das condições materiais e objetivas de existência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos nosso artigo discutindo o Ethos social como o sistema de crenças que constituem a consciência dos indivíduos. Este como abordado não deixou de existir, contudo o

6 Ecopedagogia é uma expressão cunhada por Francisco Gutierrez, no início dos anos 90. Segundo o autor, trata-se de uma pedagogia para a promoção de aprendizagem do sentido das coisas a partir da vida cotidiana.

que vimos é que podemos viver um mundo pós-moderno onde a noção de verdade, depois de Nietzsche (1844 -1900), se tornou, dentro da tendência liberal, relativa e parcial.

No caso específico deste artigo, não nos referimos a um Ethos espiritual e metafísico que se relaciona com as ideias teológicas da existência de Deus ou princípios universais e leis que nos governam nossa existência e pensamento, mas as relações de poder que controlam a sociedade, ou seja, entre o instituído hegemônico e o indivíduo. Quando pensamos nessa relação de poder condensada no Ethos social, não podemos deixar de pensar na *ideologia* (BAKHTIN; VOLOCHÍNOV, 2004) cuja existência impede os indivíduos se realizar social e politicamente como *sujeitos éticos* (CHAUI, 2005).

Por isso, com base em Bakhtin e Volochínov (2003) compreendemos o indivíduo como alguém que se apropria de certas regras e ideias (ideologia) que passam a governar seus atos nos *eventos da vida* (BAKHTIN, 2010). Esses Ethos são aderidos, nas diferentes formas de linguagem (a ordem simbólica) a que esse sujeito é submetido nas relações sociais, sem uma plena consciência dessa submissão. Podemos salientar que nosso sujeito de estudo – o ecoeducador, como indivíduo inserido nessas ideologias – forma sua consciência nas trocas, de *mercadorias* (MARX) e de *linguagem* nos eventos dialógicos em que participa (VIGOTSKI, BAKHTIN, LACAN).

Além disso, podemos apontar que o quadro de crise em que vivemos não permite soluções compatibilistas entre ambientalismo e capitalismo, ou alternativas moralistas que descolam o comportamental do histórico-cultural. Embora as grandes empresas capitalistas tentem construir uma nova imagem ético-moral nas campanhas de marketing empresarial - procurando o aumento de consciência e responsabilidade com as causas mundiais, por cidadãos do mundo, que não tem olhos para esses mesmos problemas ao dobrar a esquina, pois os naturalizaram –, o primeiro que deve existir nelas é o consumismo (premissa da produção capitalista) e dele, porque não, o dever anticapitalista de redimir os impulsos e desejos do consumidor com o desejo de fazer pela humanidade e o ecossistema alguma coisa com a doação embutida na compra. O que vemos na ideologia capitalista não é o ato responsável perante o ecossistema, mas a tentativa desenfreada de manter sua essência, agora, o consumo sob o comportamento e dimensão ética do consumidor, que passa a acreditar que quanto mais consumir, maior será seu grão de areia para a solução dos problemas da pobreza e das questões socioambientais.

Não entanto, o cenário no qual nos movemos, de coisificação de tudo e de todos, de banalização da vida, de individualismo exacerbado e de dicotomização na compreensão do humano como natureza é, em tese, antagônico a projetos socioambientalistas que visam a justiça social e a indissociabilidade entre humanidade-natureza.

Nunca é demais ressaltar que ainda que se deposite toda a confiança na educação, como transformadora da consciência e com isso o indivíduo solucionar os problemas da humanidade, ela possui limites, ou seja, não é suficiente em si para realizar uma *práxis educativa cidadã* (LOBINO, 2007), participativa e revolucionária, se isso não se relacionar diretamente com outras esferas da vida. É idealismo ingênuo e simplista creditar à educação a “salvação do planeta”. Por ser um processo de aprendizagem com o outro e pelo outro, mediado pelo mundo, e, portanto, algo intrínseco à realização da natureza humana, é fundamental e primordial, contudo, sua centralidade só ganha concretude à medida que a entendemos no seu movimento de definição e objetivação na história.

Assim, conforme as contribuições de Lobino (1999), os conselhos de escola nos parecem um campo fértil para a promoção de um território sustentável, desse modo definiu-se como objetivo geral deste debate, analisar as possibilidades e os limites de se implementar a formação de *ecoeducadores* no contexto da gestão democrática, a partir da comunidade escolar e local. Esse tem sido a proposta do Coletivo Educador Ambiental como possibilidade de fortalecimento da EA como eixo articulador entre o projeto político pedagógico escolar e os conselhos escolares, identificando os limites e as possibilidades na formação de eco educadores.

Nesse aspecto, entendemos que os conselhos escolares são espaços potenciais na promoção da gestão democrática, isso se articulado a um conhecimento inter/transdisciplinar a ser construído pelo enfrentamento democrático das ideias, fomentando o conhecimento que problematize e aguçe a curiosidade e o interesse dos diferentes sujeitos, tornando-o mais legítimo e representativo das necessidades reais do ambiente em suas inter-relações e complexidades. Estes Conselhos permitem o encontro e/ou confronto dos interesses presentes na atuação da representação dos diferentes sujeitos sociais, portanto portadores de direitos e de diferentes saberes que em tese, participam nas decisões e encaminhamentos na gestão da escola.

Desse modo é a escola, que deve ser considerada como *locus* privilegiado de intervenção no território vivido, a partir do Conselho de Escola como espaço das relações dos diferentes saberes e práticas a partir da sua legitimidade e representatividade, capaz, portanto de promover a articulação em seu território vivido potencializando os diferentes espaços não formais com ampliação de conhecimento científico vivido.

Portanto, concluímos que se a questão ambiental estava no discurso dos intelectuais do século passado, isso não ficou menos distantes nas lutas políticas do presente como apontamos neste artigo. É evidente o descaso como os países a nível mundial evidenciam a questão socioambiental, decorrendo disso o aumento da crise global. A forma como a sociedade de consumo contempla a problemática ecológica continua a ser conservadora,

como apontam as últimas pesquisas de Žižek (2012, 2014) sobre a temática. Essa visão ingênua e espiritualista, fundada na ecologia do medo, dos grupos engajados dentro dessa questão, tem convertido a *ecologia no novo ópio das massas* (ŽIŽEK, 2019, s.p.). Por isso, de acordo com este Žižek (2014) vivemos entre *ecohomos liberais* que apelam para exfoliação dos recursos naturais; os quais precisam ser pegos, emprestado das futuras gerações para nosso desenvolvimento desenfreado no presente, porquanto é importante que a natureza seja nessa perspectiva tratada com respeito ou de forma sagrada. É por isso que, quando abordamos a formação do *ecoeducador crítico* como *intelectual orgânico* essa ideia não é um paradigma, pois diferentemente procuramos desvendá-la em sua completude, sem que permaneça um mistério eterno. E, mais do que isso, se discute a desfocalização das lutas estruturais dentro do discurso ecológico, não apresentando a questão ambiental dissociada das outras problemáticas existentes nas sociopolíticas decorrentes da ideologia neoliberal.

■ REFERÊNCIAS

1. ARISTÓTELES. **A Política**: Coleção Livros que Mudaram o Mundo. São Paulo: Folha de São Paulo, 2010.
2. BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
3. _____. **O freudismo**: um esboço crítico. São Paulo: Perspectiva, 2004
4. _____. **Para uma filosofia do ato responsável**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.
5. _____. **Problemas da poética de Dostoievski**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
6. BAKHTIN, M. **Questões de literatura e estética**: a teoria do romance. São Paulo: UNESP, 1993.
7. BAKHTIN, M; VOLOCHÍNOV, V. **Marxismo e filosofia da linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. São Paulo: Hucitec, 2004.
8. BOFF, L. **A águia e a galinha**. Petrópolis: vozes, 1997. BRASIL. Lei 9795 de 27 de abril de 1999. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>. Acesso em 15 set. 2020.
9. BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**, Lei 9795. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>. Acesso em: 15 set. 2020.
10. _____. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

11. CABRAL, M. B. L. **Educação, linguística aplicada e a pesquisa colaborativa**: esboço de um estudo sobre o ensino-aprendizagem da linguagem verbal. www.uern/epa.br. (mídia eletrônica). 2009.
12. CHAUI, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2005.
13. DUARTE, N. **A individualidade para si**: contribuições a uma teoria histórico-crítica da formação do indivíduo. 3ª. ed. São Paulo: Autores Associados, 2013.
14. DUBET, F. **Sociologia da experiência**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
15. FIDALGO, S. S.; SHIMOURA, A. S. (Org.) **Pesquisa crítica de colaboração**: um percurso da formação docente. São Paulo: Doctor, 2006.
16. GONZALEZ REY, F. As categorias sentido, sentido pessoal e sentido subjetivo: sua evolução e diferenciação na teoria histórico-cultural. **Revista Psicologia da Educação**, v. 24, n. 1, p. 155-179, 2007.
17. GRAMSCI, A. **Intelectuais e a Organização da Cultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.
18. GUATTARI, F. **As três ecologias**. Tradução Maria Cristina F. Bittencourt. Campinas: Papirus, 1990.
19. HERCULANO, S. **A consciência da solidariedade**. *O Educador Ambiental*, 2. nº8, 1995. Disponível em: <https://silo.tips/download/educacao-ambiental-a-consciencia-da-solidariedade>. Acesso em 09 set. 2020.
20. HOGAN, D.J. **Pobreza, poluição e prioridades: considerações sobre o meio ambiente e a cidadania**. Campinas: Unicamp. Textos Didáticos n.º 3. 1994.
21. IBIAPINA, I. M. L M. (Org.). **Formação de professores**: texto & contexto. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
22. _____. **Pesquisa colaborativa**: investigação, formação e produção de conhecimentos. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.
23. JONAS, J. **El principio de responsabilidad**: ensayo de una ética para la civilización tecnológica. Barcelona: Editorial Herder, 1995.
24. LASTÓRIA, L. A. C. N. **Ethos sem ética: a perspectiva crítica de T. W. Adorno e M. Horkheimer**. *Revista Educação & Sociedade*, vol. 22, n.76, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302001000300004. Acesso em 09 set. 2020.
25. LAYRARGUES, P. P. **Educação para a gestão ambiental: Educação para a gestão ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%B5es_da_COEDU/Referencial_Te%C3%83%C2%B3rico/Educa%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o_para_a_gest%C3%83%C2%A3o_ambiental.pdf. Acesso em 13 set. 2020.
26. LEONTIEV, A. N. **Actividad, consciencia y personalidad**. Buenos Aires: Ediciones ciências del hombre, 1978.

27. LOBINO, M. G. F. **A gestão democrática como ponto de partida para a formação de eco educadores para sociedades sustentáveis**. 2010. 138 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – CCA/ Universidad Autónoma de Asunción, Asunción, 2010.
28. _____. **A práxis ambiental educativa**. 2ed. Vitória: Edufes, 2013.
29. _____. Influências liberal/ pragmatistas na educação brasileira: uma análise histórico-filosófica. **Pró-Discendente**, UFES, Vitória, v. 5, n. 3, p. 32-51, set./dez, 1999.
30. LOUREIRO JUNIOR, E.; IBIAPINA, M. L. M. (Org.). **Vioformação, reflexividade crítica e colaboração**: pesquisa e formação de professores. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.
31. LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e gestão participativa na explicitação e resolução de conflitos. **Gestão em Ação**, Salvador, v.7, n.1, jan./abr. 2004. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/cea/files/2011/12/FredericoLoureiro.pdf>. Acesso em 15 set. 2020.
32. _____. **O movimento ambientalista e o pensamento crítico**: Uma abordagem política. Rio de Janeiro: Quartet, 2003.
33. MAGALHÃES, M. C. C. Sessões reflexivas como ferramenta aos professores para a compreensão crítica das ações da sala de aula. In: **Congresso da sociedade internacional para a pesquisa cultural e teoria da atividade**, 5., **Anais**, Amsterdam, Vrije University, 2002.
34. PINO, A. **As marcas do humano**: as origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev. S. Vigotski. São Paulo: Cortez, 2005.
35. _____. A. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Revista Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 71, 2000.
36. QUINTAS, J.S. & GUALDA, M.J. **A formação do educador para atuar no processo de gestão ambiental**. Brasília: Ibama. 1995
37. RAMOS, S. D. H-P. Educação e cinema: o sujeito e as configurações subjetivas a partir do diálogo polifônico mediado pela sétima arte Pró-Discendente: **Caderno de Produção Acadêmico-Científica**. Programa de Pós-Graduação em Educação, Vitória- ES, v. 23, n. 2, p. 80-97, jul./dez. 2017.
38. SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 41^a. ed. Campinas: Autores Associados, 2009.
39. TOZONI-REIS, M. F. C. Fundamentos teóricos para uma pedagogia crítica da educação ambiental: algumas contribuições. GT 22: **Educação Ambiental**. 30^a. Reunião Anual de Anped, 2007. Disponível em: <http://30reuniao.anped.org.br/trabalhos/GT22-3311--Int.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
40. VASCONCELOS, H. S. R; SANCHEZ, C; PICCININI, C. RIBEIRO, T. **A formação do educador ambiental: reflexões sobre os caminhos para a construção e delimitação de um objeto de pesquisa em educação ambiental**. GT 22: Educação Ambiental. 29^a Reunião Anual de Anped, 2006. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/cea/GT22_2381.pdf. Acesso em 15 set. 2020.
41. VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Tomo I. Tradução José María Bravo. Madrid: VISOR, 1997.
42. ŽIŽEK, S. A amazonia está em chamas – e daí?. **Blog da Boitempo**. São Paulo. 04/09/2019. Disponível em: <https://blogdaboitempo.com.br/2019/09/04/zizek-a-amazonia-esta-em-chamas-e-dai/>. Acesso em 19 set. 2020.

43. _____. **Recordando a Lenin**. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales, 2007.
44. _____. **Violência: seis reflexões laterais**. São Paulo:Editorial Boitempo, 2014.
45. _____. **Vivendo no Fim dos Tempos**. 1º Ed. São Paulo: Editorial Boitempo, 2012.

“

Eficiência de *Moringa Oleifera* e sulfato de alumínio no tratamento de água residuária industrial

▮ Enaira Liany Bezerra dos **Santos**
UERN

▮ Juciane Vieira de **Assis**
UFERSA

▮ Larissa Fernandes da **Silva**
UFERSA

▮ Letícia Lamonyely Pereira da **Costa**
UERN

▮ Yáskara Fabíola Monteiro Marques **Leite**
UERN

▮ Roseano Medeiros da **Silva**
UERN

RESUMO

O setor industrial é um dos maiores consumidores de recursos hídricos e que tem produzido cada vez mais resíduos líquidos que são de difícil descarte. A partir disso, algumas técnicas no tratamento de efluente vêm sendo utilizadas para teste de viabilidade e eficiência. Uma delas é o uso de coagulantes (orgânicos e inorgânicos) nas etapas de coagulação/floculação em processo de tratamento de efluentes. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os resultados obtidos a partir do processo de coagulação de dois agentes coagulantes e definir a melhor dosagem para reúso interno do resíduo líquido de uma empresa de beneficiamento de vidro localizada no município de Mossoró, no Rio Grande do Norte. Os experimentos foram realizados em triplicata a partir de uso de aparelho Jar Test, respeitando o Tempo de Mistura Rápida (TMR) e Lenta (TML) e o Tempo de Decantação (TD) pré-estabelecidos durante a pesquisa bibliográfica. Cada amostra de água bruta foi de 0,3 L para as dosagens de 0,001, 0,005 e 0,1 L em cada pH delineado para teste. Os resultados obtidos mostraram a eficácia dos dois coagulantes testados na redução de cor aparente da água residuária derivada do beneficiamento de vidro. O sulfato de alumínio conseguiu reduzir 99,7% e *Moringa oleifera* 98,6 % da cor aparente.

Palavras-chave: Coagulantes, Reúso de Efluentes, Resíduos Líquidos, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O uso industrial e em grande escala dos recursos hídricos tem produzido cada vez mais resíduos líquidos que, por suas mais variadas características, são de difícil descarte. Observa-se um grande uso dos recursos hídricos no setor de construção e decoração, como empresas que fabricam vidro. Por isso, é necessário buscar uma boa gestão desses despejos, que inclua o reuso e descarte adequado da água residuária.

A água pode ser utilizada nas indústrias de diversas formas, tais como: lavagens de máquinas, tubulações e pisos, sistemas de resfriamento, geradores de vapor, águas utilizadas diariamente nas etapas do processo industrial e esgotos sanitários (GOMES et al, 2017, p. 30). Assim, em diferentes etapas são gerados grandes quantitativos de resíduos líquidos e cada um tem características muito distintas, o que dificulta a padronização de um sistema específico de tratamento para esses resíduos.

As empresas que geram esses resíduos têm a responsabilidade de dar a eles a destinação adequada, de modo a garantir a sustentabilidade ambiental no processo produtivo. Para que estes resíduos líquidos sejam descartados em corpos d'água devem passar por um tratamento adequado (GOMES et al, 2017, p. 32) ou, em casos aplicáveis, deve-se optar pela reutilização das águas residuais, de forma a reduzir o quantitativo de água de abastecimento usada, gerando lucro para a empresa e beneficiando o meio ambiente.

A partir disso, é preciso buscar por tecnologias sustentáveis para tratamento de águas residuais. O processo de coagulação e floculação tem se mostrado, a partir de diversas pesquisas, ser rápido, acessível e eficiente na remoção de impurezas da água. A coagulação consiste essencialmente na desestabilização das partículas coloidais e suspensas presentes na água e normalmente é seguida pelo processo de floculação, que aglomera as partículas coaguladas ou desestabilizadas, para formar flocos maiores que possam sedimentar (FRANCO et al., 2017).

Os coagulantes inorgânicos como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico têm sido amplamente aplicados nesse processo, pois apresenta baixo custo de mercado por ser produzido em larga escala e ser comumente utilizado nos processos de tratamento de água, porém o mesmo é bioacumulativo e possui forte ligação com a doença de Alzheimer, representando riscos à saúde (SIQUEIRA et al., 2018).

Como alternativa, surgem os coagulantes orgânicos, como a moringa e a quitosana, que podem ser uma alternativa mais sustentável, tanto pela sua eficiência quanto pelos resíduos biodegradáveis que geram durante o processo de coagulação, além de que para ser utilizada no tratamento exige um processamento fácil e prático no manuseio, o que a torna uma solução viável para o tratamento sustentável da água.

OBJETIVO

Avaliar os resultados obtidos a partir do processo de coagulação e floculação de dois agentes coagulantes e definir melhor dosagem para reuso interno do resíduo líquido de uma empresa de beneficiamento de vidro localizada no município de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte.

MÉTODOS

Foi utilizado efluente de uma empresa de beneficiamento de vidro localizada em Mossoró, município localizado na região Oeste Potiguar do estado do Rio Grande do Norte, a uma distância de 281 km de Natal, capital do estado. Os parâmetros para caracterização e verificação do efluente estudado foram: cor aparente (medido no Medidor de Cor Aparente IIP Microprocessado) e Potencial Hidrogeniônico (medido no Medidor de pH TEC-5).

O pH das amostras foi ajustado antes de submetê-las ao processo de coagulação, pois como mostrado por Vaz (2009) e Fernandes (2015), cada coagulante tem uma faixa ótima de operação, onde observa-se uma maior formação de flocos e conseqüentemente um tratamento mais eficiente. Como descrito no quadro 1, a moringa apresenta uma faixa ótima de pH mais ampla que o sulfato de alumínio, o que confere uma outra vantagem do uso da moringa.

Porém, neste trabalho foi visado a comparação dos dois coagulantes na faixa ótima de pH do sulfato, de 5-8, além do pH 9, o pH no qual a água residuária se encontrava. A faixa ótima do sulfato foi escolhida por contemplar também parte da faixa ótima da moringa (4-12). Para tal ajustes, foi utilizado ácido clorídrico (HCl 1M a 1%) ou hidróxido de sódio (NaOH), misturado a água destilada numa proporção de 1:1.

Quadro 1. Faixa ótima de operação dos coagulantes.

Coagulantes	Faixa ótima de operação
Moringa*	4 - 12
Sulfato de Alumínio**	5 - 8

*Vaz (2009) ** Silva (1999).

Cada coagulante foi base para uma solução de 0,001 L que foi preparada antes de cada ensaio para conferir a eficiência necessária. A solução coagulante a base de Sulfato de Alumínio foi preparada a partir da diluição de 0,001 kg de sulfato de alumínio para 0,001 L de água destilada e posta no Agitador Magnético Modelo D1-01 durante 15 minutos.

A solução coagulante a base de Moringa foi preparada a partir da sua semente, que foi macerada com pilão e passada na peneira, a fim de se usar apenas os grãos iguais ou

menores que 0,036 mm. Após obter o pó da semente da moringa, foi diluído 0,001 kg deste em 0,001 L de água destilada e submetido ao Agitador Magnético por 15 minutos.

Os experimentos foram realizados em triplicata usando o aparelho Jar Test, respeitando o Tempo de Mistura Rápida (TMR), Tempo de Mistura Lenta (TML) e Tempo de Decantação (TD) pré-estabelecidos durante a pesquisa bibliográfica. Cada amostra de água bruta foi de 0,3 L para as dosagens de 0,001, 0,005 e 0,1 L em cada pH delineado para teste.

Quadro 2. Condições de operação utilizadas no Jar Test.

TMR	TML	TD
160 rpm por 3 min	30 rpm por 15 min	30 min

Fonte: elaboradas pelas autoras.

RESULTADOS

Inicialmente foi feita a caracterização do efluente bruto a partir dos parâmetros já citados anteriormente e em seguida as mesmas análises foram realizadas em todas as dosagens a fim de obter a comparação final dos resultados.

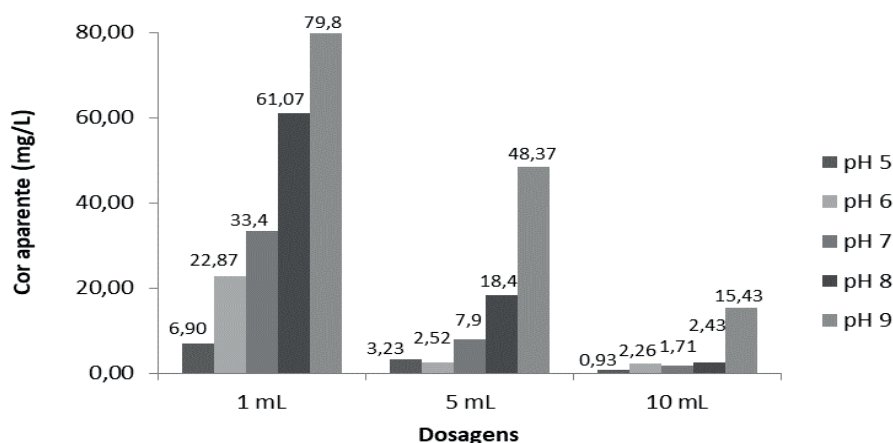
Quadro 3. Características do efluente bruto.

Parâmetros	Efluente Bruto	Valor Máximo Estabelecido*
Cor aparente	320,01 mg/L	75 mg/L
pH	9,38	6,0 a 9,0

* Resolução Conama 357/05

O gráfico 1 apresenta a média de cor aparente analisada após tratamento com o coagulante industrial sulfato de alumínio, considerando a faixa de pH junto das dosagens estabelecidas. A amostra tratada com 0,001 L de solução coagulante com pH 9, foi a única que apresentou média distinta do estabelecido pelas Resoluções, que seria de 75 mg/L de cor aparente.

Gráfico 1. Valores de cor aparente (mg/L) das amostras tratadas com o coagulante inorgânico.

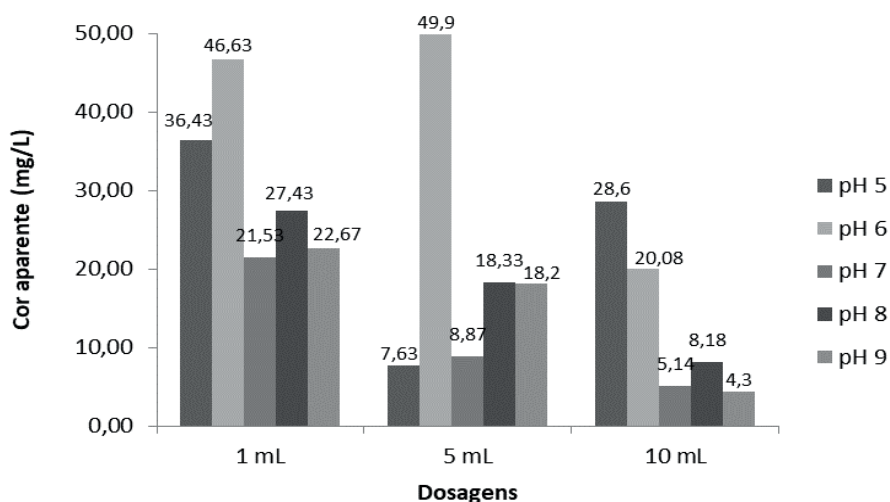


O gráfico 2 exibe as médias de cor aparente das amostras tratadas com solução coagulante orgânica a base de *Moringa oleifera*. Todas as amostras permaneceram dentro do padrão estabelecido de 75mg/L de cor aparente estabelecido pela Resolução.

Assim como para as amostras tratadas com solução coagulante de sulfato de alumínio que apresentam as melhores médias com o aumento da dosagem, o mesmo ocorre com as amostras tratadas com Moringa. A melhor média de cor aparente foi apresentada na amostra tratada que combinou 0,1 L de solução coagulante de Moringa com pH 9, com eficiência de 98,6% na redução de cor aparente.

Pode-se notar que além das amostras tratadas com a solução coagulante orgânica terem mostrado uma estabilidade no pH, o que não aconteceu com as tratadas com o coagulante inorgânico, elas também tiveram uma maior redução no pH onde a água já se encontrava, de valor 9.

Gráfico 2. Valores de cor aparente (mg/L) das amostras tratadas com o coagulante orgânico.



Podemos observar, à medida que se tem o aumento da dosagem e a redução de pH, melhores são as médias e consequentemente percentual de redução de cor aparente. Diferente disso ocorre quando se tem a diminuição da dosagem e o aumento de pH. A amostra tratada com 0,1 L de solução coagulante com pH 5, apresentou média 0,93 e 99,7% de redução de cor aparente.

DISCUSSÃO

As variáveis de água bruta analisadas encontram-se em excesso em comparação à legislação consultada. Isso pode ser justificado pelos reagentes no qual a água entra em contato no processo de beneficiamento do vidro, como a sílica ou óxido de sílica. Apesar do

pó em contato com a água ser inerte, este pode aumentar a cor e o pH da água rapidamente (ZAMPERO, 2011).

Santos et al. (2007) afirma que a moringa é um agente coagulante capaz de competir com o sulfato de alumínio na remoção de cor em alguns casos, como de água residuária que fora aditivada a sílica, é uma alternativa mais econômica, pois há pouca alteração do pH da água, não necessitando muitas vezes de correção após o processo de coagulação e floculação.

Em estudo desenvolvido por Zampero (2011), também foi observado a eficácia das sementes de moringa como coagulantes em efluentes gerados na indústria de beneficiamento de vidros, confirmando a viabilidade satisfatória de reuso. O uso de biopolímeros extraídos de vegetais no processo de coagulação tem várias vantagens em comparação com os sais químicos: baixo custo; não há variação de natureza da alcalinidade da água no processo; o lodo gerado após tratamento apresenta menor volume quando comparado com o lodo gerado com uso de constituintes químicos.

Pode-se desmistificar, então, a ideia de que os coagulantes orgânicos são menos eficazes que os inorgânicos. Nesse caso, a moringa torna-se bem mais atrativa do que o sulfato, mesmo sem contar com o fato que o gasto seria muito menor quando usadas diariamente. Se torna importante, nesse caso, testar diferentes formas de preparo e uso da solução coagulante, o que ainda tem sido pouco explorado, como afirmam Arantes et al. (2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois coagulantes testados mostraram-se eficaz na redução de cor aparente da água residuária derivada do beneficiamento de vidro. Constatando que a Moringa oleífera é uma alternativa sustentável ao sulfato de alumínio, na redução de cor aparente.

O estudo foi eficiente para dar suporte ao processo decisório de escolha de coagulante, dosagens e pH para realizar o tratamento da água gerada no processo de beneficiamento de vidro e garantir o reuso interno dessa água, gerando diferentes benefícios à empresa e ao meio ambiente.

Estudos com esse objetivo devem ser incentivados e desenvolvidos, com vistas a buscar diminuir o quantitativo de água utilizada em processos industriais e também evitar que elas sejam jogadas na rede de esgoto enquanto podem ser reutilizadas e receber uma destinação adequada.

■ REFERÊNCIAS

1. ARANTES, Camila C. et al. Diferentes formas de aplicação da semente de *Moringa oleífera* no tratamento de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n3/1415-4366-rbeaa-19-03-0266.pdf>> Acesso: 10 Nov 2020
2. FERNANDES, Mylena et al. Aplicação de tanino como coagulante no reuso da água de lavagem de automóveis e a utilização do lodo na agricultura. **Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, Brasil, v. 9, n. 1, p. 51-61, 2015. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/285>> Acesso: 15 Set 2019
3. FRANCO, Camila Silva et al. Coagulação com semente de *Moringa oleifera* preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 781-788, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n4/1809-4457-esa-22-04-00781.pdf>> Acesso: 20 Set 2019
4. GOMES, Vinícius Marques et al. Avaliação do sistema de tratamento de efluentes gerados em indústria de laticínios. **Colloquium Exactarum**, v. 9, n. 3, 2017. Disponível em: <<http://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2226/2050>> Acesso: Nov 2019
5. SANTOS, R. O. RABELO, T. S.; SCHRANK, S. G. **Uso de sementes de *Moringa oleifera* para o tratamento de efluentes têxteis**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. Aracajú, 2007. Disponível em: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-080.pdf>> Acesso: 15 Dez 2019
6. SILVA, T. S. S. **Estudo da tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto**. Dissertação (Mestrado, Área de saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4660>> Acesso: 15 Dez 2019
7. SIQUEIRA, A. P. S. et al. Análise da performance dos coagulantes naturais *Moringa oleifera* e tanino como alternativa ao sulfato de alumínio para o tratamento de água. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.27; p. 18, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/eng/ananlise%20da%20performance.pdf>> Acesso: 20 Dez 2019
8. VAZ, L. G. L. et al. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. **Ecl. Quím.** São Paulo, 35 - 4: 45 – 54, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eq/v35n4/06.pdf>> Acesso em: 25 Dez 2020
9. ZAMPERO, R. **Tratamento de Efluente líquido da Indústria de Vidros com sementes de *Moringa oleifera***. Dissertação (Mestrado, área de Sistemas de Produção na Agropecuária) – UNIFENAS, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNFE_f2be447cb0db54549e5e20af08b648ad> Acesso: 30 Nov 2019

“

Esse rio é minha rua: análise da qualidade da água do Rio Tapajós na Orla Portuária de Santarém-PA

▮ Reginaldo da Silva **Sales**
IFPA

▮ Rosivana Silva **Correa**
SEDUC-PA

▮ Osimar Lopes da **Costa**
SEDUC-PA

▮ Maria Creusa **Sales**
SEDUC-PA

RESUMO

O rio Tapajós é um dos principais rios do Estado do Pará, fazendo parte da Bacia Amazônica, a maior bacia hidrográfica do mundo, entretanto, o aumento populacional e a grande quantidade de embarcações atracadas na orla tem gerado o aporte de contaminantes nesse importante rio da região. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água do rio Tapajós na orla portuária de Santarém-PA quanto as variáveis visuais, físico-químicas e a presença de metais, tendo como base a resolução 357/2005 do CONAMA. Foram selecionadas oito pontos de amostragem ao longo da orla portuária, onde se fez coleta na camada superficial da coluna d'água. A coleta foi realizada em dois períodos contrastantes, Janeiro (seco) e Julho (cheio) ao todo, foram determinadas 14 variáveis. Os resultados mostraram que a turbidez esteve em conformidade com a resolução em todos os pontos de coleta, o pH esteve entre 6 e 7 nas amostras, o OD esteve abaixo do mínimo exigido pela CONAMA, mostrando impacto da presença humana. Os níveis de nutrientes essenciais, Ca, Mg, Na e K estão de acordo com a maioria dos rios da região amazônica de águas claras. Em quase todos os pontos o elemento Fe, na estiagem, esteve acima do permitido, no entanto, os índices diminuem no período chuvoso em alguns pontos, mas se mantiveram altos em três pontos amostrais. O teor de Al está alto em alguns pontos nas duas estações. Esses dados preliminares requerem uma análise mais rigorosa, pois índices elevados desses metais (Al e Fe) podem comprometer a qualidade deste importante rio da Amazônia e representar uma ameaça para a saúde da população, principalmente, dos ribeirinhos.

Palavras-chave: Rio Tapajós, Qualidade da Água, Poluição Ambiental, Águas Amazônicas.

INTRODUÇÃO

“Esse rio é minha rua” é uma canção de Ruy Barata e Paulo André que ganhou voz com a cantora Fafá de Belém. O título e a letra dessa música são expressivos da realidade das cidades amazônicas, sobretudo, as primeiras cidades que foram construídas ao longo das margens dos diversos rios do vale da bacia amazônica, como é o caso da cidade de Santarém, no estado do Pará, assentada na foz do rio Tapajós, na confluência com o rio Amazonas.

Ainda hoje, para a maioria das cidades amazônicas, o rio e o porto, constituem-se como um importante local de entrada e saída nas cidades. Santarém está inserida nesse contexto. Funcionando como cidade polo no Baixo Amazonas, ela recebe, diariamente, embarcações de mais de 20 cidades, incluindo o oeste paraense, e as capitais: Belém, Manaus e Macapá. Por causa disso, a cidade tem uma orla portuária agitada, movimentada por embarcações, mercadorias e pessoas que acabam modificando a qualidade dessas águas. As imagens da figura 1, representam um pouco dessa realidade diária da orla tapajônica.

Figura 1. Embarcações e pessoas na orla portuária de Santarém



Fontes: os autores (2015)

A água é o líquido mais abundante do planeta e é essencial para a sobrevivência das plantas, animais e microrganismos, além de tantos outros usos que assume atualmente. Muito se fala em recursos hídricos, no entanto, falar em qualidade da água é muito relativo, pois,

a água do mar é de boa qualidade para muitas espécies de peixes, mas não é adequada para o consumo humano. Águas contaminadas causam sérios danos à biota aquática, além de afetar diretamente a saúde humana (BRANCO *et al.*, 2006).

De acordo com (BRAGA *et al.*, 2006), os padrões de qualidade da água referem-se direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de alguma espécie química ou germes patógenos que possam comprometer a qualidade da água do ponto de vista de sua estética e de sua salubridade, sendo este último de maior importância, devido afetar decisivamente a saúde e a vida das pessoas.

O uso intensivo da água como depurador dos resíduos produzidos pelos grandes centros urbanos tem impactado os cursos naturais, produzindo ambientes propícios ao desenvolvimento de vetores biológicos de diferentes doenças de veiculação hídrica, tais como: esquistossomose, malária, dengue, febre amarela, disenterias as quais constituem endemias de grande significado sanitário, social e econômico em várias regiões do país, destacadamente na Região Amazônica (BRANCO *et al.*, 2006).

Nesse contexto, na análise da qualidade das águas, considera-se a composição de uma amostra cujos constituintes são referidos em termos de características físicas, físico-químicas, químicas e microbiológicas dependendo do objetivo a ser alcançado. Por isso, quando se quer estudar a qualidade da água de um rio, faz-se necessário conhecer o ambiente em estudo para identificar prováveis fontes de contaminação.

Desta forma, este estudo analisou, em 16 amostras de água, 8 coletadas no período seco e 8 no período chuvoso, coletadas ao longo da orla portuária de Santarém (rio Tapajós) no estado do Pará, alguns padrões de potabilidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/3005, parâmetros físicos, físico-químicos e químicos (sujidades visíveis a olho nu: materiais flutuantes, óleos e graxas e resíduos sólidos objetáveis, pH, OD, Turbidez, Alcalinidade, Temperatura e os metais Fe, Al, Mn, Ti, Ca, Mg, Na e K).

Essa análise se faz necessária porque grande quantidade de esgoto sem tratamento, proveniente das residências, são lançados diretamente no rio Tapajós (Figura 2), assim como o excessivo acúmulo de lixo proveniente das embarcações que ancoram na orla. Vale ainda citar os resíduos produzidos na Feira Municipal localizada às margens do rio. Tanto um quanto outro, constituem fontes potenciais de poluição das águas do rio Tapajós e podem comprometer a saúde da população que utiliza a água para diversos fins.

Compreender como a água do rio Tapajós apresenta-se hoje no decorrer da orla fluvial de Santarém, a qual é utilizada para momentos de lazer entre os moradores das proximidades e também por pessoas que frequentam o local, foi o que nos levou a esta pesquisa, esperando-se encontrar a partir destas análises, subsídios que podem auxiliar para encontrar soluções mitigadoras necessárias. Acredita-se que esta pesquisa é de fundamental importância

para os usuários e a população de Santarém em geral, no sentido que pode indicar as condições da qualidade da água do rio considerando as interferências antrópicas. De igual modo, este estudo pode servir de auxílio para futuros trabalhos no rio Tapajós, bem como, ser usado como suporte em estudos de Educação Ambiental na rede educacional da cidade.

Figura 2. Destaque do lançamento de esgoto doméstico na orla portuária de Santarém



Fonte: os autores (2015)

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Até há poucas décadas, a água era considerada um recurso natural de proporções infinitas, inesgotável. Atualmente, percebe-se que as reservas de água do planeta são finitas, e cada vez menores. Muitos morrem, ainda hoje, por falta de água ou pela má qualidade desta. Em breve, água potável valerá o que valia um poço de petróleo nos anos 1970 (BOTHELHO, 2001). Embora nosso planeta seja coberto em sua maior parte por água, apenas uma pequena parcela é composta de água doce, e desta, um pequeno valor é destinado aos usos humanos.

O Brasil é um país rico em recurso hídrico, porém, o mau uso e o aproveitamento desordenado desse líquido estão ocasionando a diminuição e até mesmo a falta desse recurso em algumas regiões, não necessariamente em quantidade, mas principalmente em qualidade. Em alguns estados do Brasil, por exemplo, a população já sofre com racionamento de água potável em suas casas. Sendo assim, torna-se necessário que se inicie ações básicas preventivas para minimizar esse problema: tratamento de esgoto, manutenção de matas ciliares, uso adequado de água na agricultura e campanhas de uso racional nos setores comercial, doméstico e industrial, e conscientização ambiental (REBOUÇAS, 2006).

A água além de ser o elemento básico, fundamental, vital à vida, ela tem outros usos que também são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas. De acordo com a Cetesb (2013), O Brasil possui 18% dos recursos hídricos superficiais do planeta e essa ideia de abundância gerou, culturalmente, o uso abusivo dos rios e lagos do nosso território, ocorrendo com isto, um grande desequilíbrio na demanda e na disponibilidade deste recurso.

A região amazônica concentra uma grande porcentagem dos recursos hídricos no Brasil e segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), os usos mais comuns da água são diversos, incluindo: navegação, irrigação, recreação (balneabilidade), turismo, abastecimento urbano e industrial, hidroeletricidade, pesca e aquicultura.

A poluição das águas dos rios tem se mostrado prejudicial para todos os setores da economia. O lócus desta pesquisa é a orla do rio Tapajós cujas águas têm sido usadas pela população local, primordialmente, para abastecimento humano utilizado por ribeirinhos (que não dispõe de água encanada), navegação, pesca etc.

Na Amazônia, o transporte fluvial tem uma particularidade distinta do restante do país. Pelas condições regionais, os rios são os meios mais utilizados para a circulação de pessoas e mercadorias entre as cidades localizadas às margens dos rios que compõe a Bacia Amazônica. A pesca é a atividade econômica mais importante das comunidades as margens do Tapajós. Assim, dado esse contato constante da população com as águas portuárias é primordial conhecer a qualidade dessas águas.

METODOLOGIA

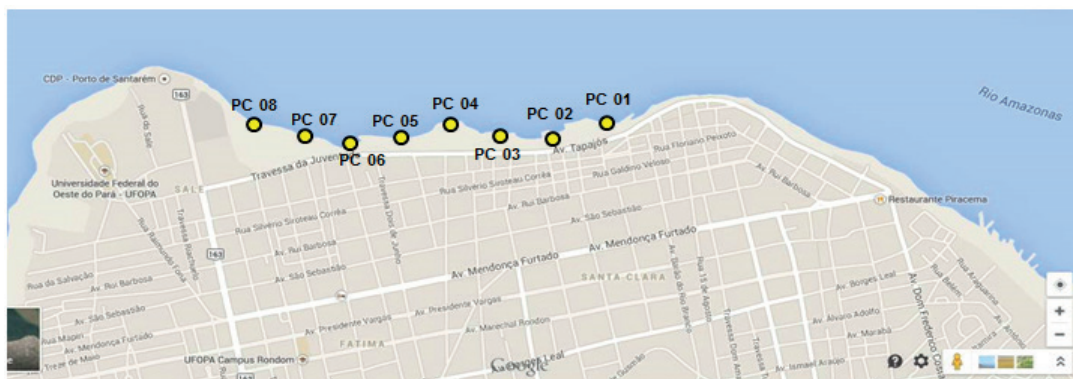
Localização e área de estudo

O município de Santarém está situado na meso e microrregião do Baixo Amazonas, a 2°25'30'' de latitude sul e 54°42'50'' de longitude oeste, localizado na margem direita do rio Tapajós, na confluência com o rio Amazonas. O município de Santarém possui cerca de 310.000 habitantes e uma área de unidade territorial de 22.887 km² (IBGE, 2019).

Pontos de amostragem

As localizações dos pontos de coleta (PC) foram registradas pelo GPS (Sistema de Posicionamento Global) de marca GARMIN®. A área de coleta das amostras localiza-se as margens da orla do rio Tapajós, perímetro portuário. Os 08 pontos de coleta estão identificados na figura 3 e sua descrição na tabela 1, compreende uma extensão de aproximadamente 2,5 km.

Figura 3. Localização dos pontos de coleta



Fonte: Google Maps, 2015

Tabela 1. Descrição dos pontos amostrais

Pontos de amostragem	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
PC 01	02°25'3,46" S	54°43'08,87" W
PC 02	02°25'6,54" S	54°43'17,11" W
PC 03	02°25'5,90" S	54°43'25,29" W
PC 04	02°25'2,99" S	54°43'31,25" W
PC 05	02°25'6,68" S	54°43'38,20" W
PC 06	02°25'7,22" S	54°43'43,04" W
PC 07	02°25'7,24" S	54°43'47,65" W
PC 08	02°25'7,52" S	54°43'52,66" W

Fonte: os autores (2015)

O trabalho de campo foi realizado em dois períodos contrastante: Janeiro de 2015 (período seco, início das chuvas, contudo, as águas do rio ainda estão baixas) e em Julho de 2015 (período cheio, final do chuvoso, onde o nível da água está alto). As coletas foram realizadas no período da tarde, entre às 16:00e 18:30h. As amostras para análise de metais foram armazenadas em garrafas de polietileno previamente descontaminadas com ácido nítrico (HNO_3) 1% para evitar quaisquer alterações, por absorção, adsorção ou dessorção.

O ponto 01 está localizado no início da orla portuária, chamado de escadaria da Matriz, onde ocorre atracação de barcos e há um fluxo grande de pessoas, além de despejo de

esgotamento sanitário. O ponto 02 fica localizado na hidrovívia de lanchas. O ponto 03 localizado na balsa de atracação de embarcações oriundas de cidades vizinhas, local de fluxo constantes de pessoas. O ponto 04 localizado na Balsa de atracação de barcos. Ponto 05 localizado em frente à Marinha do Brasil, onde desemboca esgoto. Ponto 06 localizado próximo a Praça Tiradentes, onde também desemboca esgoto. Ponto 07, localizado próximo a Feira do Peixe. Ponto 08, localizado próximo ao terminal Graneleiro CARGIL que tem intenso fluxo de carga e descarga de navios.

Material e Equipamentos utilizados

Para determinação analítica dos metais foi utilizado o espectrômetro de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) com conexão axial, modelo Vista Pro® Varian®. Os parâmetros operacionais usados no espectrômetro estão detalhados na tabela 2. Toda a água utilizada na determinação tinha resistividade mínima de $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ e foi fornecida pelo sistema de purificação Purelab Ultra Analytic da Elga, que usou água destilada como alimentação.

Tabela 2. Parâmetros operacionais usados no ICP-OES.

Parâmetros	
Potência da radiofrequência (KW)	1,40
Pressão do nebulizador (Kpa)	180
Fluxo de Argônio do Plasma (L/min.)	15
Fluxo de Argônio auxiliar (L/min.)	0,75
Tempo de introdução da amostra (seg)	40
Tempo de Lavagem (seg)	30
Tempo de estabilização (seg)	15
Tempo de Leitura (seg)	1,00
Velocidade da bomba peristáltica (rpm)	15

Fonte: os autores (2015)

Outros equipamentos utilizados são mostrados na tabela 3. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. As curvas analíticas obtidas para realização dos ensaios por plasma (metais) foram preparadas através da diluição de padrões rastreáveis e padrões NIST adquiridos na forma de soluções de 50 a 1000 mg/L (Tabela 4). Todos os padrões analíticos foram preparados em meio de 1% de ácido nítrico para evitar precipitação e adsorção nas paredes do recipiente.

Tabela 3. Equipamentos utilizados.

Equipamentos	Fabricante	Modelo
Espectrômetro de emissão ótica (ICP-OES)	Varian	Vista Pro
Ultrapurificador de água	Elga	Purelab Analytic
GPS	Etrex	Garmin
Balança analítica	Quimis	Q500L210c
Agitador horizontal	KAHN	107
Centrífuga	Núcleo	DCA 300
pH-metro	Schott	Handylab1
Temperatura	Icel	TD-910D
Oxigênio Dissolvido	Quimis	Q-408 P
Condutividade	Schott	Handylab LF1
Turbidez	Orbec-Hellige	Model 966

Fonte: os autores (2015)

Tabela 4. Padrões analíticos utilizados.

Padrão	Fabricante
Material padrão de referência de água SRM 1640	NIST
Padrão Multielementar aquoso rastreável a padrões NIST com 50 mg/L de Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn, Ti	Spex Certiprep
Padrão Multielementar aquoso rastreável a padrões NIST com 100 mg/L de Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn, Ti	Crescent Chemical

Fonte: os autores (2015)

Controle de Qualidade Analítico

Todos os equipamentos foram devidamente calibrados. Para maior confiabilidade dos resultados faz-se necessário ter controle para evitar erros que se cometem em qualquer determinação analítica. O objetivo do controle analítico encontra campos variados nas análises de metais traço, onde as incertezas adquirem amplitudes elevadas. Os dados obtidos em uma determinação devem ser validados com precisão e exatidão. Alguns procedimentos de controle de qualidade são recomendados para estimar a precisão e a tendência dos dados.

No presente trabalho o controle de qualidade dessas determinações foi realizado através da análise de amostra de referência com certificado NIST/SRM-1640 (National Institute of Standards and Technology) de elementos traço em água natural, onde foram avaliados a exatidão, limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos métodos.

A exatidão é definida como sendo uma aproximação entre um valor observado e um valor de referência. Quanto menor for o erro entre os valores encontrados para um analito, em relação ao valor de referência, mais acurada é a determinação. Os valores de exatidão encontrados variaram entre 92,37% e 106,74%.

Quando são realizadas medidas em amostras com baixos níveis de analitos, torna-se importante saber qual o menor valor de concentração do analito que pode ser detectado pelo método, definindo-se assim a sensibilidade do método através do cálculo do limite de

detecção e limite de quantificação. Os limites de detecção e quantificação do instrumento (Tabela 5) foram determinados através da leitura de 15 brancos (água ultrapura + ácido) com o uso das equações 1 e 2:

$$LD = \frac{3 \cdot DP_{\text{branco}}}{a} \quad (\text{eq.: 1})$$

$$LQ = \frac{10 \cdot DP_{\text{branco}}}{a} \quad (\text{eq.: 2})$$

onde, DP_{branco} é o desvio padrão do branco, e a é o coeficiente angular da curva analítica para cada elemento.

Tabela 5. Limites de detecção (LD) e quantificação (LQ), coeficiente angular (a) e linear (b), e coeficiente de correlação (r)

Elementos	λ (nm)	LD (mg/L)	LQ (mg/L)	a	b	r
Ca	317,93	0,016	0,053	15655	374,18	0,9997
Mg	278,30	0,008	0,028	381,94	19,65	0,9999
Na	589,00	0,063	0,211	139846	4144,8	1,0000
K	766,47	0,002	0,008	21,049	-263,5	0,9994
Al	237,31	12,01	40,02	1,14	107,04	0,9974
Fe	259,94	4,77	15,91	3740	54,88	0,9998
Mn	257,61	1,20	4,00	158,45	419,8	0,9999
Ti	334,94	1,30	4,30	24,25	395,8	0,9999

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis físicas e físico-químicas

Tabela 6. Variáveis físicas e físico-químicas (Período seco)

Amostras	T (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez (UNT)	Alcalin. (mg/L)	Transp. (cm)
CONAMA 357/2005	-	6 a 9	> 5,0	< 100,0	-	-
PC_01	29,8	6,35	5,4	13,0	10	80,0
PC_02	27,0	6,20	6,7	58,0	12	54,0
PC_03	27,5	7,62	4,8	21,0	20	50,0
PC_04	27,4	6,27	5,4	7,5	15	46,0
PC_05	25,1	8,93	2,1	78,0	60	47,5
PC_06	27,3	7,72	2,2	70,5	32	120,0
PC_07	26,3	7,95	4,8	62,0	16	140,0
PC_08	27,3	7,63	4,7	42,0	20	51,0

* Alcalin. = Alcalinidade; Transp. = Transparência.

* Valores em vermelho **estão em desacordo** com a resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 7. Parâmetros físicos e físico-químicos (Período cheio)

Amostras	T (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez (UNT)	Alcalin. (mg/L)	Transp. (cm)
CONAMA 357/2005	-	6 a 9	> 5,0	< 100,0	-	-
PC_01	30,2	6,68	6,1	7,5	10,0	121,5
PC_02	30,2	6,82	6,8	21,3	8,1	96,0
PC_03	30,1	7,04	5,3	8,6	15,7	75,1
PC_04	30,1	7,11	5,9	5,7	13,5	68,8

Amostras	T (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez (UNT)	Alcalin. (mg/L)	Transp. (cm)
CONAMA 357/2005	-	6 a 9	> 5,0	< 100,0	-	-
PC_05	30,1	8,02	4,2	48,0	35,4	65,0
PC_06	29,2	7,11	4,7	46,1	20,9	135,0
PC_07	29,4	7,53	6,2	38,9	11,0	165,5
PC_08	29,5	7,30	6,4	28,4	17,3	68,5

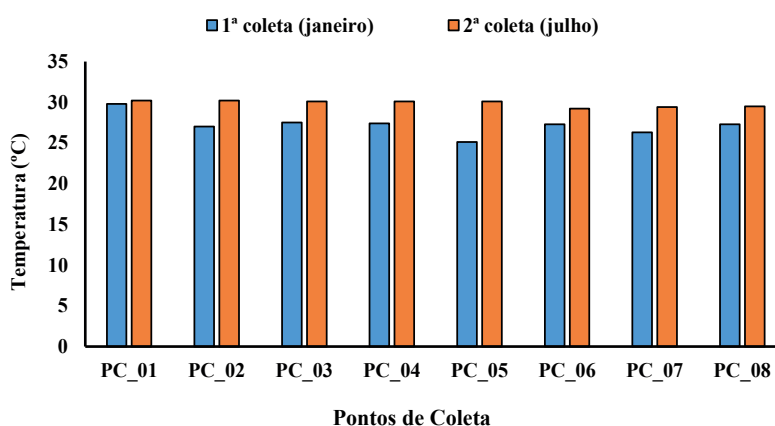
* Alcalin. = Alcalinidade; Transp. = Transparência.

* Valores em vermelho **estão em desacordo** com a resolução CONAMA 357/2005.

Temperatura

Segundo a Companhia Ambiental do estado de São Paulo - CETESB (2013), a elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais e usinas hidrelétricas. No meio aquático a temperatura é quem controla as variantes térmicas que oscilam geralmente entre de 0 a 30°C. Na Amazônia é comum registrar temperaturas variando entre 20°C e 38°C, dependendo da estação e horário do dia.

Gráfico 1. Temperatura



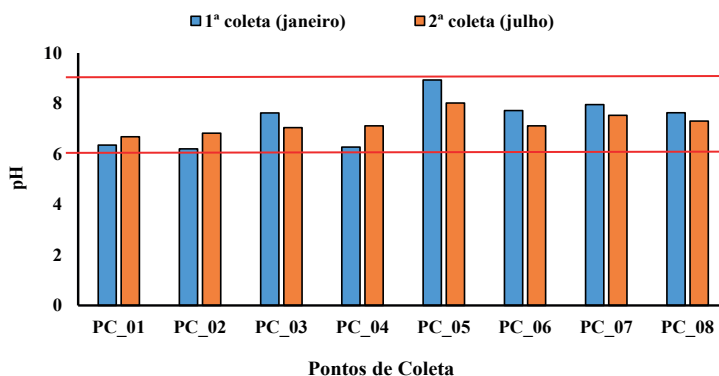
No gráfico 1 são mostrados os dados relacionados à temperatura das amostras de água. Na primeira coleta (janeiro), o valor mínimo da temperatura foi de 25,1°C (PC05) e o valor máximo 29,8°C (PC08) e na segunda coleta (julho), o valor mínimo foi de 29,2°C (PC01) e o máximo de 30,2 (PC01). Em todos os pontos amostrais verificou-se aumento da temperatura entre os dois períodos. Essa constatação está perfeitamente de acordo com a variação de temperatura na região amazônica nestes períodos. As temperaturas médias registradas foram 27,2°C na estação chuvosa e 29,9°C no período de estiagem. Não se verificou o lançamento de águas aquecidas no corpo hídrico.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

No gráfico 2 são mostrados dados relacionados ao pH das amostras de água coletadas nos dois períodos (Janeiro e Julho).

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos ocasionados naturalmente ou em processos unitários de tratamento de água. Para o estudo do saneamento ambiental, o pH é um parâmetro de suma importância, cujos critérios de variabilidade ideal para o consumo humano estão entre 6 e 9 (Portaria MS 518/2004). A influência do pH nos ecossistemas aquáticos naturais ocasiona efeitos fisiológicos sob as diversas espécies (BAIRD, 2006).

Gráfico 2. pH



Na coleta de Janeiro, o mínimo foi de 6,20 (PC02) e o máximo de 8,93 (PC05) e na coleta de julho o mínimo foi de 6,68 (PC01) e o máximo de 8,02 (P06).

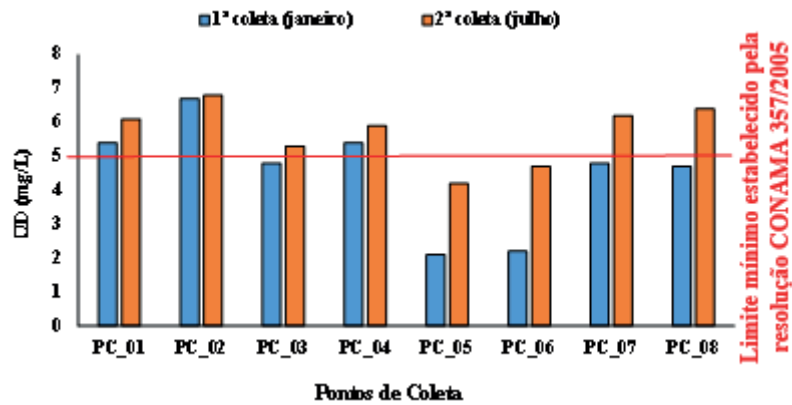
O valor de pH de 8,93 registrado no ponto PC 05 no período seco, se aproxima do valor máximo aceitável (pH 9). Esse ponto merece atenção já que fica próximo do canal de lançamento de esgoto doméstico. No período de cheio (julho), o valor de pH foi menor (pH 7) provavelmente por causa da diluição provocada pelo aumento do volume d'água.

Dados obtidos no rio Tapajós por MIRANDA et al (2009) mostram valores de pH variando entre 6,6 e 7,8. Esses valores mostram que o rio Tapajós antes do seu encontro com o rio Amazonas possui características levemente alcalinas e, após sua mistura, apresenta características ácidas a levemente alcalinas, característica comuns em rios de águas claras com pouca influência de ácidos húmicos.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Segundo a Cetesb (2008) o oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais devido a diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás, em função da temperatura. O oxigênio que se encontra dissolvido na água é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos microrganismos que vivem da água.

Gráfico 3. Oxigênio Dissolvido



Os teores médios de OD obtidos no período seco (4,5 mg/L), estavam abaixo do valor mínimo estabelecido pela resolução CONAMA (>5 mg/L). Os pontos PC 05 e PC 06 apresentaram os teores mais baixos, 2,1 e 2,2 mg/L, respectivamente. Na 2ª coleta (cheio), quando o nível da água estava muito maior, o teor médio obtido aumentou para 5,7 mg/L. Quando o nível da água aumenta com a estação chuvosa, provavelmente, o maior volume de água auxiliou na diluição dos materiais orgânicos presentes no corpo do rio que consomem o oxigênio.

A explicação para esses baixos níveis de OD pode estar associada a ocorrência de intenso movimento de pessoas na área portuária com descarte de dejetos pelos barqueiros. Outro fator contribuinte pode estar relacionado a presença de vários esgotos despejando lixo doméstico nas águas do cais santareno (Figuras 2 e 4).

Figura 4. Despejo de esgoto doméstico no rio Tapajós



Fonte: os autores (2015)

Miranda *et al.* (2009) estudando as águas do rio Tapajós em frente a cidade de Santarém encontrou um valor médio de OD igual a 5,8 mg/L, para águas coletadas em janeiro, mas uma diferença do seu trabalho para este consiste no fato que eles coletaram águas na calha

do rio, enquanto neste trabalho as amostras foram colhidas na orla do rio, que sofre muito mais influência das descargas humanas, dos esgotos e das embarcações.

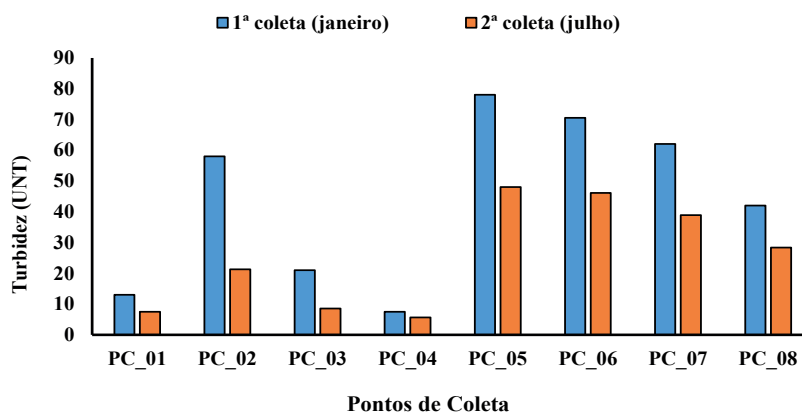
Estudos realizados por Vinente *et al.* (2014) apresentaram valores um pouco maior de OD, 7,7 mg/L. Uma característica diferente dos pontos amostrados por este trabalho reside no fato de que no trabalho de Vinente as amostras foram coletadas longe dos canais de lançamento dos esgotos domésticos.

Turbidez

Segundo a Cetesb (2013) a turbidez de uma amostra de água consiste no grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc.

Esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Segundo a Resolução do CONAMA, a condição ideal de turbidez em águas de rios de classe II corresponde ao valor máximo de 100 NTU.

Gráfico 4. Turbidez

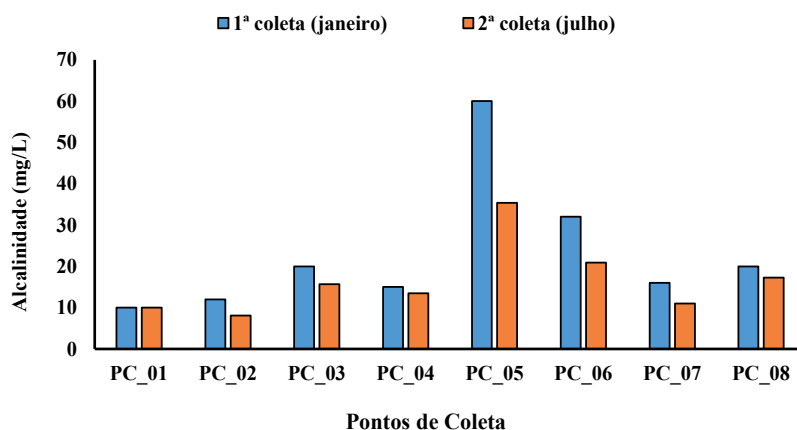


Os valores médios no período seco foram de 44 UNT e na cheia, a média foi 25,5 UNT. Os maiores valores foram registrados nos pontos PC 05 e PC 06 (78 e 70,5 UNT, respectivamente) no período seco. Esses altos índices talvez se devam a presença de muitos materiais orgânicos. Mesmo com esses valores mais altos nesses dois pontos os valores estão de acordo com a Resolução. Miranda *et al.* (2009) em seu trabalho obteve uma média em torno de 75 UNT para a turbidez das águas do rio Tapajós pela influência do Rio Amazonas, pois os pontos de coleta do trabalho dela incluem pontos onde a água do rio Tapajós já sofreu incrementos das águas barrentas do Amazonas.

Alcalinidade

Segundo Von Sperling (2013, p. 243) alcalinidade é a medida total das substâncias presentes numa água serem capazes de neutralizar ácidos. Em águas superficiais naturais a alcalinidade é devida principalmente à presença de íons bicarbonatos, fosfatos e amônia.

Gráfico 5. Alcalinidade

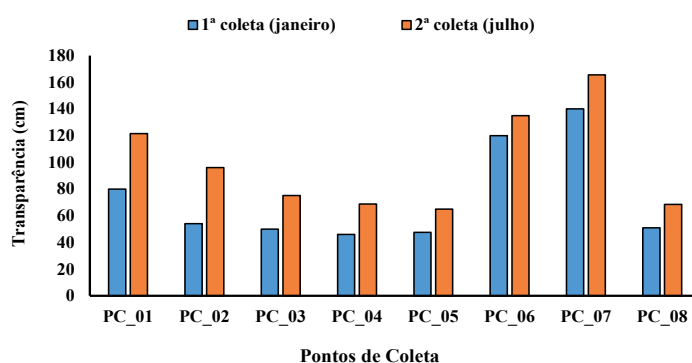


Os valores em média, em janeiro, foi de 23 mg/L e em julho foi de 16,5 mg/L. Nota-se que a alcalinidade diminuiu com o aumento do nível da água, pelo efeito da diluição das espécies químicas alcalinas. Isso ocorreu mesmos nos pontos PC05 e PC06 onde se obteve os maiores valores de alcalinidade, observando-se assim uma grande diminuição dos valores de alcalinidade.

Miranda *et al.* (2009) obteve em seu trabalho a média de 9,75 mg/L ficando um pouco abaixo dos resultados do trabalho isso pode ter ocorrido pelo fato de ela ter feito uma média de três profundidades, enquanto neste trabalho estamos determinando apenas na camada superficial da coluna d'água.

Transparência

Gráfico 6. Transparência



O rio Tapajós possui águas claras, como os Rios Trombetas, Xingu e Teles Pires que são os principais rios amazônicos com este tipo de água.

Na coleta de Janeiro (seco) o valor mínimo obtido foi de 47,5 cm no PC01 e o de maior índice no PC07 140 cm tendo a média de 73,5 cm. Na coleta de julho (cheia) o valor mínimo foi de 68,5 cm e o máximo de 165,5 cm no PC07 e a média foi de 94,5 cm.

Observa-se um aumento na transparência no período de Julho para Janeiro, isso ocorre porque o rio Tapajós é um rio de “águas claras” ou “águas transparentes”, logo, aumenta a transparência com o aumento do volume d’água, uma vez que ocorre o aumento da profundidade das águas e a consequente diluição dos materiais sólidos dissolvidos no corpo d’água.

VARIÁVEIS QUÍMICAS

Tabela 8. Variáveis Químicas Janeiro de 2015 (período de seca)

Amostras	Metais essenciais (mg/L)				Outros metais (µg/L)			
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	Mn	Ti
CONAMA 357/2005	-	-	-	-	300,0	100,0	100,0	-
PC_01	1,4	0,8	1,5	0,9	600,3	64,1	12,5	8,5
PC_02	1,5	1,0	1,3	1,7	135,1	38,3	16,0	6,2
PC_03	2,2	1,1	1,8	1,1	180,0	67,5	22,4	12,5
PC_04	1,2	0,7	3,9	2,1	260,8	87,0	31,7	21,3
PC_05	2,7	1,3	3,2	2,5	700,7	214,6	56,8	45,6
PC_06	2,3	1,3	4,6	2,3	685,2	120,9	63,2	51,9
PC_07	2,9	1,6	4,3	2,7	420,5	90,8	50,1	38,0
PC_08	3,1	1,8	4,1	1,9	1200,6	230,0	70,3	50,5

* Valores em vermelho **estão em desacordo** com a resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 9. Variáveis Químicas Julho de 2015 (período de cheia)

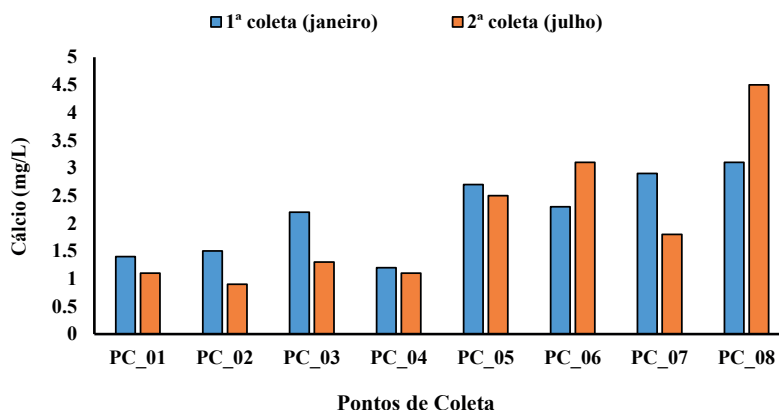
Amostras	Metais essenciais (mg/L)				Outros metais (µg/L)			
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	Mn	Ti
CONAMA 357/2005	-	-	-	-	300,0	100,0	100,0	-
PC_01	1,1	0,9	1,3	0,6	250,5	41,9	10,1	2,1
PC_02	0,9	0,7	1,1	0,9	97,6	28,6	8,6	2,8
PC_03	1,3	0,6	1,2	0,8	121,2	35,3	14,3	6,9
PC_04	1,1	0,7	3,1	1,3	220,5	50,5	11,8	14,8
PC_05	2,5	1,3	2,4	1,7	407,5	123,8	35,4	39,9
PC_06	3,1	1,9	3,5	1,8	361,0	93,0	22,7	34,6
PC_07	1,8	1,1	3,8	2,5	210,8	64,1	15,0	17,5
PC_08	4,5	2,4	4,0	2,2	800,4	180,7	85,6	22,3

* Valores em vermelho **não estão em conformidade** com a resolução CONAMA 357/2005.

Esses elementos são componentes químicos dissolvidos nas águas que podem ser derivados de partículas primárias encontrados em formas de íons cátions (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} e K^+) predominantes nas águas naturais (FENZL, 1986).

Cálcio

Gráfico 7. Cálcio

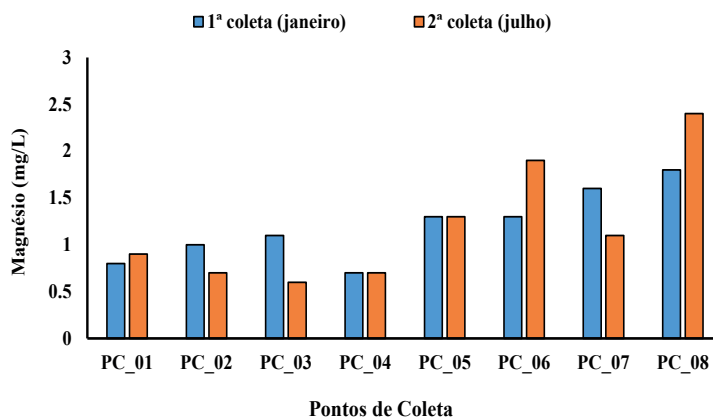


O valor mínimo encontrados de Ca^{2+} no período seco foi de 1,2 mg/L (PC01) e o máximo de 3,1 mg/L (PC08). No período de cheia, o valor mínimo foi de 1,1 (PC01 e PC04) e o máximo de 4,5 mg/L no PC08. Observa-se uma diminuição nos valores do íon nos PC01 a PC07 do período seco, no entanto há uma inversão no ponto PC08, onde o valor aumenta no período de cheia. Gráfico 7.

Magnésio

O valor mínimo de Mg^{2+} na seca foi de 0,7 mg/L (PC01) e o máximo de 1,8 (PC08) e na cheia mínimo de 0,6 mg/L (PC03) e o máximo de 2,4 mg/L (PC08). Nos pontos PC02, PC03 e PC07 a concentração de magnésio diminui no período seco enquanto nos pontos PC01, P06 e PC08 aumentou (Gráfico 8). Este aumento no período de cheia pode representar uma interferência de carga trazida por carregamento externo.

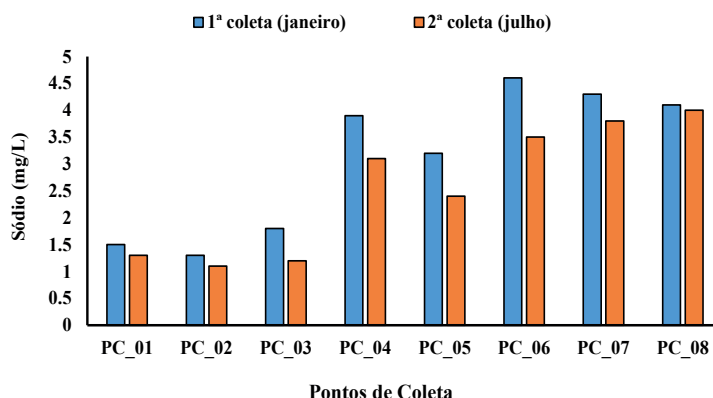
Gráfico 8. Magnésio



Sódio

O valor mínimo de Na^+ na seca foi de 1,3 mg/L (PC02) e o máximo de 4,6 mg/L (PC08) enquanto na cheia, o valor mínimo foi de 1,1 mg/L (PC02) e o máximo de 3,8mg/L (PC06). Observa-se a diminuição de concentração de sódio em todos os pontos no período chuvoso em comparação com os valores obtidos no período da estiagem (Gráfico 9).

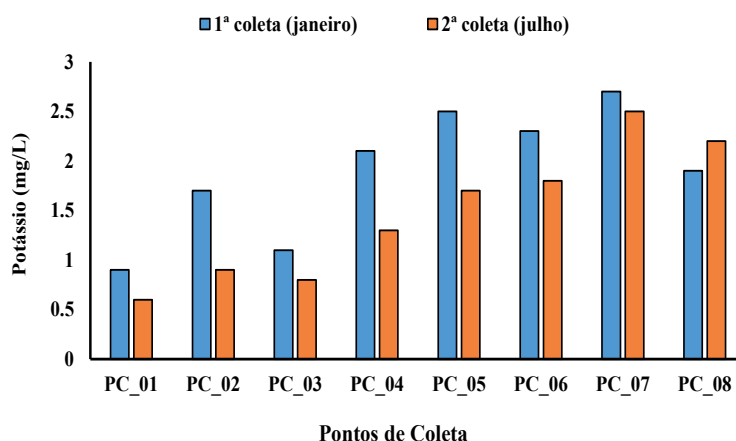
Gráfico 9. Sódio



Potássio

O valor mínimo de K^+ foi de 0,9 mg/L (PC01) e o máximo de 2,7 mg/L (PC07). No período da cheia, o mínimo foi de 0,6mg/L (PC01) e o máximo de 2,5 mg/L (PC07). Para o potássio houve também diminuição do período seca para o período de cheia, supõe-se que essa diminuição está atribuído ao aumento de volume de água na estação chuvosa.

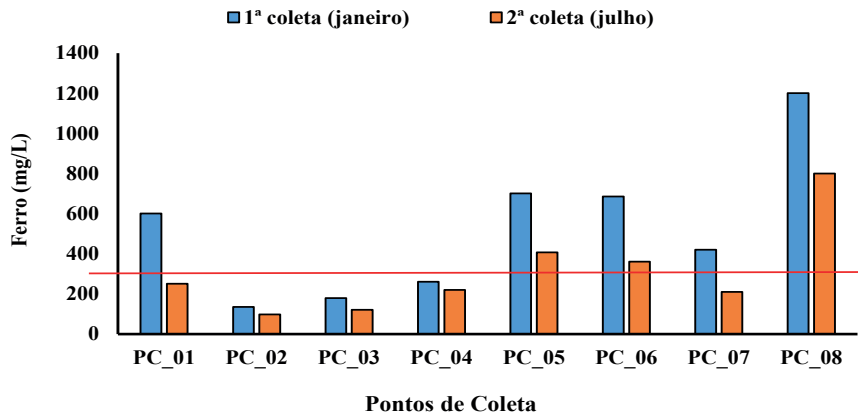
Gráfico 10. Potássio



Para esses 4 metais essenciais: Ca, Mg, Na e K o valores estão em conformidade com valores encontrados por outras pesquisas realizadas no rio Tapajós como as de Miranda et al (2009) e de Vinente et al (2014). Mostrando que não está ocorrendo aporte excessivo pelas atividades antrópicas na zona portuária de Santarém.

Ferro

Gráfico 11. Ferro

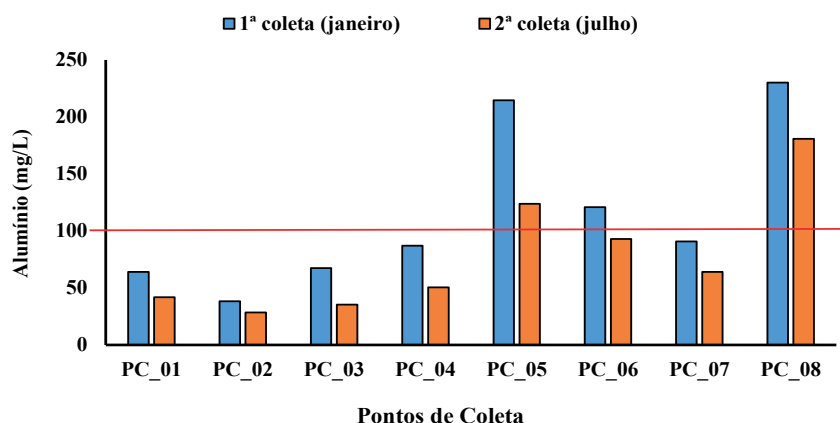


O Fe no período da seca teve o valor mínimo de 135,1 mg/L(PC02) e o máximo de 1200mg/L no PC08 e na cheia o valor mínimo foi de 97,6mg/L (PC02) e máximo de 800,4mg/L (PC08). O Fe apresentou-se acima do permitido pela resolução da CONAMA 357/2005, para rios de classe 2 nos pontos PC01, PC05, PC06, PC07 e PC08 na seca, e na cheia os pontos foram PC05, PC06 e PC08. No ponto PC08 os índices de Fe estão bastante elevados nas duas estações e este ponto está localizado em frente ao porto Graneleiro da Cargil, onde ocorre atracação de navios de grande porte.

Para Miranda *et al.* (2009), esses alto índices podem ser explicados pela composição geoquímica da região onde o ferro apresenta mobilidade relativa regular. Nós acreditamos que essa ocorrência elevado de ferro, nos pontos de 5 a 8, são explicadas pela presença de muitas embarcações com casco de ferro nesse trecho, bem como, muitas balsas flutuantes com estrutura metálica também de ferro, as quais estão há muitos anos alocadas na zona portuária de Santarém, com destaque para o porto da praça Tiradentes.

Alumínio

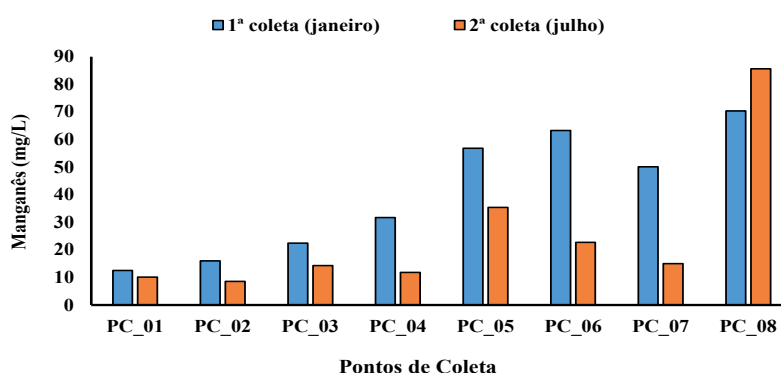
Gráfico 12. Alumínio



O Al teve índice mínimo de 38,3mg/L (PC02) e máximo 230mg/L (PC08) na seca e no período de cheia, o mínimo de 28,6 mg/L (PC02) e máximo de 180mg/L (PC08). Os valores encontrados nos pontos PC05 e PC08 nas duas estações estão acima do índice permitido pelo CONAMA que tem como referência o valor de 100 µg/L (Figura 12). Miranda et al. (2009) afirma que no caso do rio Tapajós onde o Al se encontra em altas concentrações, mesmo com pH médio, pode-se pensar em uma contribuição antrópica do elemento, principalmente devido à mineração do metal na região.

Manganês

Gráfico 13. Manganês

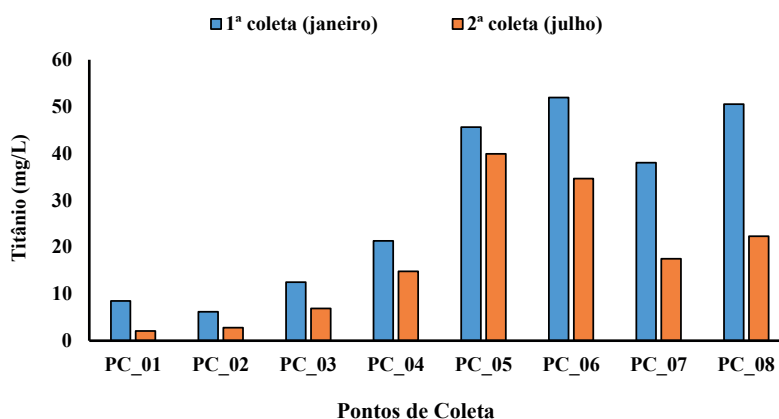


O índice mínimo de Mn no período seco foi de 12,5mg/L(PC01) e o máximo de 70,3mg/L (PC08) e na cheia, o mínimo foi de 8,6mg/L (PC02) e o máximo de 85,6 (PC08). Mais uma vez, obteve-se índices elevados no período seco nos pontos PC05, PC06, PC07 e no ponto PC08, os índices foram elevados nas duas estações. De igual modo está ocorrendo com o ferro, nota-se o mesmo padrão de ocorrência para o Mn. Sabe-se que esse metal ocorre junto com o ferro em muitas espécies de ferro-aço. Acredita-se que está seja a origem dos índices elevados.

Titânio

O índice mínimo de Ti na seca foi de 6,2mg/L (PC02) e o máximo de 50,5mg/L (PC08) e na cheia, o mínimo foi de 2,8 (PC01) e o máximo de 39,9mg/L (PC05) como mostrado na figura 14. Vale ressaltar que o titânio também é comum na composição de estruturas metálicas de ferro-aço. Os índices encontrados para os metais Al, Fe, Mn e Ti seguem os mesmos padrões nos mesmos pontos de amostragem, indicando que provavelmente, pode ser que haja contribuição antrópica desses metais devido a atividade portuária. Com intensa movimentação de embarcações, passageiros e mercadorias, que não raras vezes caem no corpo hídrico.

Gráfico 14. Titânio



Além das variáveis apresentadas, observou-se a presença de sujidades visíveis a olho n, tais como: materiais flutuantes, óleos e graxas e resíduos sólidos objetáveis, todos preconizados na resolução Conama 357/2005. Desse conjunto de variáveis que, de acordo com a legislação ambiental vigente, deveriam ser todos ausentes, notou-se a presença de uma película de óleos e graxas dispersas na superfície da coluna d'água, principalmente nas proximidades das embarcações, tanto as maiores quanto as menores.

Igualmente observou-se a ocorrência de muitos objetos flutuantes (ver Figuras 2 e 4), incluindo materiais plásticos, como: copos, sacolas, garrafas, tampas e muitos outros objetos semelhantes, além de embalagens metálicas de alumínio, como as utilizadas no embalamento de comidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfoque principal desta pesquisa foi analisar as características físicas, físico-químicas e químicas das águas do rio Tapajós na orla portuária de Sentarem-Pará. Constatou-se que algumas variáveis apresentaram valores em desacordo com a legislação ambiental brasileira vigente, a saber a resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, caracterizando os efeitos da poluição das águas por dejetos orgânicos em alguns pontos onde desembocam esgotos diretamente no rio.

As altas concentrações de ferro, alumínio, manganês e titânio encontradas no rio Tapajós podem ser explicadas devido à presença desses elementos nas rochas da região amazônica rica nesses elementos que quando são intemperizadas resultam em elementos químicos, nas formas de íons monoatômicos e íons poliatômicos e agregados em estruturas cristalinas tais como micas, feldspatos, argilominerais, quartzo, etc. Nessas condições os elementos são transportados para outros rios até chegar aos oceanos. Outra provável explicação para essas altas concentrações é fato de a orla servir de porto, onde atracam

barcos, cuja constituição dos cascos serem de ferro, alumínio, além de terem juntamente titânio e manganês.

Os metais Al e Fe em excesso na água do rio Tapajós podem acarretar problemas à saúde da população que se utiliza dessa água para consumo. Uma vez que a correlação de alumínio com Alzheimer é muito indicada na literatura especializada. Sugere-se um monitoramento constante das águas para prevenir o despejo indiscriminado dos resíduos sólidos e líquidos e a conseqüente contaminação dos recursos hídricos por elementos metálicos.

É preciso que ocorra educação da população, com vistas à conscientização ambiental, em todos os níveis, pois, pode-se atribuir a responsabilização da ocorrência de óleos e graxas na água do rio aos proprietários das embarcações. No entanto, a maioria dos outros objetos visíveis a olho nu, notadamente plásticos, papel e madeira, devem ser atribuídos aos usuários das embarcações, ou seja os passageiros que por falta de educação ambiental fazem o descarte desses objetos diretamente no meio ambiente: no solo e na água.

Quanto ao despejo de esgotamento sanitário observado in loco, pode-se atribuir a população citadina, que faz lançamento de águas residuárias no sistema de drenagem de águas pluviais. De igual modo, pode-se atribuir uma parcela de responsabilização ao poder público que não fiscaliza e, não cria a infraestrutura necessária para o correto despejo de efluentes domésticos.

Para que o famoso verso “Esse rio é minha rua” continue ecoando limpidamente, como água cristalina, nos lares santarenos e da Amazônia como um todo. É preciso investir em Educação Ambiental, a fim de se formar cidadãos plenos que não só possuam direitos como deveres. Direitos de terem acesso aos recursos hídricos com qualidade, assim como, deveres de cuidar do meio ambiente, para que ele fique equilibrado para as presentes e futuras gerações. E, assim, o direito de ir e vir por todas as vias: ruas, estradas e rios não seja cerceado dos cidadãos.

■ REFERÊNCIAS

1. ANA. (Agência Nacional de Águas). **Caderno de Recursos Hídricos**: Disponibilidade e demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília-DF: ANA, 2005.
2. BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
3. BOTHELHO, Claudio Gouvêa; CAMPOS Claudio Monte Negro. **Recursos Naturais Renováveis e impacto ambiental**. Curso de pós-Graduação “Latu Sensu” (especialização em Gestão em manejo ambiental em sistemas agrícolas). Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.
4. BRAGA, B.; et al. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas**. In: REBOUÇAS, A.C. et al. *Águas Doces no Brasil*, 3ª Ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 145-160.

5. BRANCO, S.G.; et al. **Água e saúde humana**. In: REBOUÇAS, A.C. et al. *Águas Doces no Brasil*, 3ª Ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 241-267.
6. CETESB. Companhia Ambiental de São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de águas**. São Paulo: Cetesb, 2013.
7. CONAMA. (Conselho Nacional de Meio Ambiente). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Brasília: MMA, 2005.
8. FENZL, Norbert. **Introdução à Hidrogeoquímica**. Belém: EdUFPA, 1986.
9. MIRANDA, Rafaela Galvão; et al. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 4, n. 2, 2009. pp. 75-92.
10. REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 1-35.
11. REBOUÇAS, A. C. **Panorama da Água doce no Brasil, Rio 92 – Cinco anos depois**. Instituto de Estudos Avançados – USP/Acad. Bras. Ci., 1997. p. 59-107.
12. SPERLING, Von Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3ª ed. Rio de Janeiro: UFMJ, 2013.
13. VINENTE, T. B. et al. Análise Físico-Química do Rio Tapajós no Terminal Hidroviário da Praça Tiradentes no Município de Santarém-PA. In: **Anais do 54º Congresso Brasileiro de Química**. Natal: ABQ/CBQ, 2014.

“ Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico das áreas de preservação permanente invadidas por áreas agricultáveis no Município de Irineópolis - SC

▮ Carlos Roberto Rodrigues da **Silva**

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise geográfica, baseado em conteúdos cartográficos do espaço territorial no município de Irineópolis - SC, correspondente ao avanço das áreas agricultáveis em áreas de preservação permanentes (APPs). O avanço da fronteira agrícola sobre o espaço territorial de forma inconsciente, em busca do aumento de produção alimentar para atender ao crescente consumo dado pelo aumento populacional, conduz a grandes transformações no ambiente físico ou natural. O crescimento e a concentração da população impõem desafios ao meio ambiente e à agricultura em particular. O desenvolvimento do estudo tem como objetivo principal mostrar um diagnóstico das áreas de preservação permanente invadidas por áreas agricultáveis no município de Irineópolis - SC. O estudo proposto constitui-se um instrumento para orientação de políticas públicas, que, não só se preocupe com o que acontece com a preservação do meio ambiente, e sim, adaptar-se a novas condições ambientais, como com sua recuperação. Destaca-se que se considerou para a justificativa deste estudo, elementos observados na sociedade rural, a qual está mais interessada em assuntos que desrespeitam a preservação do meio ambiente, enquanto elemento de sustentabilidade. Tem-se em consideração ainda para destacar a relevância do estudo, as atribuições do Estado, que com os dados encontrados venha planejar ações, como: tecnologias, com o objetivo de maior produção em menor espaço, e fiscalizatórias de combate à falta de preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Meio Ambiente, Agricultura, Área de Preservação Permanente.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do estudo tem como objetivo principal mostrar um diagnóstico das áreas de preservação permanente (APPs) invadidas por áreas agricultáveis no município de Irineópolis - SC.

Este estudo compilou a base cartográfica municipal, a hidrografia, curvas de nível e os corpos hídricos. Fez-se a atualização das áreas de preservação permanente e se verificou o passivo ambiental para alguns locais no município de Irineópolis - SC.

O avanço da fronteira agrícola sobre o espaço territorial, em busca do aumento de produção alimentar para atender ao crescente consumo dado pelo aumento populacional, conduz a grandes transformações no ambiente físico ou natural. A natureza passou a ser elemento de manipulação e transformação para atender aos interesses da humanidade. “[...] a natureza transforma-se em um “recurso natural” que será trabalhado, modificado pelo “recurso humano”, para que os livres consumidores (compradores) livremente consumam” (Gallo, 2008, p.31).

Entre estas transformações destaca-se o desmatamento com o avanço da agricultura. Parcela significativa das atividades realizadas com o objetivo econômico, iniciando com as sociedades antigas, quando a agricultura era a principal atividade econômica. Com isso, tal visão desenvolvimentista era no sentido de que as preocupações com o meio ambiente eram inconvenientes e prejudicariam a expansão da produção agrícola.

Especialmente a partir da Constituição Federal Brasileira de 1988, observa-se por força da lei, a sociedade começa entender que a sobrevivência está ameaçada, e que o disciplinamento protetivo do meio ambiente é necessário.

Quando são observados os conflitos ambientais gerados pela necessidade de cada vez mais usar destas áreas agricultáveis, considera-se que este leva a aumentar a produção agrícola e, será necessário uso de tecnologias com o objetivo de maior produção em menor espaço.

Este cenário de conflitos ambientais vem provocando revisões nas políticas públicas, como é o caso do novo código florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), que ainda tenta segurar a devastação de áreas preservadas. Com isso é necessário constituir mecanismos que permitam o desenvolvimento e sustentabilidade para exploração da agricultura moderna e de adequadas técnicas agrícolas conservacionistas.

Outro ponto a ressaltar é o exagerado uso de pesticidas e adubos químicos que podem provocar acentuada degradação do solo e a contaminação dos recursos hídricos. Junto a isso, o desmatamento de grandes áreas vem provocando a eliminação de algumas espécies animais, notadamente de insetos, o que provocam ataques devastadores de pragas que antes ocorriam em equilíbrio natural.

O estudo proposto constituir-se-a em um instrumento de orientação para as políticas públicas e também para projetos voltados ao desenvolvimento e agropecuária conservacionista, para qual a pesquisa poderá ser de referência regional ao desenvolvimento agrícola.

É visível o meio ambiente apresentar desajustes com as atividades predatórias do ser humano, que por sua vez, estimulado por ganância, retira de forma irresponsável, sem controle ou de forma não planejada as riquezas naturais, em busca da maximização do lucro.

O crescimento e a concentração da população também impõem desafios ao meio ambiente e à agricultura em particular. A sociedade faz planos com um forte enfoque nas necessidades de cada um, uma visão consumista a respeito da vida. Por esta razão, define-se sustentabilidade ambiental como um processo de preservação do mundo para que possamos utilizar dele para gerações futuras, definida na Constituição Federal Brasileira de 1988, (BRASIL, 1988) na qual estão discriminadas as atribuições conferidas a cada ente federado.

Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo – se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

O paradigma a ser estabelecido para o desenvolvimento da sustentabilidade na agricultura deve ser a não diferenciação da evolução tecnológica e produtiva do desenvolvimento humano.

Muitas ONGs falam sobre a importância de aprender com os agricultores e resgatar tecnologia autóctone, mas poucas conseguem fazê-lo de forma sistemática. Por isto, precisamos iniciar a correção desta falha, pois não existirá agricultura sustentável se pretendermos construí-la com tecnologias inadequadas. (Kaimowitz, 1997, p. 63)

A proteção do meio ambiente como um todo, bem como o combate à poluição em qualquer uma de suas formas, a preservação das florestas da flora e da fauna, e a exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios, estão a cargo de competência administrativa do poder público, com a responsabilidade pela proteção do meio ambiente, mas é comum dizer todos são corresponsáveis.

Capra (2001) considera que ensinar o “saber ecológico” será o papel mais importante da educação no século 21. Contudo, como cita Giacomine (2008), a transmissão desse saber, por ser um processo contínuo, de resultados de longo prazo, ainda se apresenta em vias de maturidade e pode não corresponder à urgente necessidade de ação.

A filosofia aqui proposta baseia-se na investigação de resultado do meio ambiente, deixado pela sociedade.

Ainda que protegidas por lei, as áreas de preservação permanente (APPs), são expostas à degradação quando utilizadas para atividades agropecuárias. Exemplificando, as APPs são matas úmidas que acompanham os córregos e rios, conhecidas também como matas de galeria ou mata ciliar, alguns produtos agrícolas nestes espaços tem melhor produtividade. Segundo a lei nº 4.771, de 1965, artigo 1º, § 2º, inciso II, as APPs:

São áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 1988).

Sendo o espaço territorial de Irineópolis-SC de 58.391,700ha, o uso e ocupação do solo e a intensificação do espaço para fins agrícolas correspondente a 26.524,512 (ha) perfazendo 45,4% do território. Foram identificados, também, áreas de formações naturais: estas são áreas ocupadas por florestas em estágio médio e avançado de regeneração. Esta classe temática totalizou 25.683,245 ha, ou seja, 43,9% da área municipal. As APPs invadidas correspondem a 3345,402ha, perfazendo o total de 5,7% da área total do município.

Considerando-se as classes mencionadas, o cumprimento da legislação ambiental deixa de promover a proteção efetiva em 3345,402 ha, nas áreas de APPs invadidas pela agricultura são de 817,476 ha, demonstrando que a degradação das APPs por áreas agricultáveis é de 24%. Também aparece invadindo as APPs, área de formações naturais, 1768,244 (ha) 3,1% da área total do município, e de 52,7% da área de APPs, no campo sujo 120,467(ha), 0,2 da área total e 3,6% da área de APPs, edificações 14,998(há) com 0,36%, mata de galeria 496,261(há), com 14,8%, floresta plantada 38,641, com 0,1%, e por fim zonas Úmidas 89,315(há) com 0,2% da área de APP invadida.

A cobertura do solo tem por finalidade protegê-lo, assim diminuindo o risco de erosão e tornando o ambiente mais propício para que haja ciclagem dos seus nutrientes, e contribui para a manutenção e melhoria dos atributos físicos naturais, químicos e biológicos do meio ambiente.

Irineópolis, por possuir uma estrutura fundiária bastante dividida, onde a porcentagem maior é de pequenas propriedades, as APPs se transformaram em áreas de plantio.

À medida que a humanidade aumenta sua capacidade de intervir na natureza para satisfação de necessidades e desejos crescentes, surgem então conflitos nas leis, e nos espaços ambientais.

OBJETIVO

Mostrar um diagnóstico das áreas de preservação permanente (APPs) invadidas por áreas agricultáveis no município de Irineópolis - SC.

MÉTODOS

A metodologia utilizada para execução do mapeamento das áreas protegidas e o limite hidrográfico do município, em especial áreas de preservação permanente (APPs), se baseou na lei federal nº 4.771/65, seguindo metodologia específica para cada classe descrita nas resoluções do CONAMA 04/1985 e 302 e 303/2002.

Na execução a metodologia de trabalho empregada para o desenvolvimento deste estudo constou das seguintes etapas:

- Obtenção do mapeamento existente do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- Obtenção das imagens da plataforma espacial ALOS **A**dvanced **L**and **O**bserving **S**atellite, junto à agência espacial JASCA;
- Processamento digital das imagens de satélite;
- Classificação da cobertura do solo municipal;
- Delimitação das áreas de preservação permanente;
- Detecção dos conflitos uso x APP- Áreas de Proteção Permanente;

Para calcular a área e o perímetro do limite do município de Irineópolis, das áreas de preservação permanente, rios, e nascentes, foi utilizado o programa Arc GIS 9.2 no qual são confeccionados os mapas temáticos através das imagens de satélite, e a através da ferramenta tabela de atributos é possível realizar cálculos geométricos de área e perímetro dos itens em estudo.

De acordo com a classificação das imagens, foram obtidas as seguintes classes: Agricultáveis, Campo Sujo, Edificações, Formações Naturais, Mata de Galeria, Floresta Plantada, Zonas Úmidas.

O mapa tem por objetivo a representação de duas dimensões: a primeira referente ao plano e a segunda à altitude. Desta forma, os símbolos e cores convencionais são de duas ordens: planimétricos e altimétricos. A representação planimétrica pode ser dividida em duas partes, de acordo com os elementos que cobrem a superfície do solo, ou sejam, físicos ou naturais e culturais ou artificiais. Os primeiros correspondem principalmente à hidrografia e vegetação; os segundos decorrem da ocupação humana, sistema viário, construções, limites

político ou administrativo etc. A altimetria representa o relevo de convenções cartográficas na forma de curvas de nível. Foram obtidas os mapas topográficos relativas ao município de Irineópolis-SC, obtendo informações do programa ARCGIS 9.3.1, o qual foi utilizado para o desenvolvimento do estudo.

RESULTADOS

Com a atualização hidrográfica do município por meio das imagens de satélite Alos foi possível detectar e quantificar uma área de APP de 487, 172 hectares e 157, 754 km de perímetro.

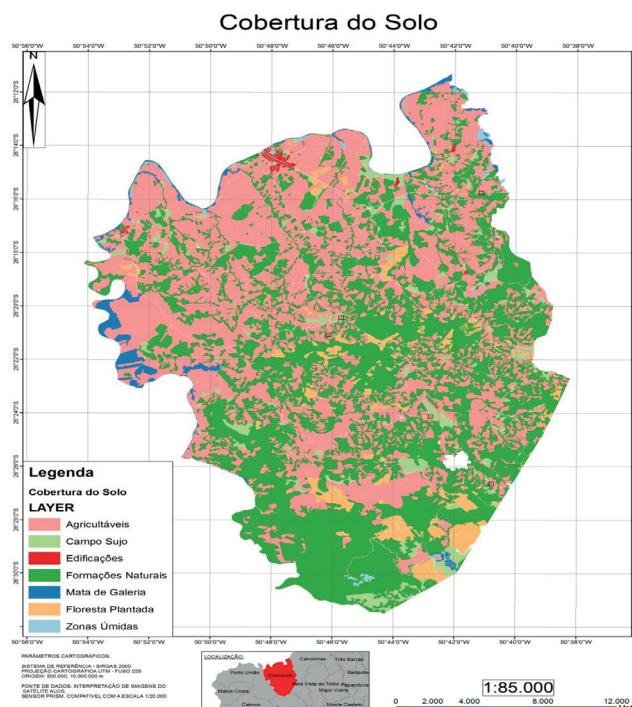
Pelo mapeamento realizado no município de Irineópolis com imagens do satélite Alos com resolução de 2,5 metros foram determinadas aleatoriamente na imagem alguns locais em conflitos com áreas agrícolas.

Portanto, estando em conflito, foi possível quantificar as áreas de preservação permanentes não respeitadas, segundo o código florestal brasileiro.

O município de Irineópolis, esta situado no Planalto Norte Catarinense, sua população, segundo IBGE (2019), corresponde a 11.148 habitantes.

Na figura 01, será mostrado o mapa com as classes referentes à cobertura do solo para o município de Irineópolis e sua distribuição espacial.

Figura 01. Intensificação do Espaço de Uso e Ocupação do Solo (Mapa de Cobertura).



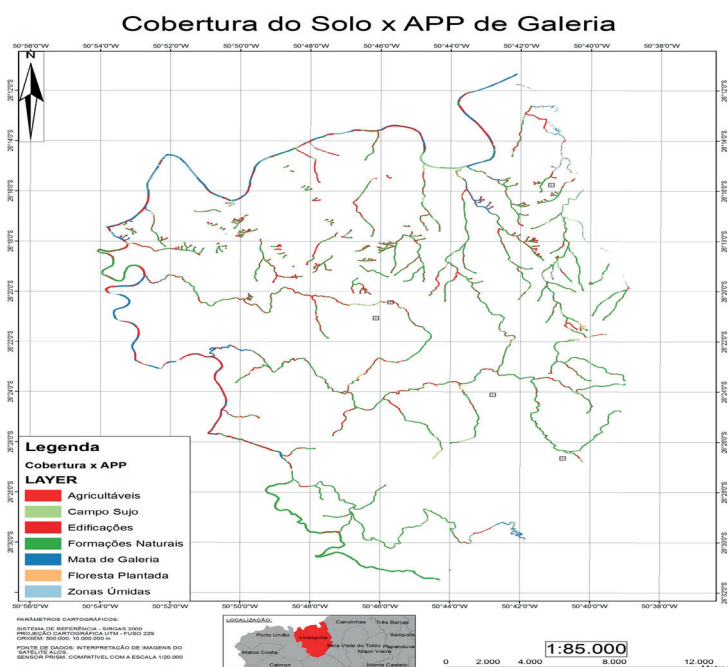
Fonte: (SHIMALSKI, 2011)

O resultado da classificação serviu de base para a geração de classes de cobertura do solo no município, bem como para quantificar e comparar tais classes. A quantificação da área existente foi obtida, gerando-se um plano de informação, contendo o resultado da classificação dentro do limite do município.

Sendo o território total de 58.391,700ha, as APPs invadidas correspondem a 3345,402ha, perfazendo o total de 5,7% da área total do município de Irineópolis-SC. A área de APPs invadidas pela agricultura é de 817,476ha, o que corresponde a 1,4,% da área total do município, demonstrando que a degradação das APPs em áreas agricultáveis é de 24%, como outras áreas enunciadas no texto.

A figura 02, apresenta as áreas de preservação previstas para o município, sobre as quais são apresentados os dados do cruzamento obtido entre cobertura do solo e APP.

Figura 02. Cobertura do Solo Municipal X as Áreas de Matas de Galerias e Nascentes.



Fonte: (SCHIMALSKI, 2011)

Considerando-se as classes acima mencionadas, o cumprimento da legislação ambiental deixa de promover a proteção efetiva em 3345,402ha.

Na tabela 01 - área total e o espaço ocupado do território do município, e as áreas invadidas das APPs e sua porcentagem.

Tabela 01. Fonte: SILVA, CRR da, (2011).

Classes	Area (ha)	% espaço ocupado	Area(ha) invadida APP	% areas invadidas APPs	% do território invadidas APP
Agricultura	26.524,512	45,4	817,476	24,6	1,4
Campo sujo	2.150,914	3,6	120,467	3,6	0,20
Edificações	208,746	0,3	14,998	0,3	0,025
Formações naturais	25.683,245	43,9	1768,244	52,7	3,0
Mata de galeria	1.155,543	1,9	496,261	14,8	0,84
Floresta Plantada	2.386,217	4	38,641	0,1	0,066
Zonas Úmidas	282,523	0,4	89,315	0,2	0,15
Total	58.391,700	100%	3.345,402	100%	5,7

A partir dos estudos realizados, pode-se apresentar os seguintes resultados: As áreas agrícolas que estão sobre as APPs, se analisada pela área total, a porcentagem não se mostra impactante, mas se observada a proteção ambiental, só a agricultura corresponde a uma porcentagem considerável.

Na realização deste estudo buscou-se a verificação da base cartográfica, para calcular a área e o perímetro do limite do município de Irineópolis, das áreas de preservação permanente, rios e nascentes, para isto foi utilizado o programa Arc GIS 9.2 no qual são confeccionados os mapas temáticos através das imagens de satélite, e através da ferramenta tabela de atributos é possível realizar cálculos geométricos de área e perímetro dos itens em estudo, considerando a hidrográfica do município.

DISCUSSÃO

O estudo torna-se de fundamental importância, pois o poder público municipal poderá contar com uma base de suporte para o planejamento e tomadas de decisões futuras.

Com a sobreposição dos mapas contendo cada classe, obteve-se o resultado da área de APP total ocupada do município de Irineópolis. Para se quantificar as áreas de conflito de uso do solo nas APPs, foi cruzado, no SIG, o mapa de APPs total com o mapa de uso e ocupação do solo. A partir do cruzamento, foi possível identificar e caracterizar os conflitos ambientais decorrentes da não adequação à legislação ambiental na área estudada. Acredita-se que os resultados desta investigação poderão orientar os gestores municipais na formulação de políticas públicas ambientais como alternativas de solução.

O conhecimento adquirido na investigação da realidade ambiental de Irineópolis permite a indicação de iniciativas, todas elas possíveis de serem capitaneadas pelo setor público ou ainda em parceria com a sociedade. Propõe-se então:

- Evitar a conversão de novas áreas de vegetação natural para áreas cultivadas;
- Aumentar a produtividade das áreas já existentes. Esse aumento de produtividade,

porém, precisa ser sustentável, evitando que o uso intensivo do solo resulte a médio ou longo prazo na degradação das terras cultivadas e na perda de qualidade ambiental e dos serviços de suporte à vida;

- Aumentar a produção de tecnologia de baixo impacto ambiental adequado para as diferentes realidades da produção agrícola;
- Outra seria a propagação da tecnologia, que serve como assistência técnica e extensão rural, com a profissionalização de extensionistas, educação para o agricultor;
- Criar políticas públicas ambientais municipais, tais políticas poderiam incluir medidas de estímulo direto e indireto a atividades agroindustriais.

Assim, afirma Silva (2003), que: [...] o ambientalismo passou a ser tema de elevada importância nas Constituições mais recentes. Entre elas deliberadamente como direito fundamental da pessoa humana, não como simples aspecto da atribuição de órgãos ou de entidades públicas, como ocorria em Constituições mais antigas (SILVA, (a), 2003, p.43).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação FAO (2010), nos próximos 40 anos, será necessário um aumento de 70% na produção agrícola mundial para atender à demanda provocada pelo aumento populacional. Porém, como aumentar a produção sem gerar mais desmatamentos e sem degradar os ativos ambientais das áreas cultivadas? Como parar a acelerada degradação ambiental e a exploração irracional da natureza, tanto do mau uso dos recursos naturais, quanto o seu desperdício?

CONCLUSÕES

Por fim, conclui-se, por meio dos mapas apresentados, que o uso do solo no município de Irineópolis, apresenta 45,4% do território em áreas agricultáveis, e que as áreas de APPs invadidas pela agricultura são de 817,476ha, demonstrando que a degradação das APPs por áreas agricultáveis é de 24%. No entanto, são abordados os possíveis impactos ambientais, uma vez que o novo código ambiental possui algumas mudanças, mas com pouca fiscalização..

Os resultados se analisado pela área total a porcentagem parece com pouco impacto. Contudo se observada pela proteção ambiental só a agricultura corresponde a uma porcentagem considerável. De maneira geral, torna-se necessária nas áreas degradadas de APPS no município de Irineópolis, a inclusão das áreas destinada à reserva legal e assim respeitar a legislação federal.

■ REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988.
2. BRASIL. Constituição da Republica Federativa do Brasil, **do meio ambiente-** art. 225.
3. CAPRA, F. **Pertencendo ao universo**. 21^a ed. São Paulo: Cultrix, 2001.
4. GALLO, Zildo. Ethos, **A grande morada humana**: economia, ecologia e ética. Itu: Ottoni, 2008.
5. FAO - **Relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**, de 2010.
6. GIACOMINI FILHO, Gino. **Meio ambiente e consumismo**. São Paulo: SENAC, 2008.
7. KAIMOWITZ, D. O avanço da agricultura sustentável na América Latina. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org.) **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 1997. LEI nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
8. LEI nº 4.504 de 30 de novembro de 1964. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4504.htm
9. SILVA, José Afonso da(a). **Curso de Direito Constitucional positivo**. 22. ed. São Paulo: Malheiros, 2003
10. SILVA, CRR da, **Autor da Dissertação**, responsável pelo dados, (2011).

“ Mapeamento e análise das mudanças na cobertura e uso da terra em bacia hidrográfica

- I Ronaldo Alberto **Pollo**
FCA/UNESP/BOTUCATU-SP
- I Mateus de Campos **Leme**
FCA/UNESP/BOTUCATU-SP

RESUMO

A preocupação mundial em produzir alimentos sem causar danos ao meio ambiente sugere medidas para o equilíbrio biofísico diante da intensa utilização dos recursos naturais, que tem ocasionado grandes mudanças negativas na paisagem terrestre causada pelas ações antrópicas. Uma das formas de conhecimento, análise e monitoramento terrestre são os produtos de sensoriamento remoto que mostram as mudanças da cobertura e uso da terra ocorrida em determinados períodos, fornecendo informações importantes para o planejamento do uso do solo de maneira produtiva e sustentável, buscando o desenvolvimento da região. O objetivo deste trabalho foi avaliar no período de 44 anos, a cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa situada no distrito de Aparecida de São Manuel, em São Manuel-SP, utilizando fotografias aéreas do ano de 1972 e imagem do satélite Landsat 8 de 2016. Os resultados do mapeamento para o ano de 1972, totalizaram 7 classes de uso demonstrando que a pastagem apresentou 51,35%, seguida do café com 35,74% da área da bacia. Em 2016 o mapeamento apresentou também 7 classes de uso, apresentando a pastagem como maior ocupação 37,10%, em seguida a cana-de-açúcar com 34,17% da área total da bacia. Os mapeamentos da cobertura e uso da terra para os anos de 1972 e 2016, demonstraram as mudanças e transformações nas formas de utilização do espaço, ocorridas diante da ação antrópica com atividades agrícolas intensas na região, na qual, visou favorecer e intensificar o planejamento ambiental e a gestão da região.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Bacia Hidrográfica, Cobertura e uso da Terra.

INTRODUÇÃO

De grande importância para uma melhor compreensão e utilização do ambiente, as informações da cobertura e uso da terra podem ser atualizadas e utilizadas como subsídio na formulação de políticas com estabelecimento de medidas que possibilitem a utilização dos recursos naturais de uma forma sustentável.

O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal se tornou mais eficiente nos últimos anos com a utilização dos dados de sensoriamento remoto através do processamento de imagens, inclusive as de satélite (BRITO; PRUDENTE, 2005).

Lucas (2011), avalia que os índices da composição e configuração da paisagem permitem a comparação em diferentes momentos, dando condições de identificar os processos funcionais e os padrões ecológicos das paisagens.

O conhecimento do uso e ocupação do solo pode ser utilizado na análise de danos em áreas verdes, rede de drenagem e áreas urbanas, fornecendo condições para o estabelecimento de planos de manejo adequado, POLLO et al. (2013), além de demonstrar a influência significativa sobre os recursos hídricos no aporte de sedimentos no leito dos mananciais, que podem alterar a qualidade e disponibilidade da água no solo (ASSIS et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise temporal da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa-SP, nos anos de 1972 e 2016, utilizando-se dos recursos de sensoriamento remoto e geoprocessamento, onde procurou-se contribuir para um melhor planejamento ambiental sobre as atividades desenvolvidas e uma melhor gestão da região. Os resultados e as mudanças ocorridas no período de 44 anos nas formas de utilização da terra, demonstraram que a pastagem e a cultura do café predominavam no ano de 1972, e que a pastagem predominou até o último período estudado, sendo o café substituído pela cultura da cana-de-açúcar que recebeu incentivos governamentais.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar no período de 44 anos, a cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa situada no distrito de Aparecida de São Manuel, em São Manuel-SP, utilizando fotografias aéreas do ano de 1972 e imagem do satélite Landsat 8 de 2016.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa está situada no distrito de Aparecida de São Manuel, em São Manuel-SP, no Km 275 da rodovia Marechal Rondon entre as

coordenadas geográficas 48° 35'29" à 48° 37'08" de longitude Oeste de Greenwich e 22°41'19" a 22°44'42" de latitude Sul, ocupando uma área de 1.045,40 hectares e pertencente a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-13) do Comitê de Bacias Hidrográficas Tietê/Jacaré.

Os solos ocorrentes na bacia em estudo são do tipo Latossolos Vermelhos Eutroféricos e Distroféricos e Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, segundo classificação de Oliveira et al. (1999).

Como base cartográfica, utilizou-se carta planialtimétrica, Folha SF-22-Z-B-V-2 de São Manuel em escala 1:50.000 com curvas de nível em equidistância de 20 metros no formato digital editada pelo IBGE (2010).

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas do ano 1972 em escala aproximada 1:25.000 do município de São Manuel-SP, do IBC/GERCA (Instituto Brasileiro do Café/ Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura) realizado pela VASP Aerofotogrametria S/A, Faixa (SP-01), fotos- 30550, 30551 e 30552 e Faixa (SP-02), fotos- 30506, 30505 e 30504 e uma imagem do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat 8 de 09/04/2016, da órbita 220, ponto 76 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE (2016), definindo-se as bandas espectrais 4, 3 e 2 em composição colorida *Red, Green e Blue* por apresentarem uma melhor discriminação visual e maior nitidez na classificação dos alvos em análise. Também foi utilizado um transformador aerofotográfico para ajuste de escala.

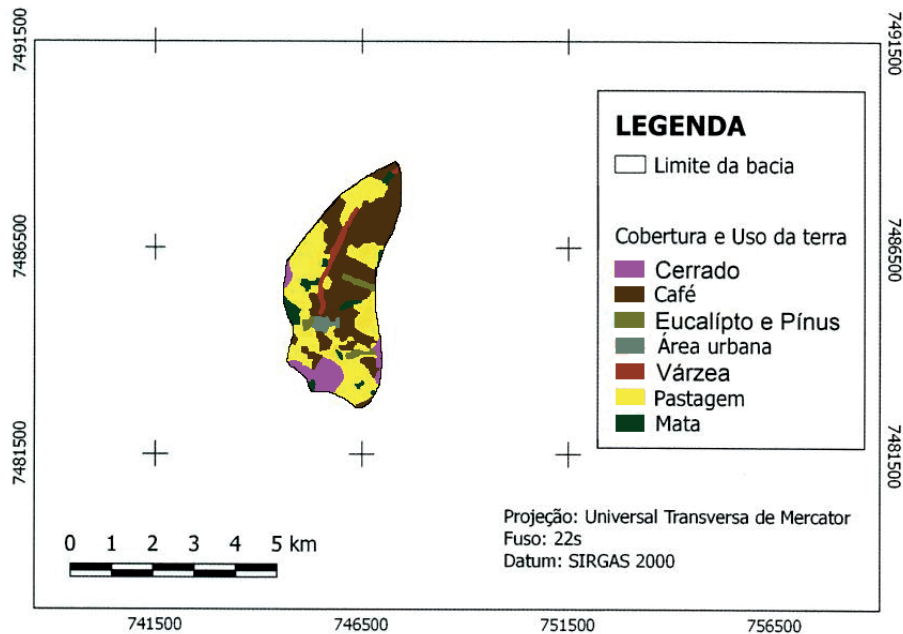
A carta topográfica foi georreferenciada no programa IDRISI versão Selva, edição 17.0, Eastman (2012), através de pontos de controle estratégicos e em seguida foi delimitada a área da bacia hidrográfica no programa CartaLinx.

Através de um estereoscópio de espelhos marca Wild e modelo ST-4, foram extraídas das fotografias aéreas as informações dos limites das classes de cobertura e uso da terra e em seguida o ajuste de escala para 1:50.000 com o auxílio do transformador aerofotográfico, onde em seguida, foram transferidas para o modelo digital através de um Scanner da marca Colortrac Smart LF Ci 40 e ajustada no limite da bacia georreferenciada. No computador, foi utilizado o programa CartaLinx para a digitalização manual em tela de todos os limites das áreas de interesse. Na imagem de satélite, após seu georreferenciamento, o arquivo do limite da área foi exportado para o CartaLinx, onde em seguida, após a identificação, procedeu-se a vetorização dos polígonos referente a cada classe de uso da terra, baseados na interpretação visual como coloração, textura e forma. Utilizou-se o programa IDRISI-Selva, na conversão dos dados vetoriais (*vetor*) em dados matriciais (*raster*), onde em seguida foram mensuradas as áreas e porcentagens de cada ocupação analisada. Para a elaboração final dos mapas de cobertura e uso da terra nos anos de 1972 e 2016 foi utilizado o programa QGIS com código aberto de alta qualidade.

RESULTADOS

Foram totalizadas 7 classes de uso da terra por meio de fotografias aéreas do ano de 1972 na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, conforme Figura 1.

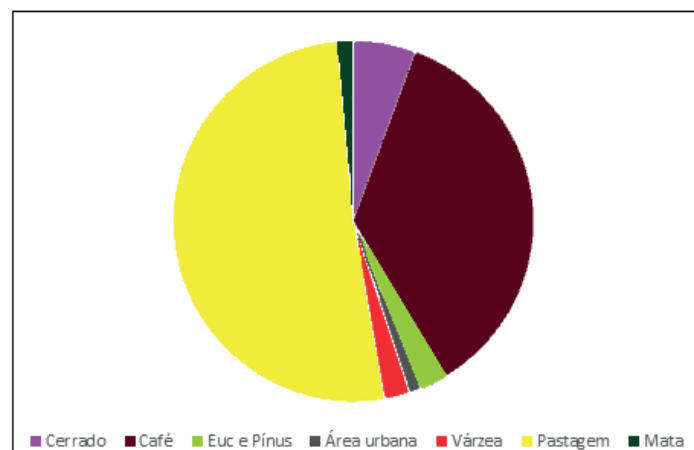
Figura 1. Mapeamento da Cobertura e Uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP em 1972.



A classe de uso da terra mais representativa encontrada para o ano de 1972 foi a pastagem com 536,80ha (51,35%) da área da bacia, seguida do café 373,68ha (35,74%), cerrado 58,93ha (5,64%), eucalipto e pinus 26,27ha (2,51%), várzea 23,91ha (2,29%), mata 14,91ha (1,43%) e área urbana com 10,90ha (1,04%).

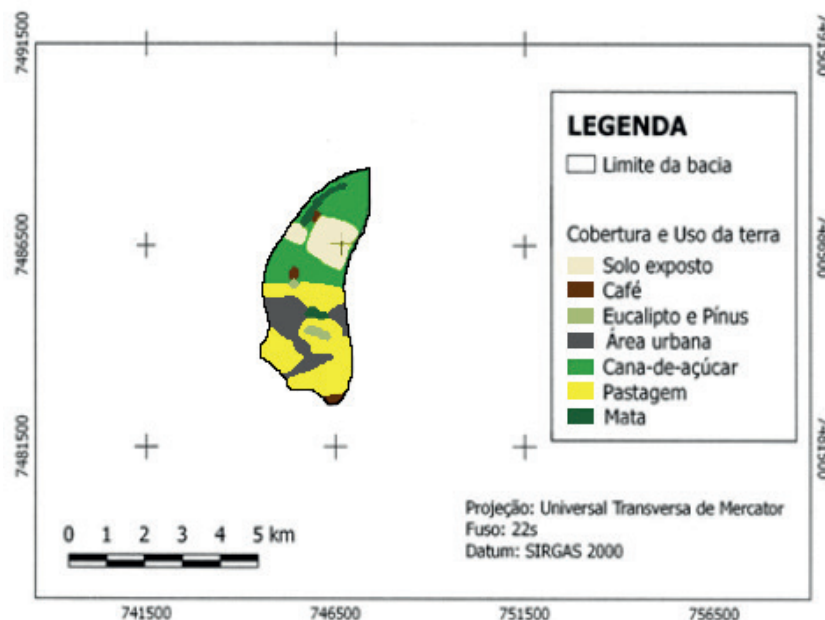
Na Figura 2 podemos visualizar a proporção das áreas de cobertura e uso da terra em 1972.

Figura 2. Proporção das áreas de Cobertura e Uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP em 1972.



Na Figura 3, observa-se as classes de cobertura e uso da terra obtidas por meio de imagem de satélite do ano de 2016, onde totalizaram 7 classes.

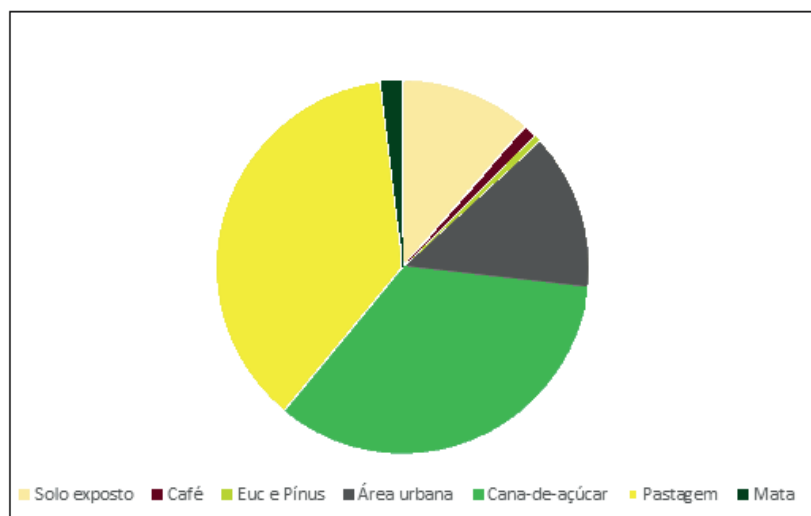
Figura 3. Mapeamento da Cobertura e Uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP em 2016.



As maiores classes de uso encontradas no ano de 2016 foram pastagem com 387,80ha (37,10%) e a cana-de-açúcar com 357,21ha (34,17%), em seguida área urbanizada 142,52ha (13,63%), solo exposto 119,16ha (11,40%), mata 20,33ha (1,94%), café 12,54ha (1,20%) e eucalipto e pinus 5,84ha (0,56%).

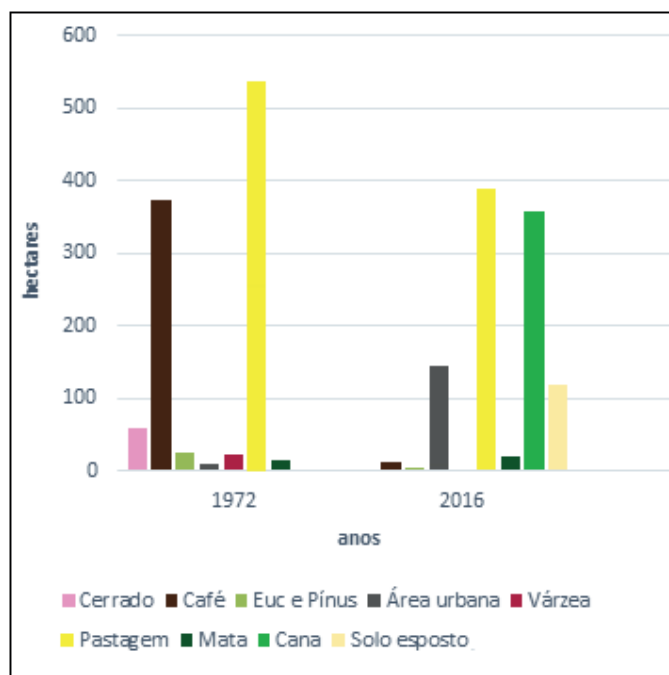
Na Figura 4 podemos visualizar a proporção das áreas de cobertura e uso da terra em 2016.

Figura 4. Proporção das áreas de Cobertura e Uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP em 2016.



Podemos visualizar na Figura 5, a variação da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP nos anos de 1972 e 2016.

Figura 5. Cobertura e Uso da terra em hectares na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa, Aparecida de São Manuel-SP, nos anos de 1972 e 2016.



DISCUSSÃO

O mapeamento temporal da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa-SP, nos anos de 1972 e 2016, mostrou que ao longo dos anos a cultura do café foi substituída pela cultura da cana-de-açúcar que ocupou também áreas de pastagem a jusante da bacia. A cultura do café, pela exigência de manutenção constante, até a década de 70 foi a grande responsável pela fixação de trabalhadores na área rural. A expansão da cultura da cana-de-açúcar foi incentivada pela criação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), Brasil (1975) que estimulou a produção do álcool como uma energia alternativa, concentrando-se no centro/norte da bacia, favorecida pela logística rural.

Na área central próxima a área urbanizada, o café foi substituído pelas áreas de pastagem que concentraram-se no centro/sul da bacia, ocupando também áreas de cerrado a montante. Devido ao declínio das lavouras de café, que demandavam muita mão de obra, muitas famílias que viviam no campo e trabalhavam nesta cultura, migraram para a área urbanizada mostrando uma expansão nesta classe, que avançou sobre áreas antes ocupadas por pastagens e cerrado, em direção a montante da bacia e próxima a algumas nascentes, onde também ocorreu a implantação de um loteamento industrial com instalação de diversas indústrias que podem apresentar riscos ao meio ambiente, principalmente aos corpos

hídricos, pois estes recebem diretamente as descargas dos efluentes e estão desprovidos de vegetação ciliar no entorno de suas nascentes e em toda sua extensão.

Houve um acréscimo na classe da ocupação mata, mostrando uma preservação desta na bacia estudada mas com pouca representação, estando fragmentada e se encontrando apenas em alguns locais destinados as Áreas de Preservação Permanentes-APPs a jusante da bacia, ocupando menos de 2% de toda área.

A classe de uso com eucalipto e pinus que ocupava em 2,51% da área da bacia em 1972, mostrou uma redução em 2016, ocupando apenas 0,56% da área total da bacia.

As áreas de várzea classificadas em 1972, com 2,29% da área da bacia, foram ocupadas em sua grande parte por pastagem, cana-de-açúcar e uma pequena área pela cultura do café em 2016, mostrando uma grande pressão e tendência a conflitos de uso de solo, já que estas estão ocupando as APPs, protegidas por lei, encontrando-se distribuídas ao longo do córrego. Vale ressaltar que as áreas destinadas às APPs, não estão cobertas por vegetação nativa e já vinham sendo ocupadas em sua maior parte no ano de 1972 pelas culturas de café e pastagem.

Segundo MapBiomas (2019), a evolução da cobertura e uso da terra entre 1985 a 2019 no Bioma Mata Atlântica, mostrou que houve uma diminuição nas áreas de pastagens e formações florestais naturais, havendo um aumento das áreas de agricultura.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de dados de sensoriamento remoto e suas análises integradas no Sistema de Informações Geográficas-SIG, demonstraram ser viáveis e de extrema importância na contribuição do mapeamento e análise temporal da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Água da Rosa-SP, nos anos de 1972 e 2016, mostrando as mudanças e a dinâmica das transformações ocorridas no ambiente ao longo de 44 anos.

A análise da evolução temporal da cobertura e uso da terra contribuiu para o conhecimento da utilização do espaço geográfico e para o estabelecimento das mais variadas formas de manejo da bacia estudada, levando-se em conta a necessidade de algumas mudanças com correção na forma de utilização da terra principalmente nas áreas destinadas a preservação permanente.

■ REFERÊNCIAS

1. ASSIS, J. M. O.; CALADO, L. O. SOUZA, W. M.; SOBRAL, M.C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.7, n.5, p. 859-870, 2014. Disponível em:< <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/233337/27109>>. Acesso em: 12 mar. 2018.
2. BRASIL. Lei nº 76.593 de 14 de novembro de 1975. Institui o Programa Nacional do Alcool e da outras Providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de nov. 1975. P.15257. Disponível em:< <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
3. BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/Landsat7. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 17 (32): 37-46, 2005. Disponível em:< [file:///C:/Users/Ronaldo/Downloads/9164-Texto%20do%20artigo-35196-1-10-20060217%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ronaldo/Downloads/9164-Texto%20do%20artigo-35196-1-10-20060217%20(1).pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2018.
4. EASTMAN, J. R. **Idrisi Selva Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes**. Version 17. Clark Labs, 2012. Disponível em:< <http://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/IDRISI-Selva-Spanish-Manual.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2015.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Carta do Brasil (SF-22-Z-B-V-2)**, São Manuel. Bases cartográficas em ambiente digital (formato dgn, pdf e tif), na escala 1:50.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2018.
6. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. Divisão de Geração de Imagens/OBT (DGI-INPE, 2016). **Catálogo de Imagens**. Disponível em:<<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 8 jun. 2016.
7. LUCAS, D. F. **Análise Espacial das Fragmentos Florestais no Município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG**. Curso de Especialização em Geoprocessamento, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em:< <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/DouglasFelipeLucas.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.
8. MAPBIOMAS.org. Infográficos. **Mata atlântica-Evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2019)**. Disponível em:<<https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Infograficos/Colectao5/MBI-Infografico-mataatlantica-5.0-BR.jpg>>. Acesso em 21 nov. 2020.
9. OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico nº 45 IAC**. Campinas, 1999. 108p. Disponível em:< <file:///C:/Users/Ronaldo/Downloads/Mapa-pedologico-do-Estado-de-SP-legenda-expandida-1999-Embrapa-Solos.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.
10. POLLO, R. A.; BARROS, Z. X.; GARCIA, Y. M.; SILVEIRA, G. R. P.; NARDINI, R. C. Caracterização do uso da terra em diferentes épocas na bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso-São Manuel (SP), por meio de sistemas de informações geográficas. **Energia na Agricultura**, Botucatu-SP, v. 28, n.4, p. 247-252, 2013. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2013v28n4p247-252>

“

Modelagem da aptidão climática
de *Eschweilera ovata* (Cambess.)
Miers (Lecythydaceae)

▮ Luana Gaspar do Nascimento **Lopes**
UVV

▮ Ary Gomes da **Silva**
UVV

RESUMO

Atualmente vêm sendo desenvolvidas e utilizadas várias técnicas de modelagem de distribuição geográfica de espécies com os mais variados objetivos. Algumas dessas técnicas envolvem modelagem baseada em análise ambiental, nas quais os algoritmos procuram por condições ambientais semelhantes àquelas onde as espécies foram encontradas, resultando em áreas potenciais onde as condições ambientais seriam propícias ao desenvolvimento dessas espécies. O presente estudo trata do uso da modelagem preditiva de distribuição geográfica da espécie *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers, pertencente à família botânica Lecythidaceae, através da utilização do Maxent.

Palavras-chave: Modelos de Distribuição Geográfica, Nicho Ecológico, Maxent.

INTRODUÇÃO

A espécie *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers, conhecida também como imbiriba ou biriba pertence à família Lecythidaceae, sendo uma espécie arbórea tropical comum, climática, que se comporta como pioneira antrópica em áreas degradadas exclusiva das matas pluviais Atlântica e Amazônica (Mori 1995; Lorenzi 1998). Essa espécie é característica e exclusiva das matas pluviais Atlântica e Amazônica, apresentando frequência ocasional e dispersão quase que contínua ao longo da sua área de distribuição entre os Estados de Pernambuco e Espírito Santo (Mori 1995; Lorenzi 1998; Mainieri *et al.* 1989).

É uma espécie perenifólia, heliófita, seletiva xerófita, que ocorre preferencialmente em terrenos bem drenados, tanto na floresta primária como em formações abertas e capoeirões, produzindo anualmente muitas sementes viáveis (Lorenzi 1998). Suas flores são hermafroditas, polinizadas frequentemente por abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802 (Mori & Prance 1981; Mori 1988; Knudsen & Mori 1996).

Eschweilera ovata apresenta um grande potencial de rebrotamento quando seus caules são cortados, o que faz com que se torne expressiva em relação à regeneração vegetativa. A espécie também é indicada para a composição de reflorestamentos mistos destinados à recuperação da vegetação de áreas degradadas (Lorenzi 1998). Segundo Montagnini *et al.* (1995), essa espécie além de ser importante em processos de recuperação de áreas degradadas, contribui para a reabilitação do solo por meio do incremento de carbono e nitrogênio. Em relação à dinâmica sucessional, *E. ovata* ocorre em vários estágios vegetacionais, sendo encontrada em capoeiras baixas, altas e em floresta primária.

Compreender os padrões de distribuição espacial das espécies é de fundamental importância para a conservação da diversidade biológica. A área de distribuição geográfica de uma espécie é uma expressão complexa de sua ecologia e evolução, em que operam vários fatores em intensidades e escalas diferentes tais como, a história evolutiva da espécie e sua capacidade de dispersão (Brown & Lomolino 2006). O nicho ecológico é um conceito fundamental para a modelagem ecológica e, conseqüentemente, para o conhecimento da distribuição potencial de espécies, uma vez que define os limites em que as populações podem se manter viáveis. Os modelos de nicho partem do princípio de que as variáveis ambientais da área de estudo representam uma aproximação ambiental do nicho de determinada espécie (Phillips *et al.* 2006). Para isto, combinam os dados de ocorrência da espécie com as variáveis ambientais destes locais, buscando identificar áreas com condições ambientais adequadas para a sobrevivência da população (Elith & Leathwick 2009; Hannah *et al.* 2005; Pearson 2007; Thuiller 2007). Nesse sentido, o modelo de distribuição, busca-se prever quais áreas satisfazem os requisitos necessários para a ocorrência da espécie, e desta forma definir sua distribuição potencial (Anderson & Martínez-Meyer 2004).

A distribuição potencial está relacionada ao conceito de nicho ecológico proposto por Hutchinson (1957), onde a observação de uma espécie pode ocorrer quando as condições ambientais para sua sobrevivência são satisfeitas. As condições ambientais são compostas por um conjunto de variáveis, que descrevem os fatores que normalmente dão suporte a adequação das espécies aos seus locais de ocorrência, tais como, vegetação, temperatura, precipitação e relevo (Brown & Lomolino, 1998; Root 1988).

Desta forma, considerando que os métodos de modelagem ecológica podem fornecer dados bastante úteis sobre a distribuição de espécies, o objetivo do presente estudo foi mapear as áreas climaticamente aptas da espécie de *E. ovata* no Brasil, considerando o clima atual, para subsidiar os trabalhos de campo e iniciativas para a conservação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 612 pontos de ocorrências naturais de *E. ovata* compilados através de pesquisa utilizando o banco de dados da rede specieslink (<http://splink.cria.org.br>). Foram usadas oito variáveis bioclimáticas e uma topográfica, que são elas: Temperatura média anual (Bio_1), Variação média de temperatura diurna (Bio_2), Temperatura média do mês mais quente (Bio_5), Temperatura média do mês mais frio (Bio_6), Precipitação do trimestre mais úmido (Bio_16), Precipitação do trimestre mais seco (Bio_17), Precipitação do trimestre mais quente (Bio_18), Precipitação do trimestre mais frio (Bio_19) e altitude. Todas as variáveis tiveram seus limites geográficos cortados para o limite político do Brasil.

As variáveis climáticas utilizadas foram obtidas na rede WorldClim, com resolução espacial de 2,5 arco de minutos. A base do Worldclim contém dados climáticos pertencentes a um grupo de variáveis derivadas de valores de temperatura e precipitação mensais, que representam uma combinação de tendências anuais, sazonalidades e condições ambientais extremas, obtidas por interpolação de registros de estações climáticas entre 1950-2000. As variáveis climáticas são derivadas de temperatura e precipitação, sendo 11 variáveis derivadas da temperatura (bio1 a bio11) e 8 variáveis derivadas da pluviosidade (bio12 a bio 19).

No presente trabalho, optou-se pela modelagem de máxima entropia, com o *software* Maxent, versão 3.3.3k (Phillips *et al.* 2006). Na modelação utilizaram os seguintes parâmetros usados no modelo foram uma *convergence threshold* de 1.0E-5 com 500 interações e 10.000 pontos de *background*, assim como as opções de *auto features*. A contribuição de cada variável climática foi analisada por meio dos métodos de *jackknifing* e curvas de respostas. Para avaliação do modelo gerado, o conjunto de dados foram divididos em dois conjuntos independentes, 70 e 30% dos dados, utilizados para calibrar e validar o modelo,

respectivamente. A avaliação do modelo foi realizada pelos parâmetros *Area Under the Curve* (AUC), taxa de omissão do conjunto teste e o valor de *p* (*binominal probability*).

A AUC é interpretada como a probabilidade de o modelo classificar um local de presença escolhido aleatoriamente em relação a um local qualquer da paisagem (Merow *et al.* 2013). Um modelo aleatório tem uma AUC de 0,5 e quanto mais próximo de 1,0 melhor o seu desempenho (Phillips *et al.* 2006; Phillips & Dudik 2008).

Para o cálculo da taxa de omissão do modelo é necessário o uso de um limiar ou limite de corte, e a sua escolha deve maximizar a concordância entre a distribuição observada da espécie e a edita, além de atender os propósitos da pesquisa (Liu *et al.* 2005). A partir de um limiar (valor) é feita a conversão dos mapas contínuos de probabilidade em mapas binários de possível presença (1) ou ausência (0) da espécie.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A simulação das áreas potenciais para *E. ovata*, apresentou uma área sob a curva de (AUC) de 0,960 para treino e para os dados de teste de 0,949 (figura 1). O primeiro valor, aproximando-se de um, indica uma elevada capacidade preditiva do modelo. Já o segundo valor, testa a predição do modelo num conjunto de dados independentes não utilizados na sua construção.

O AUC é um método de avaliação independente de limiar (*threshold*). Os valores de AUC variam de 0 a 1, valores iguais ou menores a 0,5 indicam modelos sem capacidade de predição, sendo equivalentes a um modelo aleatório (Elith *et al.* 2009). O valor de 0,949 afasta-se consideravelmente do valor da AUC relativo a predições aleatórias (0,5) e também é indicadora da boa capacidade do modelo. Os indicadores avaliados sugerem que o modelo é satisfatório na estimação da distribuição da adequabilidade do habitat de *E. ovata*.

O mapa gerado (figura 2) mostrou registros de ocorrência bem espaçados, nas áreas abrangidas pela Amazônica e Mata Atlântica, onde apresenta frequência ocasional e dispersão mais ou menos contínua ao longo de sua área de dispersão e aproximadamente contínua ao longo de sua área de distribuição.

A simulação de áreas potenciais para *E. ovata* apresentou elevado valores de AUC (0,949 +/- 0,01). O mapa gerado mostrou uma área apta para a espécie no Brasil de 988.244 Km², correspondendo a 11,6% do território (Figura 3). O limite (*threshold*) de corte foi realizado por meio do limiar logístico relativo a máxima sensibilidade do modelo para o conjunto de treino (0,084) com taxa de omissão de 0.062.

Cabe destacar que as áreas modeladas para o Brasil se apresentaram condizentes com os dados conhecidos da espécie. É possível verificar que apesar da distribuição mais ampla da *E. ovata*, a área de alta adequabilidade ambiental evidencia um nicho mais restrito ao

litoral, mas também com grande ocorrência longitudinal. O modelo gerado apresentou como área potencial de distribuição da espécie no litoral do Rio Grande do Norte, seguindo ao sul pelo litoral dos demais estados da região nordeste, cobrindo praticamente todo estado do Sergipe. Na Região Sudeste, margeia o litoral dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

A tabela 01 mostra o gráfico do teste Jackknife de importância das variáveis na modelagem. As variáveis que mais contribuíram para explicar a adequabilidade das áreas de *E. ovata* no Brasil foram a variação média de temperatura diurna (Bio_2), temperatura mínima do mês mais frio (Bio_6) e a Temperatura medida anual (Bio_1) (Tabela 1). Já a variável Bio_17 (Precipitação do trimestre mais seco) foi a que menos contribuiu com o modelo.

Figura 1. Curva ROC gerado para os dados de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (LECYTHIDACEAE) mostrando os valores para os dados de treino, dados de teste e previsão aleatória.

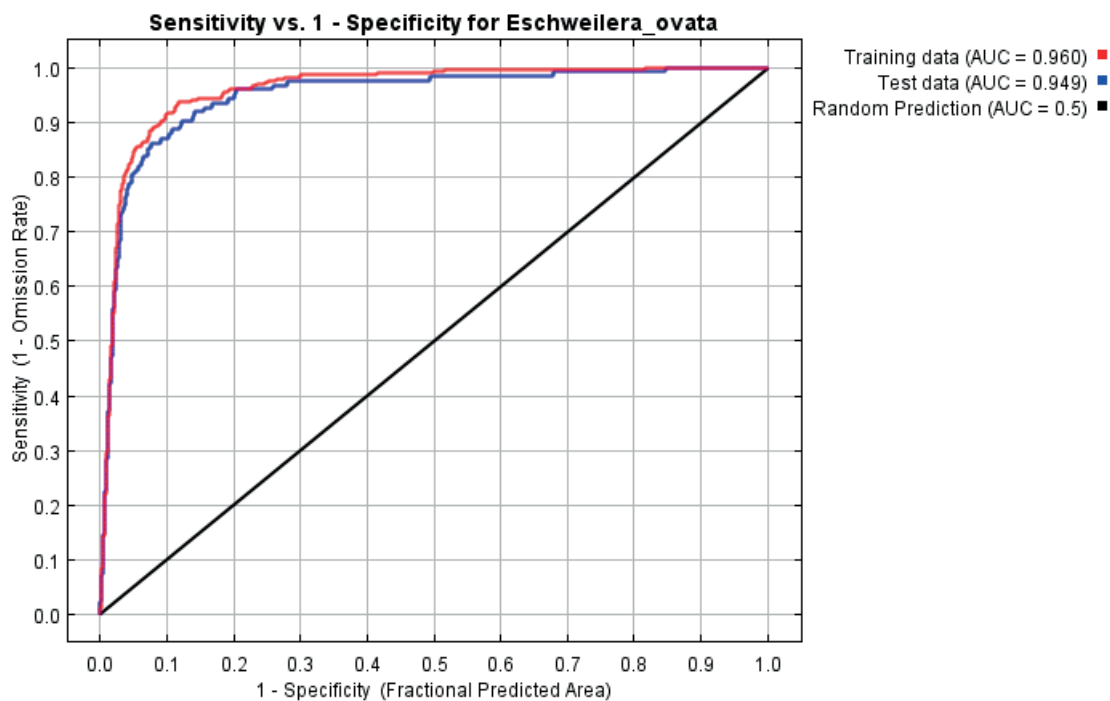


Figura 2. Mapa de distribuição de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (LECYTHIDACEAE).

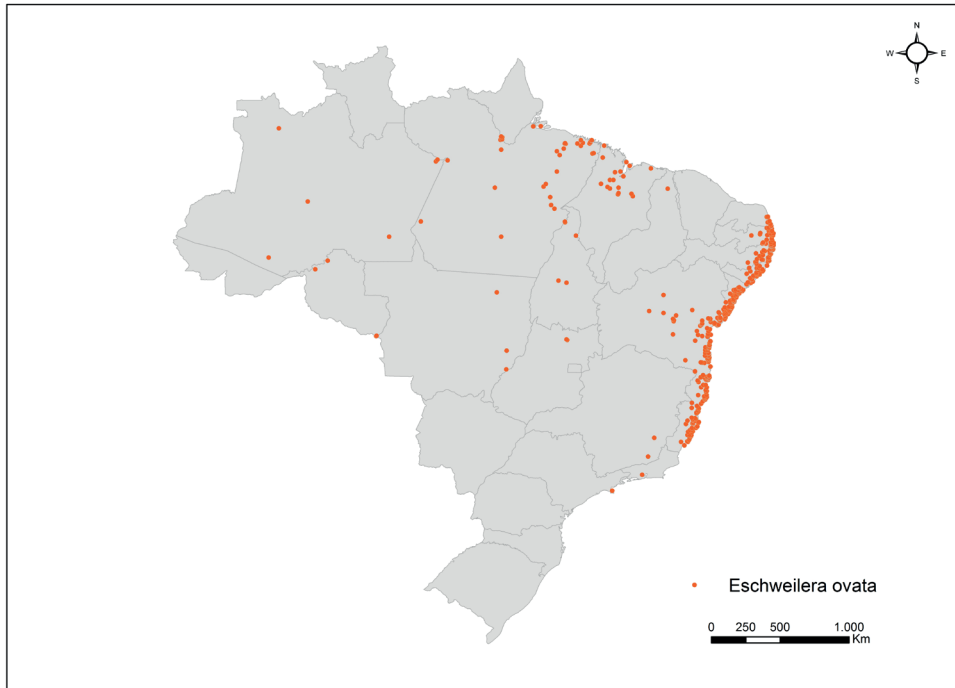


Figura 3. Mapa resultante da modelagem da distribuição potencial de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (LECYTHIDACEAE). As cores mais, tendendo ao alaranjado, representam as áreas com melhores condições de previsão para a ocorrência da espécie.

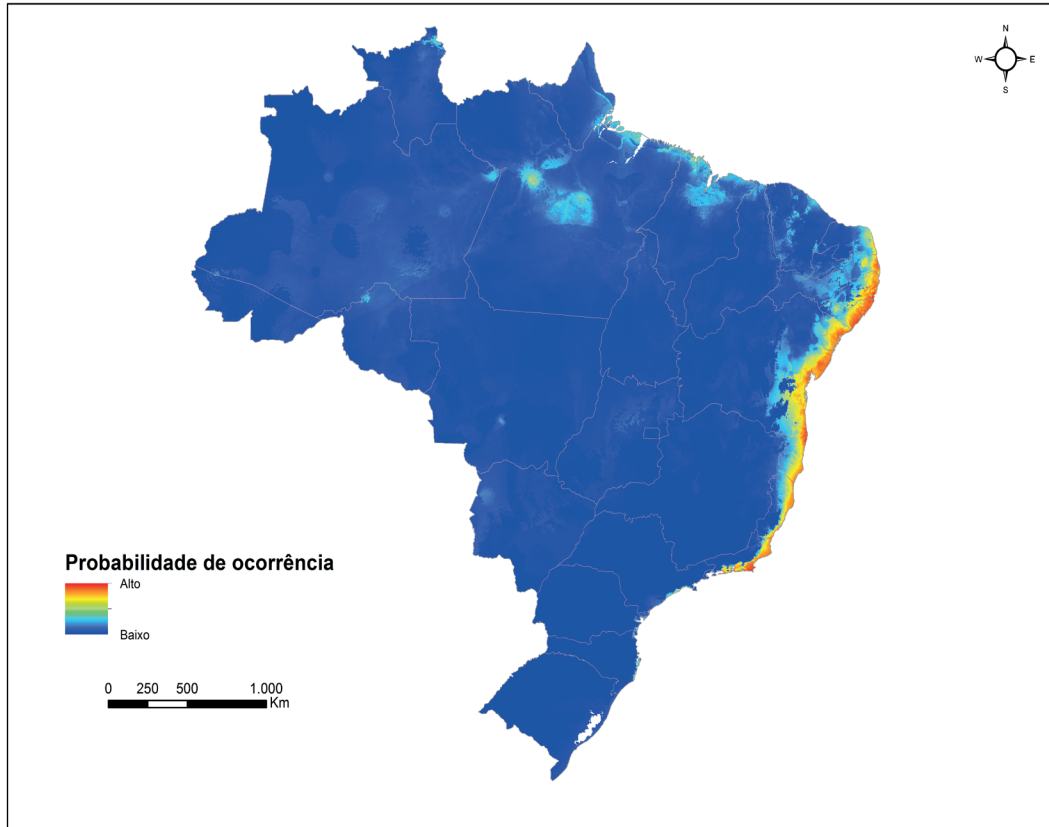


Tabela 1. Porcentagem de contribuição de cada variável para a geração do modelo de distribuição potencial de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (LECYTHIDACEAE).

Variável	Contribuição (%)	
Código	Definição	Atual
BIO1	Temperatura média anual	10.9
BIO2	Varição da temperatura diurna	49.9
BIO5	Temperatura média do mês mais quente	6.1
BIO6	Temperatura média do mês mais frio	14.7
BIO16	Precipitação do trimestre mais úmido	2.3
BIO17	Precipitação do trimestre mais seco	1.2
BIO18	Precipitação do trimestre mais quente	5.7
BIO19	Precipitação do trimestre mais frio	1.9
ALT	Altitude	7.3

CONCLUSÃO

A identificação das áreas potenciais por meio da modelagem de nicho ecológico é uma ferramenta estratégica, à medida que permite identificar as características ambientais preferenciais das espécies florestais e distinguir geograficamente os locais da paisagem com maior probabilidade de ocorrência da espécie.

Com o modelo gerado é possível realizar inferências sobre distribuição geográfica da espécie e análises acerca de quais variáveis ambientais estão relacionadas com isto. Também é de grande serventia em campanhas de campo, onde se tem o objetivo de localizar a espécie na natureza.

REFERÊNCIAS

1. Anderson, R. P.; Martínez-Meyer, E. 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*. Pp. 167-179.
2. Araújo MB, RG Pearson, W Thuillers, M Erhard. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology* 11:1504-1513.
3. Brown, J. H.; Lomolino, M. V. 2006. *Biogeografia*. 2 nd ed. Funpec, Ribeirão Preto. Pp. 692.
4. Elith, J.; Leathwick, J. R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Palo Alto, n. 40. Pp. 677- 697.
5. Hannah, L.; Midgley, G.; HugheS, G.; BomharD, B. 2005. The view from the Cape: extirpator risk, protected areas, and climate change. *BioScience*, Washington, v. 55, n. 3. Pp. 231 - 242.
6. Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jone, S. P. G.; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 25, n.15. Pp. 1965- 1978.

7. Hutchinson, G.E. 1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 22, Pp. 425-427.
8. Knudsen, J. T.; Mori, S. A. 1996. Floral scents and pollination in neotropical Lecythidaceae. *Biotropica*, v. 28, n. 1. Pp. 42-60.
9. Lorenzi, H. 1998. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum. 340p.
10. Mainieri, C.; Chimelo, J. P. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 432p.
11. Merow, C.; Smith, M.J.; Silander, J.A. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10). Pp. 1058-1069.
12. Montagnini F.; Fanzeres, A.; Da Vinha, S.G. 1995. The potentials of 20 indigenous tree species for soil rehabilitation in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. *Journal of applied ecology*, v.32. Pp.841-856.
13. Mori, S. A.; Prance, G. T. 1981. Relações entre a classificação genérica de Lecythidaceae do novo mundo e seus polinizadores e dispersadores. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 4, Pp. 31-37.
14. Mori, S. A. 1995. Observações sobre as espécies de Lecythidaceae do leste do Brasil. *Boletim de Botânica*, v. 14. Pp.1-31.
15. Mori, S. A. *Biologia da polinização em Lecythidaceae*. 1988. *Acta Botanica Brasileira*, v. 1, n. 2. Pp. 121-124.
16. Pearson, R. G. 2007. *Species distribution modeling for conservation educators and practitioners*. Disponível em: < <http://ncep.amnh.org> >. Acesso em: 19 março de 2016.
17. Phillips, S. J.; Anderson, R. P.; Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, Kidlington, v. 190, n. 3-4. Pp. 231- 59.
18. Phillips, S.J.; Dudik, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2). Pp. 161-175
19. Swets JA. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*.
20. Thuiller, W. 2007. Climate change and the ecologist. *Nature*, London, v. 448, n. 2. Pp. 550- 552.

“ Mudanças climáticas na educação: um levantamento das práticas, ferramentas e tecnologias digitais

▮ Katyeudo Karlos de Sousa **Oliveira**
UFRPE

▮ Ricardo André Cavalcante de **Souza**
UFRPE

RESUMO

Objetivo: Este capítulo objetiva expor a sistemática e os resultados de um mapeamento da literatura para identificar práticas, ferramentas e tecnologias digitais usadas no ambiente educacional para melhorar a conscientização e compreensão das causas e consequências das mudanças climáticas. **Métodos:** Este trabalho baseou-se no método proposto por Petersen *et al.* (2008), a partir de quatro estágios fundamentais: (1) definição do escopo da pesquisa, (2) busca de estudos primários relevantes, (3) extração de dados, e (4) análise e síntese dos estudos. **Resultados:** Após análise inicial de 192 estudos primários, 28 foram aceitos para o propósito do mapeamento. Em resposta à questão de pesquisa, temos que: 16 estudos tratam sobre *Climate Change Education* e 12 estudos tratam de Educação Ambiental, podendo observar estratégias voltadas a capacitações, softwares educacionais e jogos (analógicos ou digitais) como habilitadores do aprendizado da temática no meio escolar. Observou-se que mesmo havendo publicações envolvendo diversas tecnologias digitais, não foi encontrado estudo sobre a transformação digital na educação tendo como entrada o tratamento das mudanças climáticas. **Conclusão ou Considerações finais:** Portanto, a ausência do paradigma de transformação digital acerca da temática, constituiu-se em uma oportunidade de pesquisa, possibilitando o desenvolvimento de uma abordagem de transformação digital aplicada ao processo de ensino-aprendizagem para tratar a multidisciplinaridade das mudanças climáticas, considerando os conceitos, princípios e boas práticas das abordagens educacionais como *Climate Change Education* e Educação Ambiental e o uso das tecnologias digitais.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, *Climate Change Education*, Educação Ambiental, Tecnologias Digitais, Transformação Digital.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são temas centrais dos debates globais. Educadores, cientistas e formuladores de políticas ainda possuem uma percepção limitada do que deve ser discutido sobre as mudanças climáticas em associação à educação (MOCHIZUKI; BRYAN, 2015). Diversos métodos estão sendo utilizados no combate às mudanças climáticas (IPCC, 2020; ONU, 2015). A educação é vista como um dos métodos que podem auxiliar no processo de aprendizado sobre as causas e ameaças das mudanças climáticas (CHERRY, 2011; SHARMA, 2012).

As mudanças climáticas estão associadas aos fatores de tempo e clima. O tempo é o estado momentâneo da atmosfera, já o clima, é o estado médio da atmosfera que é medido por intermédio dos eventos temporais por um longo período (REBOITA *et al.*, 2012). Conforme o IPCC (2007), mudança climática é uma variação em longo prazo estatisticamente significativa em um parâmetro climático (como temperatura, precipitação ou ventos) médio ou na sua variabilidade, durante um período de tempo extenso. A mudança climática pode ser causada por processos naturais da própria Terra ou por forças externas, incluindo variações na intensidade da luz solar, ou ainda pela ação antrópica (causada pelo homem). Entre as consequências mais conhecidas das mudanças climáticas estão o aquecimento global, a desertificação, e a elevação da temperatura da água do mar.

Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos é um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 13) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Para alcançar este objetivo, uma das metas consiste em melhorar a educação, elevar a conscientização e o conhecimento das pessoas e instituições sobre mitigação, adaptação, redução dos efeitos e alerta prévio das mudanças climáticas (ONU, 2015).

A mudança climática é um conteúdo complexo, com ligações socioecológicas relevantes. Competências para resolução de problemas e tomada de decisão são vitais em vários níveis, desde a comunidade científica até o cidadão. Para decidir sobre questões climáticas, é necessário conhecer as causas que as motivam e a contribuição das ações diárias que afetam o problema. Avaliações das causas e efeitos das alterações no clima necessitam de abordagens inovadoras (VISINTAINER; LINN, 2015).

À medida que as mudanças climáticas tornam-se cada vez mais presentes no dia-a-dia e demandam por soluções inovadoras também na área de educação, ferramentas e abordagens pedagógicas mais eficazes envolvendo o processo de ensino-aprendizagem estão sendo criadas e estudadas (PUTTICK, TUCKER-RAYMOND, 2018). Os novos conhecimentos e competências exigirão um tratamento educacional plurifacetado direcionado para pessoas de qualquer idade, com respostas mais explícitas, incluindo alunos de todos os níveis do sistema educacional (MOCHIZUKI; BRYAN, 2015).

Os sistemas educacionais devem facilitar e proporcionar um caminho mais direto de colaboração com a mitigação, adaptação e redução dos efeitos climáticos, e habilitar profissionais especializados e capacitados para produzirem alterações efetivas na sociedade (KIM; LIM, 2016; LUO *et al.*, 2018). Mudanças climáticas, crises ambientais, esgotamento dos recursos naturais, aumento da poluição e a carência de conhecimento adequado evidenciam a necessidade de revisar e adaptar programas e currículos educacionais para que os estudantes tenham a capacidade de desenvolver competências, capacidades e atitudes, com o intuito de se prevenir e se adaptar aos impactos climáticos evidentes e iminentes (UNESCO, 2016).

OBJETIVO

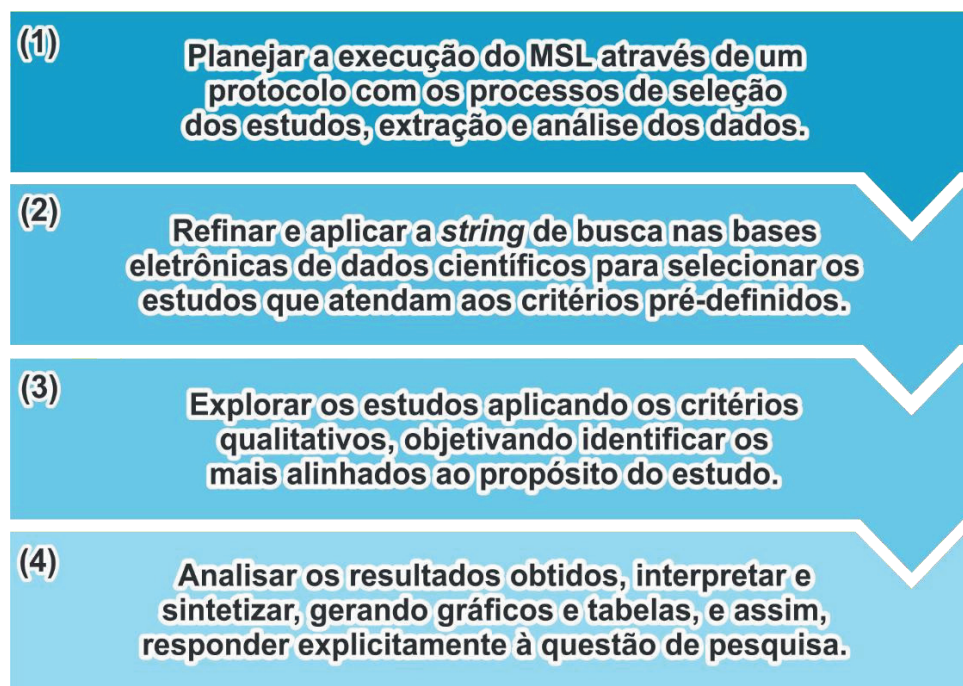
Expor a sistemática e os resultados de um mapeamento da literatura para identificação das práticas, ferramentas e tecnologias digitais usadas no ambiente educacional para melhorar a conscientização e compreensão das causas e consequências das mudanças climáticas.

MÉTODOS

De acordo com Kitchenham e Charters (2007), as revisões sistemáticas de literatura integram uma categoria de estudo secundário e possibilitam identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis que são relevantes para uma determinada questão de pesquisa, ou temática, ou fenômeno de interesse. Os Mapeamentos Sistemáticos da Literatura (MSL) retratam um modo específico de revisão sistemática e reconhecem e analisam, de forma mais geral, a pesquisa sobre algum tópico, atribuindo evidências para questões mais amplas relativas a direcionamentos de pesquisa (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2010).

O MSL conduzido neste capítulo foi elaborado com base no método proposto por Petersen *et al.* (2008), ao passo que, há quatro estágios fundamentais (Figura 1) a serem seguidos: (1) definição do escopo da pesquisa, (2) busca de estudos primários relevantes, (3) extração de dados, e (4) análise e síntese dos estudos. A extração, catalogação, análise e síntese dos estudos considerou as publicações do período entre 2014 e 2019.

Figura 1. Etapas do mapeamento sistemático da literatura



Foram utilizados dois marcos para o período inicial da pesquisa. O primeiro foi a publicação do Quinto Relatório de Avaliação (*Assessment Report - AR5*). Este relatório destila, sintetiza e integra as principais conclusões e as contribuições do Grupo de Trabalho - A Base da Ciência Física, Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade e Mitigação das Mudanças Climáticas - para o AR5 em um documento conciso para o benefício dos tomadores de decisão no governo, setor privado e público em geral (IPCC, 2014). O segundo marco foi o “Curso da UNESCO para professores (fundamental II e ensino médio) sobre educação em mudança climática e desenvolvimento sustentável (EMCDS)”, um manual sobre o ensino de climatologia com ênfase em mudanças climáticas (UNESCO, 2014).

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Definição do Escopo do Mapeamento

Neste estágio, foi executado o planejamento do mapeamento sistemático, por meio de um protocolo (Tabela 1) contendo a estratégia para a busca e uma questão de pesquisa (*Research Question – RQ*) com o objetivo de guiar o processo.

Tabela 1. Protocolo para o Mapeamento Sistemático da Literatura

Questão de Pesquisa: Quais as práticas, ferramentas e tecnologias digitais usadas nas abordagens educacionais voltadas para conscientização e entendimento das mudanças climáticas?	
Estratégia de Busca	
Bases de Dados Científicas	Equipe Executora
<i>IEEE Xplore Digital Library; Springer Link; ACM Digital Library; Scopus; Scielo; SAGE journals; Holos.</i>	1. Estudante de pós-graduação; 2. Professor orientador.
Anos de Publicação	2014 a 2019
Keywords	Palavras-chaves
<i>“action learning”, “action-based learning”, “active learning”, “climate change education”, “empathy-based learning”, “environmental education”, “reflection learning”</i>	<i>“aprendizado de ação”, “aprendizado de reflexão”, “aprendizagem ativa”, “aprendizagem baseada em ação”, “aprendizagem baseada em empatia”, “educação ambiental”, “educação sobre mudanças climáticas”</i>
Método de Execução da Busca	
1) Pesquisar nas bases de dados através da <i>string</i> de busca; 2) Analisar os títulos e resumos dos estudos primários retornados nas buscas e selecionar aqueles que atendem os critérios de exclusão; 3) Analisar o corpo do texto dos estudos selecionados e aplicar os critérios de qualidade para identificar os aceitos e rejeitados no contexto do mapeamento sistemático da literatura.	

Busca por Estudos Primários

Neste estágio, foi executada a busca nas bases de pesquisa para obter os estudos. Os resultados da busca visando responder a RQ são caracterizados como Estudos Primários (EP) (MAGALHÃES et al., 2013). O desenvolvimento da *string* consistiu na utilização das palavras-chave nos idiomas português e inglês, segundo a RQ, com os conectores lógicos OR e AND (Tabela 2). Após a execução da *string*, retornaram 192 EP.

Tabela 2. Strings de Busca da Pesquisa

<i>“climate change education” OR “environmental education”) AND (“action learning” OR “action-based learning” OR “active learning” OR “empathy-based learning” OR “reflection learning”)</i>	<i>“educação sobre mudanças climáticas” OR “educação ambiental”) AND (“aprendizado de ação” OR “aprendizagem baseada em ação” OR “aprendizagem ativa” OR “aprendizagem baseada em empatia” OR “aprendizado de reflexão”)</i>
--	--

Extração de Dados

Neste estágio, buscou-se adquirir informações dos EP encontrados, utilizando os critérios de exclusão: EP escrito em outra língua que não a inglesa e portuguesa; EP não relacionado ao tema da pesquisa; EP repetido; e EP que não seja artigo completo, tais como: resumo, palestra, apresentação, entre outros. Dessa forma, foi possível adquirir os trabalhos que mais se alinhavam ao objetivo proposto no mapeamento sistemático.

Primeiramente, foi feita uma leitura e apreciação do título e resumo dos EP, originados do estágio anterior, e então aplicados os critérios de exclusão escolhidos. A seguir, é apresentado o quantitativo dos EP selecionados nessa etapa, por base de pesquisa e por ano de publicação (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade de EP selecionados na etapa de Extração de Dados

Base de Busca	Quantidade EP	Ano de Publicação	Quantidade EP
<i>IEEE Xplore</i>	14	2014	03
<i>Springer Link</i>	13	2015	17
<i>ACM Digital Library</i>	02	2016	09
<i>Scopus</i>	10	2017	06
<i>Scielo</i>	01	2018	08
<i>SAGE journals</i>	07	2019	05
<i>Holos</i>	01		
Total	48	Total	48

Análise e Síntese

Nesta etapa, foram determinados e aplicados critérios qualitativos (CQ) (Tabela 4) que nortearam o estudo qualitativo dos EP.

Tabela 4. Avaliação da Qualidade

Critérios de Qualidade
CQ1. EP relaciona tempo e clima em algum processo de ensino-aprendizagem?
CQ2. EP apresenta de forma apropriada os métodos usados para coleta de dados?
CQ3. EP responde à problemática proposta nesta pesquisa?
CQ4. EP trata de utilização de tecnologias digitais em problemas de mudanças climáticas no processo de ensino-aprendizagem?
CQ5. EP apresenta abordagens pedagógicas relacionadas a mudanças climáticas de modo interdisciplinar no processo de ensino-aprendizagem?

Para cada EP, iniciou-se a etapa de leitura e avaliação, através da qual se buscou descobrir quais realmente tinham relações com a questão de pesquisa, com base nos CQ. Para todo CQ, foi estabelecida a condição de Atende (AT) e Não Atende (NA). Também, foi aplicado um Índice de Aceitação (IA) do EP, onde zero para os que não atendiam a nenhuma AT, e cinco para os que atendiam a todos os CQ com condição AT. Os EP resultantes com IA igual ou maior a três foram classificados como Artigos Aceitos (AA), o restante como Artigos Rejeitados (AR).

Na Tabela 5, é exposta a identificação dos EP avaliados, com um identificador (ID), referência e situação de cada CQ.

Tabela 5. Avaliação qualitativa dos EP

ID	Referência	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	IA	Resultado
01	(ANGEL <i>et al.</i> , 2015)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
02	(TEIJÓN <i>et al.</i> , 2018)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
03	(SILVA; COSTA; BORBA, 2016)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
04	(PRASAD; MOGLA, 2016)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
05	(WYRWA, 2018)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
06	(SANTOS; SOUZA; SILVA, 2016)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
07	(BAIDEME; ROBBINS; STARKE, 2014)	NA	AT	NA	NA	AT	2	AR
08	(LASCANO <i>et al.</i> , 2015)	NA	AT	NA	NA	AT	2	AR
09	(YAMAZAKI <i>et al.</i> , 2014)	NA	AT	NA	NA	AT	2	AR
10	(TYPHINA, 2015)	NA	AT	NA	AT	NA	2	AR
11	(CHRISTENSEN; KNEZEK, 2016)	AT	AT	NA	NA	AT	3	AA
12	(AZIZ <i>et al.</i> , 2018)	NA	AT	NA	NA	AT	2	AR
13	(GOMES; NOVAIS; ABRANTES, 2016)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
14	(CRUZ, 2015)	NA	NA	NA	NA	NA	0	AR
15	(CHAN, 2015)	AT	NA	AT	NA	AT	3	AA
16	(ABDULLAH, 2016)	AT	NA	AT	NA	AT	3	AA
17	(FERREIRA; DINIZ; FRANCA, 2016)	NA	AT	NA	AT	NA	2	AR
18	(BOAKYE, 2015)	AT	AT	AT	NA	NA	3	AA
19	(BIELER <i>et al.</i> , 2017)	AT	AT	AT	NA	NA	3	AA
20	(HAN, 2015)	AT	NA	NA	NA	NA	1	AR
21	(SUNG, 2015)	NA	NA	NA	NA	NA	0	AR
22	(LÆSSØE; MOCHIZUKI, 2015)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
23	(MOCHIZUKI; BRYAN, 2015)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
24	(TRAJBER; MOCHIZUKI, 2015)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
25	(MOÇO; VENTURA; MALHEIRO, 2016)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
26	(JOVANOVIĆ <i>et al.</i> , 2016)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
27	(LUSK; PROFITT; ULLRICH, 2017)	NA	AT	AT	NA	NA	2	AR
28	(SARIKAYA; SARAÇ, 2018)	AT	AT	NA	NA	NA	2	AR
29	(SCHMITT-HARSH; HARSH, 2017)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
30	(GOLD <i>et al.</i> , 2015)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
31	(FOSS; KO, 2019)	AT	AT	NA	NA	NA	2	AR
32	(CLARK; ZEEGERS, 2015)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
33	(TABUENCA; KALZ; LÖHR, 2019)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
34	(CAMASSO; JAGANNATHAN, 2018)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
35	(MORRISON, 2018)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
36	(LANDRUM <i>et al.</i> , 2017)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
37	(CAREY; GOUGIS, 2017)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
38	(ROJAS; ZUÑIGA; UGALDE, 2015)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
39	(COLE, 2019)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
40	(BODZIN; FU, 2014)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
41	(VISINTAINER; LINN, 2015)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
42	(MANDRIKAS; STAVROU; SKORDOULIS, 2017)	AT	AT	AT	NA	AT	4	AA
43	(LIN <i>et al.</i> , 2019)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
44	(KARAHAN; ROEHRIG, 2015)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA

ID	Referência	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	IA	Resultado
45	(FOKIDES; CHACHLAKI, 2019)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR
46	(PUTTICK; TUCKERRAYMOND, 2018)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
47	(BUSH et al., 2018)	AT	AT	AT	AT	AT	5	AA
48	(BELLAND et al., 2015)	NA	AT	NA	NA	NA	1	AR

RESULTADOS

Após a análise qualitativa, 28 EP foram aceitos para o propósito do mapeamento sistemático. Na Tabela 6, é visto um panorama de EP que passaram pelas análises, assim como o percentual conforme EP aceitos e rejeitados.

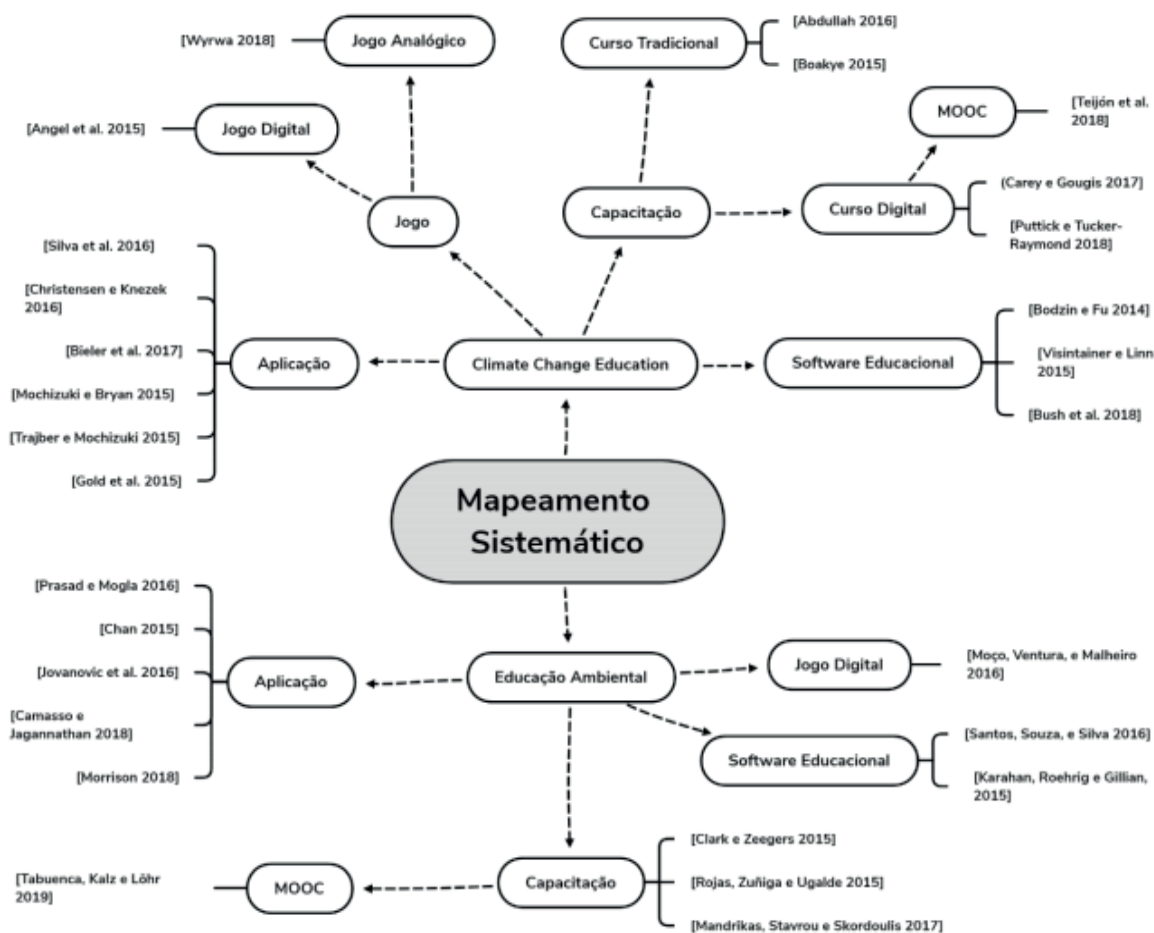
Tabela 6. Panorama dos EP analisados

Etapa	EP analisados	EP aceitos	EP rejeitados
Extração de Dados	192	48 (25%)	144 (75%)
Análise Qualitativa	48	28 (58,3%)	20 (41,7%)

Na Figura 2, é apresentado um Mapa Mental com a descrição referente às principais temáticas e aos seus respectivos autores na Análise Qualitativa. Um mapa mental é visto como uma técnica que ajuda em processos de organização do pensamento, ou seja, auxilia na hierarquização do pensamento e no melhor entendimento das informações sobre algum conteúdo (BUZZAN, 2005).

No Mapa Mental, as temáticas dos EP foram agrupadas em: Aplicação – estudos que unicamente expõem a necessidade de introdução do tema de mudanças climáticas nas escolas, sem a descrição de como inserir e avaliar, basicamente enfatiza a importância do tratamento das mudanças climáticas na educação; Jogo – apresentação da temática com estratégias lúdicas para desenvolver uma atmosfera de cooperação e motivação para entendimento sobre as mudanças do clima, propiciando uma relação dinâmica e interativa no processo de aprendizagem; Capacitação – unidade de ensino com o objetivo de obter e/ou melhorar o conhecimento sobre mudanças climáticas; e Software educacional – programa de computador que tem por objetivo atender as necessidades e pretensões pedagógicas sobre a conscientização ambiental e entendimento das causas e consequências das mudanças do clima.

Figura 2. Mapa Mental com as temáticas e seus respectivos autores



Foram também analisadas as principais contribuições e temáticas abordadas nos EP que foram considerados aprovados. A Tabela 7 consolida-os com uma síntese.

Tabela 7. Tabela dos EP analisados pelos critérios qualitativos

ID	Síntese da Contribuição
01	Discutido sobre os fundamentos teóricos de um jogo sério que visa facilitar o entendimento e a ação sobre as mudanças climáticas locais. O jogo abrange arte, ciência e tecnologia para comunicar uma visão sobre os desafios e soluções para o combate às mudanças climáticas.
02	Descreve um curso para explicar as causas das mudanças climáticas. O curso é um MOOC (<i>Massive Online Open Course</i>) para professores do ensino fundamental e médio. Com o conhecimento adquirido, é possível contribuir na preparação das jovens gerações para mobilizar a sociedade diante do problema de mudanças climáticas.
03	Busca analisar como a interdisciplinaridade na educação, utilizando a CCE, podem facilitar a construção de processos de mitigação e adaptação para as mudanças climáticas.
04	Utiliza EA como abordagem, sugerindo a formulação de uma política educacional inovadora, com o objetivo de desenvolver conscientização. Sugere formas multidisciplinares de ensino através da educação ao ar livre e experimental.
05	Apresenta um jogo para familiarizar alunos com estratégias para diminuir os efeitos das mudanças climáticas. A principal ferramenta usada no jogo é um formulário de papel, que constitui um <i>scaffolding</i> que fornece o material de aprendizagem de suporte.

- 06 Proposta de aplicativo voltado à educação e a preservação ambiental em comunidades urbanas. Visa promover os objetivos da EA, conforme a Declaração de Tbilisi (UNESCO, 1978).
- 11 Demonstra mudanças anteriores e posteriores à aplicação de atividades práticas sobre a energia e clima. Executado no ensino médio de 04 escolas de 03 Estados dos EUA, orientando a solução de problemas reais sobre mudanças climáticas e nas intenções dos alunos de agir para diminuir o ritmo das mudanças climáticas.
- 15 Utilizando aprendizado ativo com alunos trabalhando em grupos para coletar informações, fazer uma análise e identificar os vínculos entre o padrão de intensidade das chuvas ao longo dos anos com deslizamentos de terra localizados e inundações.
- 16 Abordagem no ensino-aprendizado de um curso de graduação superior, com conteúdo multidisciplinar com atualidades sobre questões verdes, mudanças climáticas e sociais.
- 18 Sugere alterações nos currículos de ensino em Gana, relacionando o conhecimento adquirido sobre a educação em mudanças climáticas. Dessa forma, sendo possível a promoção de uma educação eficaz sobre as mudanças climáticas no país.
- 19 Analisa o envolvimento com o planejamento e aplicação de CCE do Canadá. Compara 13 planos de ação climática e 90 documentos educacionais. Sugere ajustes no ensino do país para se adequar às tendências internacionais de CCE.
- 23 Destaca o papel crítico que a educação pode e deve desempenhar para tratar sobre o tema e como obter respostas às mudanças climáticas em toda a sua complexidade. Fornece justificativas para o motivo pelo qual a CCE deve ser abordada.
- 24 Mapeia e explica políticas, estratégias e iniciativas do Brasil relacionadas à CCE, no contexto geral de EA e EDS.
- 25 Aborda a possibilidade de um jogo pedagógico guiar o aluno/jovem/cidadão a pensar, a levantar hipóteses e a consolidar o seu conhecimento conscientizando-se de que todos são parte do problema envolvendo mudanças climáticas e, em simultâneo, possíveis soluções.
- 26 Analisa tendências relacionadas a EA no ensino de geografia e determina a correlação entre os elementos do processo de ensino, tais como: presença de tópicos ambientais no ensino de geografia, avaliação do conhecimento dos alunos e atitudes dos professores sobre a importância do tema de mudanças climáticas.
- 30 Relata a elaboração e os resultados do programa de aprendizado ativo de videografia *da Lens on Climate Change* que visava aumentar a conscientização e a compreensão dos alunos sobre
- 32 Proposta de um curso focado em aumentar a conscientização dos alunos de pós-graduação sobre sustentabilidade ambiental, de uma perspectiva de pensamento sistêmico com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).
- 33 Implementa um MOOC como uma ferramenta massiva, focada na ação, para explorar e disseminar maneiras de enfrentar o problema global do lixo marinho de uma perspectiva educacional, através de um aprendizado orientado à ação.
- 34 Apresenta resultados do programa *Nurture thru Nature* (NtN), uma ação em escolas primárias nas disciplinas de ciências naturais e EA, projetada para ajudar crianças socialmente vulneráveis a aumentar o conhecimento sobre preservação ambiental e fortalecer o desempenho acadêmico geral.
- 35 Relata as descobertas de um estudo qualitativo de conversas em grupo sobre EA com professores. Assim, foi visto que os participantes compartilharam seus conhecimentos informando os alunos sobre questões ambientais e políticas sociais, mostrando que a EA não é uma área de conteúdo especializada e singular, mas um campo interdisciplinar, integral às experiências cotidianas de aprendizagem.
- 37 Examina ganhos de aprendizagem resultantes de um curso (*Lake Modeling* da EDDIE) para estudantes de biologia e estudantes de ciências, utilizando ferramentas de modelagem. Os resultados sugerem que a modelagem é uma ferramenta poderosa para estimular o aprendizado dos alunos sobre os efeitos das mudanças climáticas.
- 38 Propõe um programa educacional global para os níveis de ensino fundamental e médio. Objetiva desenvolver o pensamento científico e o interesse pela ciência em estudantes através da pesquisa em hidrologia permitindo relacionar a ciência com questões ambientais.

40	Curso sobre mudanças climáticas para estudantes de ensino fundamental, integrando a tecnologia geoespacial Google Earth e outras atividades de aprendizado baseadas na Web para apoiar o entendimento dos alunos.
41	Relata o impacto de tecnologia para melhorar a compreensão das mudanças climáticas. Implementa um ambiente de investigação na Web (WISE), usando modelos NetLogo (ambiente de modelagem programável para simular fenômenos naturais e sociais) com crianças do ensino fundamental. Os resultados mostram que a compreensão do efeito estufa pelos alunos oferece uma base para a construção de conexões entre o uso diário de energia e o aumento da temperatura global.
42	Curso com contexto científico autêntico, ou seja, dados meteorológicos atualizados diariamente sobre problemas ambientais com fenômenos meteorológicos, para professores do ensino fundamental. Composto por uma sequência de ensino-aprendizagem sobre poluição do ar, a contribuição do vento e da topografia na concentração de poluentes do ar.
44	Construção de artefatos multimídia por alunos, com redes sociais (rede social Ning) para fins de EA. O estudo indicou o aprimoramento da consciência ambiental dos alunos e a necessidade percebida de ativismo foi elevada em diferentes escalas.
46	Curso para meninas do ensino médio, focado no uso do ambiente de programação visual Scratch, para projetar jogos para ensinar outras pessoas sobre mudanças climáticas.
47	Comparou o uso educacional de um modelo climático global (em inglês, <i>global climate model GCM</i>) da <i>National Aeronautics and Space Administration (NASA)</i> com outras tecnologias de educação climática desenvolvidas para uso em sala de aula que incluíam interfaces e processos mais simples. Assim, foi visto como essas tecnologias de educação climática afetam a evolução do entendimento de alunos sobre Mudanças Climáticas Antropogênicas Globais (MCAG), através de aprendizagem baseada em modelos.

DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no mapeamento sistemático da literatura, foi possível identificar quais as estratégias educacionais mais utilizadas para a compreensão das causas e impactos das mudanças climáticas. As abordagens pedagógicas *Climate Change Education (CCE)* e Educação Ambiental (EA) foram as mais citadas e utilizadas nos estudos analisados. A CCE é uma metodologia que objetiva melhorar o entendimento da dinâmica entre as ações antrópicas e as mudanças do clima, proporcionando a conscientização sobre a importância da realização dos meios de mitigar e adaptar os seus efeitos (LÆSSØE et al., 2009; BANGAY; BLUN, 2010). A EA é uma forma interdisciplinar e dinâmica de educação, com foco no meio ambiente e nos sistemas ecológicos, abrangendo o estudo de mudanças nos sistemas terrestres e ambientais no decorrer do tempo (PRASAD; MOGLA, 2016). Na observação dos resultados do mapeamento sistemático, como resposta à questão de pesquisa formulada, temos que: 16 EP tratam sobre CCE e 12 EP tratam de EA. Com relação aos EP de CCE: 5 EP tratam de capacitações como habilitadores do aprendizado da temática, 3 EP relacionam softwares educacionais à abordagem, 2 EP expõem jogos (analógicos ou digitais) em seus relatos, e 6 EP tratam de questões sobre os efeitos do uso de CCE na escola. Com relação aos EP de EA: 4 EP versam sobre capacitações (cursos) sobre o tema, 2 EP relacionam softwares educacionais ao conteúdo, 1 EP envolve jogos (analógicos ou digitais) sobre a temática e 5 EP colocam questões sobre os efeitos da aplicação de EA no meio escolar.

A reduzida quantidade de EP que relacionam mudanças climáticas a softwares educacionais pode ser vista como uma oportunidade para desenvolvimento de pesquisas que resultem em softwares específicos para introdução das mudanças climáticas nas múltiplas disciplinas escolares. Uma das propensões que mais se evidenciaram entre as pesquisas identificadas é a utilização de capacitações (cursos) tratando da temática, elas podem ser

consideradas como uma forma de aliar elementos da abordagem fora da sala de aula possibilitando associar conhecimentos essenciais para obter uma percepção integrada, ajudando os alunos a desenvolver um entendimento dos principais mecanismos associados às mudanças do clima. Há várias propostas que fomentam o uso de estratégias educacionais mostrando diagnósticos, políticas e projetos no ensino-aprendizado em mudanças climáticas. Finalmente, a reduzida quantidade de jogos digitais como ferramentas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem envolvendo as mudanças climáticas configura-se outra oportunidade de investigação.

Observou-se que mesmo havendo publicações envolvendo diversos tipos de tecnologias digitais, não foi encontrado estudo sobre a transformação digital na educação tendo como entrada o tratamento das mudanças climáticas. A Transformação Digital pode ser considerada um processo de aculturação pelo qual indivíduos, times e organizações são levados a mudar paulatinamente de comportamentos e estruturas analógicos para plataformas digitais (OLIVEIRA; SOUZA, 2020). Portanto, observa-se que existe uma área promissora a ser explorada, na forma de abordagem pedagógica, ocorrendo através da adaptação de professores e alunos na aplicação de tecnologias digitais no cotidiano das atividades escolares, pela utilização de tecnologias digitais no ambiente social ou pela adequação de tecnologias acessíveis do mercado de trabalho. A transformação digital possui a capacidade de alterar o ambiente em que ela for colocada em prática, alterando até mesmo o cotidiano das pessoas envolvidas.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foram apresentados e discutidos a sistemática e os resultados de um mapeamento da literatura, conduzido com o objetivo de identificar as práticas, ferramentas e tecnologias digitais usadas nas abordagens educacionais direcionadas a introduzir a temática de mudanças climáticas no processo de ensino-aprendizagem. As abordagens *Climate Change Education* (CCE) e Educação Ambiental (EA) foram as que fundamentaram a maior parte dos estudos analisados e são geralmente utilizados os seguintes meios práticos no processo de ensino-aprendizagem: capacitações específicas (cursos), jogos (analógicos e digitais), softwares educacionais e exposição do tema.

Apesar de vários estudos relatarem o uso de tecnologia digital como habilitador para introdução das mudanças climáticas na educação, não foi encontrado qualquer relato sobre a aplicação do paradigma de transformação digital na educação para esse propósito. Portanto, constituindo-se em uma oportunidade de pesquisa o desenvolvimento de uma abordagem de transformação digital aplicada ao processo de ensino-aprendizagem para tratar a multidisciplinaridade das mudanças climáticas, considerando os conceitos, princípios e boas

práticas das abordagens educacionais como CCE e EA e o uso das tecnologias digitais, visando incorporar nos estudantes a mudança comportamental por meio da conscientização e compreensão das causas e impactos das mudanças climáticas.

■ REFERÊNCIAS

1. ABDULLAH, M. A. Health, safety and environment as the basis for innovative education on sustainability. In: **2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICE-ED)**. IEEE, 2016. p. 252-256. DOI: 10.1109/ICEED.2016.7856082.
2. ANGEL, J.; LAVALLE, A.; IYPE, D. M.; SHEPPARD, S.; DULIC, A. Future delta 2.0 an experiential learning context for a serious game about local climate change. In: **SIGGRAPH Asia 2015 Symposium on Education**. 2015. p. 1-10. DOI: 10.1145/2818498.2818512.
3. AZIZ, A. A.; YUSOF, K. M.; SADIKIN, A. N.; UDIN, A.; YATIM, J. M.; HEZMI, M. A. Effective use of Problems in Learning Environments for Attaining Environmental Sustainability Outcomes. In: **2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)**. IEEE, 2017. p. 648-653. DOI: 10.1109/WEEF.2017.8467062.
4. BAIDEME, M. P.; ROBBINS, C. A.; STARKE, J. A. A model to build, assess, and reflect on students' Metacognition through the classroom debate of controversial environmental issues. In: **Proceedings of the 2014 Zone 1 Conference of the American society for engineering education**. IEEE, 2014. p. 1-10. DOI: 10.1109/ASEEZone1.2014.6820676.
5. BANGAY, C.; BLUM, N. Education responses to climate change and quality: Two parts of the same agenda?. **International Journal of Educational Development**, v. 30, n. 4, p. 359-368, 2010. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2009.11.011.
6. BELLAND, B. R.; GU, J.; ARMBRUST, S.; COOK, B. Scaffolding argumentation about water quality: A mixed-method study in a rural middle school. **Educational Technology Research and Development**, v. 63, n. 3, p. 325-353, 2015. DOI: 10.1007/s11423-015-9373-x.
7. BIELER, A.; HALUZA-DELAY, R.; DALE, A.; MCKENZIE, M. A national overview of climate change education policy: Policy coherence between subnational climate and education policies in Canada (K-12). **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 11, n. 2, p. 63-85, 2017. DOI: 10.1177/0973408218754625.
8. BOAKYE, C. Climate change education: The role of pre-tertiary science curricula in Ghana. **SAGE Open**, v. 5, n. 4, p. 2158244015614611, 2015. DOI: 10.1177/2158244015614611.
9. BODZIN, A. M.; FU, Q. The effectiveness of the geospatial curriculum approach on urban middle-level students' climate change understandings. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 4, p. 575-590, 2014. DOI: 10.1007/s10956-013-9478-0.
10. BUSH, D.; SIEBER, R.; SEILER, G.; CHANDLER, M. Examining educational climate change technology: how group inquiry work with realistic scientific technology alters classroom learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 27, n. 2, p. 147-164, 2018. DOI: 10.1007/s10956-017-9714-0.
11. BUZZAN, T. **Mapas Mentais e sua elaboração**: um sistema definitivo de pensamento que transforma a sua vida. São Paulo: Cultrix, 2005.

12. CAMASSO, M. J.; JAGANNATHAN, R. Improving academic outcomes in poor urban schools through nature-based learning. **Cambridge Journal of Education**, v. 48, n. 2, p. 263-277, 2018. DOI: 10.1080/0305764X.2017.1324020.
13. CAREY, C. C.; GOUGIS, R. D. Simulation modeling of lakes in undergraduate and graduate classrooms increases comprehension of climate change concepts and experience with computational tools. **Journal of Science Education and Technology**, v. 26, n. 1, p. 1-11, 2017. DOI: 10.1007/s10956-016-9644-2.
14. CHAN, C. M. Geo-disasters vs. climate change: Enhancing student's learning via a course-embedded project. In: **2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)**. IEEE, 2015. p. 1-6. DOI: 10.1109/IEOM.2015.7093902.
15. CHERRY, L. Young voices on climate change: The Paul F-Brandwein 2010 NSTA lecture. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 2, p. 208-213, 2011. DOI 10.1007/s10956-011- 9280-9.
16. CHRISTENSEN, R.; KNEZEK, G. Effect of Energy Monitoring Activities on Climate Change Beliefs and Intentions: Replication of Findings at Multiple Project Locations. In: **2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. IEEE, 2016. p. 265- 269. DOI: 10.1109/ICALT.2016.49.
17. CLARK, I. F.; ZEEGERS, Y. Challenging students' perceptions of sustainability using an Earth Systems Science approach. **Journal of Geography in Higher Education**, v. 39, n. 2, p. 260-274, 2015. DOI: 10.1080/03098265.2015.1010142.
18. COLE, L. B. Green building literacy: a framework for advancing green building education. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 1, p. 18, 2019. DOI: 10.1186/s40594-019-0171- 6.
19. CRUZ, C. C. From the fundamentals to the Praxis: Constructing a different engineering education to make our world a less risky place. In: **2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)**. IEEE, 2015. p. 709-718. DOI: 10.1109/ICL.2015.7318115.
20. FERREIRA, A. P. L.; DINIZ, J. R. B.; FRANCA, S. V. A. M-learning supporting a culture of sustainable water consumption. In: **2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)**. IEEE, 2016. p. 1-4. DOI: 10.1109/EATIS.2016.7520149.
21. FOKIDES, E.; CHACHLAKI, F. 3D Multiuser Virtual Environments and Environmental Education: The Virtual Island of the Mediterranean Monk Seal. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 25, n. 1, p. 1-24, 2019. DOI: 10.1007/s10758-019-09409-6.
22. FOSS, A. W.; KO, Y. Barriers and opportunities for climate change education: The case of Dallas- Fort Worth in Texas. **The Journal of Environmental Education**, v. 50, n. 3, p. 145-159, 2019. DOI: 10.1080/00958964.2019.1604479.
23. GOLD, A. U.; OONK, D. J.; SMITH, L.; BOYKOFF, M. T.; OSNES, B.; SULLIVAN, S. B. Lenson climate change: Making climate meaningful through student-produced videos. **Journal of Geography**, v. 114, n. 6, p. 235-246, 2015. DOI: 10.1080/00221341.2015.1013974.
24. GOMES, C. A.; NOVAIS, A.; ABRANTES, I. Exploring the Vineyard Cycle: mobile technology in non-formal environmental education settings. In: **2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE)**. IEEE, 2016. p. 1-6. DOI: 10.1109/SIIE.2016.7751850.

25. HAN, Q. Education for sustainable development and climate change education in China: A status report. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 9, n. 1, p. 62-77, 2015. DOI: 10.1177/0973408215569114.
26. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf.
27. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp., 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.
28. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial**. IPCC, Geneva, Switzerland. 2020. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf.
29. JOVANOVIC, S.; ZIVKOVIC, L.; PRNJAT, Z.; OBRADOVIC-ARSIC, D.; MIHAJLOVIC, B.; BUDOVIC, A. Environmental education from the perspective of Serbian primary school geography teachers. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 17, n. 1, p. 394-401, 2016.
30. KARAHAN, E.; ROEHRIG, G. Constructing media artifacts in a social constructivist environment to enhance students' environmental awareness and activism. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, n. 1, p. 103-118, 2015. DOI: 10.1007/s10956-014-9525-5.
31. KIM, D.; LIM, U. Urban resilience in climate change adaptation: A conceptual framework. **Sustainability**, v. 8, n. 4, p. 405, 2016. DOI: 10.3390/su8040405.
32. KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Technical Report EBSE-2007-01, School of Computer Science and Mathematics**, Keele University 2007.
33. KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. The value of mapping studies—A participant-observer case study. In: **14th international conference on evaluation and assessment in software engineering (ease)**. 2010. p. 1-9. DOI: 10.14236/ewic/EASE2010.4.
34. LÆSSØE, J.; SCHNACK, K.; BREITING, S.; ROLLS, S.; FEINSTEIN, N.; GOH, K. C. Climate change and sustainable development: The response from education. **A cross-national report from international alliance of leading education institutes. The Danish School of Education, Aarhus University**, 2009. Disponível em: https://edu.au.dk/fileadmin/www.dpu.dk/en/research/researchprogrammes/environmentalandhealtheducation/om-dpu_institutter_institut-for-didaktik_20091208102732_cross_national-report_dec09.pdf
35. LÆSSØE, J.; MOCHIZUKI, Y. Recent trends in national policy on education for sustainable development and climate change education. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 9, n. 1, p. 27-43, 2015. DOI: 10.1177/0973408215569112.
36. LANDRUM, R. E.; VISKUPIC, K.; SHADLE, S. E.; BULLOCK, D. Assessing the STEM landscape: the current instructional climate survey and the evidence-based instructional practices adoption scale. **International journal of STEM education**, v. 4, n. 1, p. 25, 2017. DOI: 10.1186/s40594-017-0092-1.

37. LASCANO, S. K.; NÚÑEZ, J. H.; ESPARRAGOZA, I. E.; SCHMIDT, L. C.; NAGEL, R. L. A Case Study Approach for Teaching Students Sustainability From a Global Perspective. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 10, n. 3, p. 109-118, 2015. DOI: 10.1109/RITA.2015.2452611.
38. LIN, Y. C.; HSIEH, Y. H.; HOU, H. T.; WANG, S. M. Exploring students' learning and gaming performance as well as attention through a drill-based gaming experience for environmental education. **Journal of Computers in Education**, v. 6, n. 3, p. 315-334, 2019. DOI: 10.1007/s40692-019-00130-y.
39. LUO, F. LIU, Y.; PENG, J.; WU, J. Assessing urban landscape ecological risk through an adaptive cycle framework. **Landscape and Urban Planning**, v. 180, p. 125-134, 2018.
40. LUSK, A.; PROFITT, L.; ULLRICH, J. From polyps to politics: using a coral reef living laboratory in a politics of sustainability course. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 7, n. 2, p. 216-229, 2017. DOI: 10.1007/s13412-015-0316-y.
41. MAGALHÃES, C. V. C.; SANTOS, R. E.; SILVA, F. Q; GOMES, A. S. Caracterizando a pesquisa em informática na educação no Brasil: um mapeamento sistemático das publicações do SBIE. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2013. p. 22. DOI: 10.5753/CBIE.SBIE.2013.22.
42. MANDRIKAS, A.; STAVROU, D.; SKORDOULIS, C. Teaching air pollution in an authentic context. **Journal of Science Education and Technology**, v. 26, n. 2, p. 238-251, 2017. DOI: 10.1007/s10956-016-9675-8.
43. MOCHIZUKI, Y.; BRYAN, A. Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 9, n. 1, p. 4-26, 2015. DOI: 10.1177/0973408215569109.
44. MOÇO, S.; VENTURA, J.; MALHEIRO, M. Alterações climáticas e educação ambiental: ferramenta pedagógica para a prática. GOT, **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 10, p. 233- 240, 2016. DOI: 10.17127/got/2016.10.011.
45. MORRISON, S. A. Everyday environmental education: five practices of ecologically minded teachers. **Environmental Education Research**, v. 24, n. 11, p. 1527-1545, 2018. DOI: 10.1080/13504622.2018.1496227.
46. OLIVEIRA, K. K. S.; SOUZA, R. A. C. Habilitadores da transformação digital em direção à Educação 4.0. **RENOTE**, v. 18, n. 1, 2020. DOI: 10.22456/1679-1916.106012.
47. ONU. Nações Unidas Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 16 ago. 2020.
48. PRASAD, A.; MOGLA, R. Environmental education: Component of sustainable development. In: **2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)**. IEEE, 2016. p. 1-4. DOI: 10.1109/R10-HTC.2016.7906788.
49. PUTTICK, G.; TUCKER-RAYMOND, E. Building systems from scratch: An exploratory study of students learning about climate change. **Journal of Science Education and Technology**, v. 27, n. 4, p. 306-321, 2018. DOI: 10.1007/s10956-017-9725-x.

50. PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12**. 2008. p. 1-10. DOI: 10.14236/ewic/EASE2008.8.
51. REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. D. **Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul**. RI FURG 2012. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/4742>.
52. ROJAS, M. D. C.; ZUÑIGA, A. L. A.; UGALDE, E. F. The Costa Rica GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) project as a learning science environment. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, n. 6, p. 721-734, 2015. DOI: 10.1007/s10956-015-9547-7.
53. SANTOS, M. L.; SOUZA, R.; SILVA, M. C. L. MEIO: M-learning, social networks and gamification for environmental education. In: **2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)**. IEEE, 2016. p. 1-8. DOI: 10.1109/EATIS.2016.7520119.
54. SARIKAYA, R.; SARAÇ, E. An Analysis of Pre-Service Teachers' Attitudes towards Environmental Issues in Terms of Various Variables. **Universal Journal of Educational Research**, v. 6, n. 1, p. 99- 109, 2018. DOI: 10.13189/ujer.2018.060109.
55. SCHMITT-HARSH, M; HARSH, J. A. Engaging nonscience majors in urban ecology: Recommendations for course design. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 7, n. 4, p. 550-561, 2017. DOI: 10.1007/s13412-016-0410-9.
56. SHARMA, A. Global climate change: What has science education got to do with it?. **Science & Education**, v. 21, n. 1, p. 33-53, 2012. DOI: 10.1007/s11191-011-9372-1.
57. SILVA, C. M. L. F.; COSTA, F. A.; BORBA, G. L. A educação em Mudanças Climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Holos**, v. 4, p. 176-188, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.3950.
58. SUNG, J. Climate change education and education for sustainable development in the Republic of Korea: A status report. **Journal of education for sustainable development**, v. 9, n. 1, p. 78-89, 2015. DOI: 10.1177/0973408215569116.
59. TABUENCA, B.; KALZ, M.; LÖHR, A. Massive Open Online Education for Environmental Activism: The Worldwide Problem of Marine Litter. **Sustainability**, v. 11, n. 10, p. 2860, 2019. DOI: 10.3390/su11102860.
60. TEIJÓN, P. H.; SÁNCHEZ, S. A.; SEVILLA, M. I. A.; BALLEGEER, A. M.; FERNÁNDEZ, D. C.; MARTÍN, M. L. D.; MÉNDEZ, C. R. A MOOC on the Science of Climate Change for primary and secondary teachers in Spanish. In: **Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**. 2018. p. 525-529. DOI: 10.1145/3284179.3284268.
61. TRAJBER, R.; MOCHIZUKI, Y. Climate change education for sustainability in Brazil: A status report. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 9, n. 1, p. 44-61, 2015. DOI: 10.1177/0973408215569113.
62. TYPHINA, E. Designing eco-apps to engage adult learners. In: **2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)**. IEEE, 2015. p. 83-87. DOI: 10.1109/IMCTL.2015.7359560.

63. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Getting climate ready: a guide for schools on climate action and the whole-school approach.** UNESCO Publishing, Paris, 2016. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246740/PDF/246740eng.pdf.multi>.
64. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Mudança climática em sala de aula: curso da UNESCO para professores secundários (fundamental II e ensino médio) sobre educação em mudança climática e desenvolvimento sustentável (EMCDS)** / David Selby e Fumiyo Kagawa. Brasília: UNESCO, 2014. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229737/PDF/229737por.pdf.multi>.
65. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Tblisi Conference Recommendations.** Connect, v. 3, n. 1, 1978. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763/PDF/032763engo.pdf.multi>.
66. VISINTAINER, T.; LINN, M. Sixth-grade students' progress in understanding the mechanisms of global climate change. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, n. 2-3, p. 287-310, 2015. DOI: 10.1007/s10956-014-9538-0.
67. WYRWA, A. Climate change mitigation game. In: **2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).** IEEE, 2018. p. 21-25. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363203.
68. YAMAZAKI, S.; MORIMOTO, T.; FUTAWATARI, T.; NOGAMI, A.; JIROMARU, T.; IWANO, M. Application of Workshop-Based Instruction to Guide Project-Based Research Learning on Environmental Problems. In: **2014 IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics.** IEEE, 2014. p. 54-58. DOI: 10.1109/IIAI-AAI.2014.22.

“ O surdo e a perspectiva da educação ambiental

▮ Izadora Silveira **Fernandes**

▮ Marcus Andrade **Covre**

RESUMO

Este trabalho apresenta discussões e estratégias no que tange a educação ambiental de vertente transformadora e tem como objetivo avaliar a percepção ambiental de surdos de diferentes faixas etárias, enquadrar as respectivas visões de acordo com as categorias pré-estabelecidas por Sauv e e propiciar a reflexão dos surdos acerca do meio ambiente. A pesquisa possui relevância social por perpetuar integra o e relevância acadêmica por tratar de um tema pouco recorrente em licenciaturas de ciências biológicas. A pesquisa   de natureza básica, de caráter descritivo, qualitativa e a sele o   não-probabilística, incluindo 20 surdos. Os dados foram coletados através de uma entrevista semiestruturada para os surdos não alfabetizados em Português e para alfabetizados, foi aplicado um questionário na plataforma do *Google Forms*, ambos contendo nove perguntas. O contato foi dificultado pela m  difusão da LIBRAS e percebe-se que os indivíduos têm grande admira o pela natureza. Portanto, percebe-se a necessidade de políticas públicas eficazes, além da inclusão em debates que perpetuem a educa o ambiental.

Palavras-chave: Educa o Ambiental, Surdez, Inclusão Social.

INTRODUÇÃO

A educação especial é amplamente discutida no contexto atual, englobando assuntos como legislação ou inclusão social. A lei prevê a integração de alunos com deficiência no ensino regular, por isso esse é um processo de parceria com a escola. No que se refere aos surdos, esta questão está diretamente ligada à presença de um intérprete em sala de aula (OLIVEIRA, 2011). Para que exista um respaldo para os mesmos há a Política Nacional de Educação para Todos, que determina o atendimento especializado e está intensamente ligada a ações sociais e pedagógicas para o exercício da cidadania (HONORA, 2015).

Para que esta integração seja efetivada é necessário que o acesso seja garantido ao indivíduo com deficiência e isto envolve a permanência do aluno no ambiente escolar e sucesso no processo de ensino e aprendizagem, respeitando a particularidade dos sujeitos. Com foco no público surdo, isso implica o reconhecimento da comunidade surda como um grupo político de perspectiva sócio antropológica que luta pelo reconhecimento das diferenças culturais e históricas surdas, onde seus integrantes discutem acerca de experiências e especificidades (HONORA, 2015), além da admissão no ensino regular, garantida pela Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996).

O conhecimento é fruto da ação histórica e sociológica, pela qual, a cultura é transmitida ao longo dos séculos. Neste contexto, as narrativas surdas são cheias de exclusão, opressão e estereótipos (PERLIN, 2002). Amorin, Costa e Walker (2015) ressaltam que a educação inclusiva é base para a formação do sujeito surdo e deve ser reconhecida como direito de todo cidadão. Wrigley (1996) propõe a hipótese de que a surdez tem maior viés epistemológico, por isso deve-se refletir acerca desta considerando uma reflexão política e ideológica.

No cunho da educação ambiental (EA), a inclusão é importante para compartilhar vivências e gerar discussões. O sujeito ouvinte tem a percepção diferente do surdo, pois a privação de um dos sentidos influencia na percepção ambiental ao fazer com que a atenção esteja voltada para a visão, o que faz deste indivíduo um ser mais detalhista em termos gerais. Por isso deve-se sensibilizar todo e qualquer tipo de aluno para este fim (SILVA; ARRUDA, 2004).

Neste contexto, Gomes (2006) resalta que a sociedade não se resignou por completo a visão antropocentrista, que cria o entendimento que as pessoas utilizam a natureza para atender somente as suas necessidades. Jacobi (2003) afirma que a consciência ambiental deve funcionar como fator transformador. Sendo assim, é necessário haver mudanças na maneira de agir, fator que impacta no cotidiano. Dessa forma, a EA colabora para a construção de uma postura ética.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a percepção ambiental de surdos de diferentes faixas etárias. Além disso, a pesquisa busca enquadrar as respectivas visões de acordo nas categorias pré-estabelecidas e ressaltar fatores importantes para a construção da comunidade

surda atual. Sendo assim, o tema tem o intuito de promover inclusão através da EA, além de facilitar a compreensão acerca da visão que o surdo tem do meio ambiente ao ser privado de um dos cinco sentidos. Possuindo relevância social por perpetuar integração e relevância acadêmica por tratar de um tema pouco recorrente: surdez com enfoque na EA, colaborando para aprofundamento teórico.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza básica, de caráter descritivo e de cunho qualitativo. A seleção é não-probabilística, incluindo 20 surdos dos municípios de Cariacica, Colatina, Guarapari, Viana, Vitória e Serra no Espírito Santo. Além de turistas vindos de Teixeira de Freitas/BA e Muriaé/MG. A amostra engloba indivíduos de 17 a 64 anos e a escolaridade é variada.

Os dados foram coletados através de uma entrevista semiestruturada (Apêndice A) com a ajuda de um intérprete para os surdos alfabetizados apenas em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), totalizando 8 indivíduos. Com estes houve um contato próximo em locais como escolas, ambientes de trabalho como supermercados e até em sua residência, conforme a preferência do entrevistado. A entrevista contém nove perguntas, discursivas e objetivas, que abordam a opinião dos participantes sobre o meio ambiente. Já para os surdos alfabetizados em Português, foi utilizado o questionário, com as nove perguntas citadas anteriormente, na plataforma do *Google Forms* para facilitar a comunicação.

O debate foi fundamentado na questão: o que é o meio ambiente para você? Enquadrando as respostas de acordo com as categorias de Sauv  (2005), que conceitua o meio ambiente em natureza, recurso, problema, sistema, lugar em que se vive, biosfera e projeto comunitário. Entretanto, a pergunta foi realizada de forma discursiva, o que trouxe diversos pontos de vista sobre o assunto. A classifica o em categorias foi realizada posteriormente pelos pesquisadores.

Foi feita uma análise e interpreta o dos dados para avaliar se estes corroboram ou refutam a hipótese citada anteriormente que denota a influência da intera o social como mecanismo de ensino-aprendizagem da EA e elaborados gráficos que incluem o perfil do indivíduo e sua percep o ambiental, sendo que o debate   fundamentado nas categorias pré- estabelecidas.

Com base no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a pesquisa ou coleta de dados foi feita de modo que todas as etapas observadas colaboram para a manifesta o aut noma, consciente, livre e esclarecida. Este termo foi enviado por e-mail, ou entregue uma cópia para os participantes presenciais, de modo que o entrevistado esteja ciente destas coloca es.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Daroque (2011) afirma que a inclusão dos alunos surdos depende de planejar e pensar em alternativas para a escolarização básica, atuando na dificuldade de comunicação encontrada pelo sujeito surdo. Já Bisol (2010), expõe que alguns ouvintes desconhecem as particularidades da surdez e por isso não veem a língua de sinais como algo relevante.

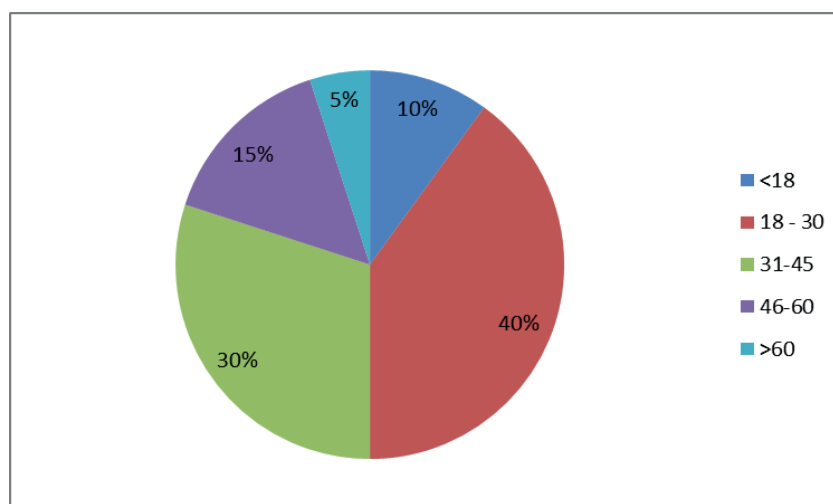
PERFIL DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Pela má difusão da LIBRAS houve dificuldade para compor a amostra, pois os indivíduos não compreendem o Português e os conceitos acerca da biologia. Ao ser sugerido um encontro com a colaboração de um intérprete muitos foram resistentes, o que justifica o tamanho reduzido da amostra (20 surdos). Além disso, muitos surdos, mesmo alfabetizados, optaram por não responder o questionário. Sendo assim, percebe-se resistência no contato surdo-ouvinte. Ainda, ao procurar surdos em Universidades do Espírito Santo ficou evidente o baixo índice de indivíduos em universidades/faculdades privadas, o que possivelmente está correlacionado ao alto índice de evasão escolar destes indivíduos.

Houve um contato mais próximo com os surdos alfabetizados apenas em LIBRAS (8 indivíduos) que aceitaram participar da pesquisa, pois houve um encontro para a realização da entrevista com a ajuda de um intérprete. Eles não compreendem a gramática da Língua Portuguesa, por isso seriam uma amostra inviável via internet.

Schiavon (2012) afirma que a proficiência em LIBRAS e a aceitação da diversidade, são importantes para a melhora da aprendizagem. Neste contexto, Silva C., Silva D. e Silva R. (2014) relatam que existe uma mínima interação entre alunos surdos e professores que não utilizam a LIBRAS, o que acarreta em dificuldades no ambiente acadêmico, muitas vezes ocasionando a evasão escolar.

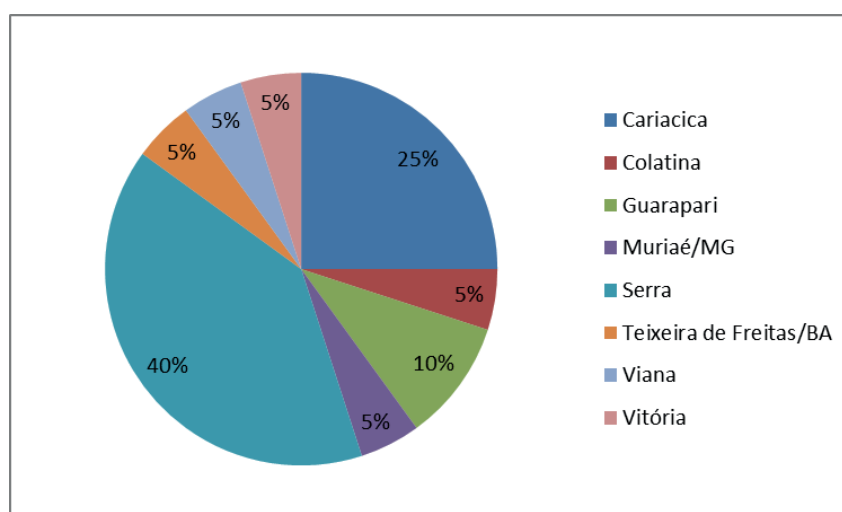
Figura 1. Idades dos participantes da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

A maioria dos surdos tem entre 18 e 30 anos (Figura 1), pois a procura foi efetivada em locais de trabalho e a parte que colaborou para a realização da pesquisa pela internet são surdos alfabetizados em LIBRAS e Português. Pela primeira língua destes participantes ser a LIBRAS, o domínio da Língua Portuguesa geralmente ocorre dentro desta faixa etária. Já os 5% que são menores de idade, são estudantes da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ana Lopes Balestrero, localizada em Flexal II em Cariacica/ES onde estão em processo de alfabetização LIBRAS/Português. Já na análise realizada por Filho e colaboradores (2014) a faixa etária predominante é abaixo dos 18 anos, pois além de avaliar surdos e ouvintes, a pesquisa foi desenvolvida com alunos de primeiro ano de uma escola de ensino médio.

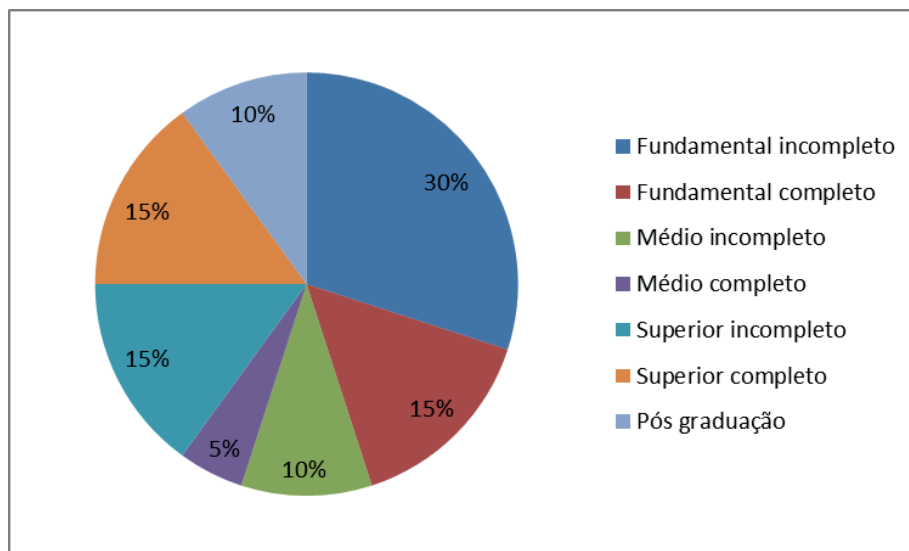
Figura 2. Municípios de residência dos participantes da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Mais surdos foram encontrados nos municípios de Serra e Cariacica (Figura 2), respectivamente, pois foram nestes locais onde aconteceram os encontros com os surdos não alfabetizados em Português, totalizando 8 surdos, representando 40% da amostra.

Figura 3. Escolaridade dos participantes da pesquisa.

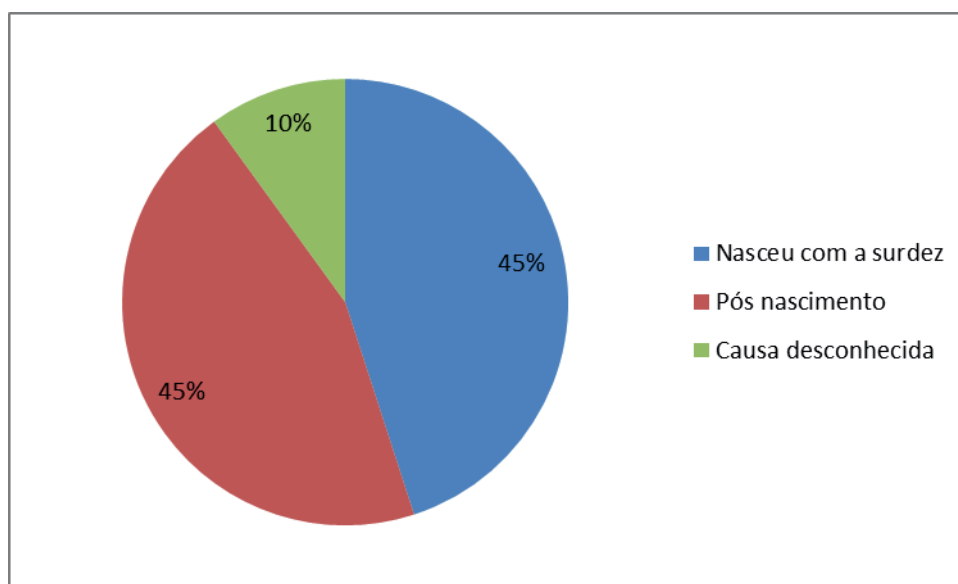


Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que a amostra apresenta um alto índice de maiores de idade com fundamental incompleto (Figura 3), demonstrando alto índice de evasão escolar. Para Silva Filho et al. (2007) a evasão escolar é um problema que prejudica os resultados dos sistemas educacionais. Segundo o autor, esta atitude gera a perda de recursos investidos no setor público e no setor privado gera a perda monetária. Segundo os participantes, isso se deve a falta de inclusão, principalmente em décadas passadas.

Oliveira (2009) salienta que a educação é um direito social e um dever do Estado. No que tange os alunos com deficiência, a pesquisa realizada pelo Censo da Educação Superior, de 2009 a 2015, demonstra que a participação dos alunos com deficiência atingiu de 0,8% para 1,9%, enquanto a evasão compreende 55% (INEP, 2015). Ansay (2010) destaca que o universitário surdo lidou com diversas limitações desde sua escolarização. Por isso, Moura (2016) recomenda que a escola de ensino médio oriente o aluno a respeito do contexto universitário e fatores que colaboram para o acesso ao ensino superior.

Figura 4. Origem da surdez



Fonte: Elaboração própria.

Existem os surdos de nascença e os que possuem deficiências associadas, o que segundo Telford e Sawrey (1976), faz com que existam problemas associados à aprendizagem e adaptação ao meio. A ausência dessas percepções sensoriais faz com que o indivíduo não consiga prever o que acontecerá ao seu redor e a exploração do ambiente é menor.

Os indivíduos que relatam surdez por causa desconhecida (Figura 4) afirmam que há possibilidade de ter sido adquirida por doenças associadas na infância ou ressaltam diagnóstico tardio ao não desenvolver a habilidade da fala. Rocha (2009) destaca que o momento de desenvolvimento da surdez, pode ser um agravante quando relacionado a fatores sociais e cognitivos, já que processos como aprendizado de leitura e escrita seriam mais lentos caso fosse precoce. Por este motivo, é necessário acompanhamento constante de profissionais como fonoaudiólogo, psicopedagogo e psicólogo, além do intérprete garantido por lei. Destaca-se ainda a existência de indivíduos que se tornaram surdos tardiamente, por isso, em geral, dominam o Português comunicando-se com facilidade em mídias sociais.

É importante destacar que apesar do estereótipo do “surdo-mudo” muitos destes indivíduos são oralizados, comunicando-se mais facilmente com os ouvintes. Na antiguidade, Aristóteles afirmava que os surdos eram mudos e esta afirmação perpetuou por um longo tempo (ROCHA, 2009). Carvalho (2007) afirma que a linguagem pode ser gestual, corporal, escrita ou oral. Neste sentido, nem todos os indivíduos entrevistados são totalmente surdos, contudo, a maior parte deles utiliza a LIBRAS para a comunicação e uma parte mínima é oralizada, o que segundo eles decorre do descaso dos ouvintes quanto a sua cultura e condição.

A surdez pré-verbal é quando a criança desenvolve a deficiência antes do desenvolvimento da fala, fazendo com que o desenvolvimento do indivíduo seja mais lento, principalmente em decorrência do diagnóstico tardio, por este motivo os surdos eram designados

surdos-mudos (ROCHA, 2009). Esta é uma antiga denominação imposta ao surdo, entretanto, a mudez não possui relação com a surdez, pois, no geral, eles possuem o aparelho de fonação devidamente formado, por isso o aprendizado da fala é possível, ainda que seja um processo lento (VIEIRA-MACHADO, 2010).

Quadros (1997) afirma que o oralismo desconsiderou a língua e cultura surda e de modo geral, não ocasionou benefícios, pois a leitura labial não foi totalmente funcional e a grande maioria dos surdos emitia sons incompreensíveis aos ouvintes, pois o desenvolvimento da fala é tido a partir da repetição com base na audição. Por este motivo, a comunidade surda, em geral, tende a não utilizar formas orais. Dentre a amostra pesquisada, apenas 15% são oralizados.

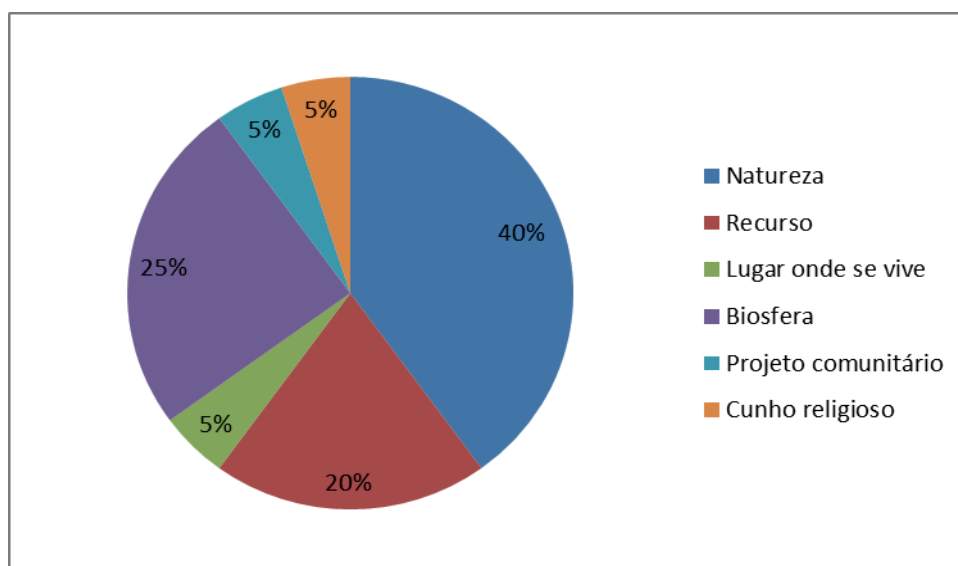
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO SURDA PESQUISADA

A percepção ambiental do público surdo foi avaliada de acordo com o enquadramento das respostas dos entrevistados entre as categorias apresentadas por Sauv  (2005), são elas: natureza, recurso, problema, sistema, lugar em que se vive, biosfera e projeto comunitário.

A categoria natureza se refere ao ambiente como um local inviolável, já na perspectiva de recurso, o meio ambiente serve para o bem-estar humano, como problema percebe-se o apreço pela transforma o que origina o déficit de recursos. O sistema   a jun o de vários conceitos como natureza e lugar onde se vive, já o lugar onde se vive inclui nossa casa e os locais que frequentamos e o meio ambiente enquanto biosfera   a correla o entre os seres vivos, a rela o homem-natureza em si. O ambiente como projeto comunitário, por sua vez, conceitua a necessidade de apoio da comunidade para resolver as questões ambientais (SAUVÉ, 2005).

Velasco (1999) afirma que a EA deve ressaltar a concep o socioambiental, contribuindo para a forma o do senso crítico do indivíduo e Sauv  (2005) corrobora ao destacar que a EA colabora para o desenvolvimento social do sujeito para que haja a promo o do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, Reigota (2012) entende que a EA leva em conta valores sociais, políticos, culturais e econômicos acerca da rela o homem-natureza.

Figura 5. O meio ambiente e as categorias de Sauv .



Fonte: Elabora o própria.

Esta questão foi utilizada como critério para enquadramento nas categorias de Sauv  (2005). Este debate   fundamentado na primeira questão com foco na percep o ambiental: "O que   meio ambiente para você?" (Figura 5), contando com as demais respostas para embasar a discussão.

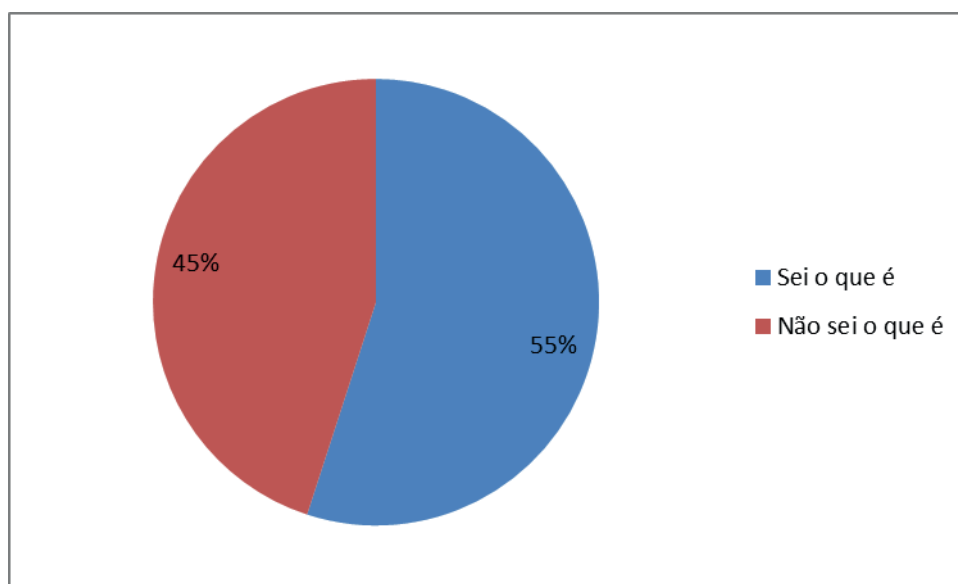
A contemporaneidade nos proporciona diversos avanços tecnológicos, entretanto, em decorrência destes existem também impactos que aumentaram o consumo de bens naturais (LEFF, 1999). De acordo com Tuan (1980), a rela o entre o homem e a natureza   subjetiva, ou seja, a percep o varia entre os sujeitos. O autor destaca ainda que a cultura onde o indivíduo está inserido influencia a visão do mesmo.

Neste sentido, a pesquisa mostra o entendimento entre o surdo e o meio ambiente, pois 40% da amostra classificou o ambiente como natureza, dando ênfase aos animais e   necessidade de preserva o. Destaca-se ainda que foi atribuída uma nova categoria com base nas respostas obtidas, parte da amostra classificou o meio ambiente como cria o de um ser divino ou de cunho religioso.

Segundo S nches (2008), o impacto ambiental existe em decorrência da aço antrópica envolvendo supressão, inser o de elementos e sobrecarga do meio. Neste sentido, os entrevistados entraram em consenso acerca dos problemas que ameaçam o meio ambiente, são eles: desmatamento, polui o e descarte indevido de lixo.

Na pesquisa desenvolvida por Filho e colaboradores (2014) 45% dos alunos surdos afirmam que o meio ambiente está ligado a diversos problemas gerados por força antrópica. Corroborando a visão catastrófica demonstrada pelos entrevistados desta pesquisa.

Figura 6. Conhecimento sobre APA.



Fonte: Elaboração própria.

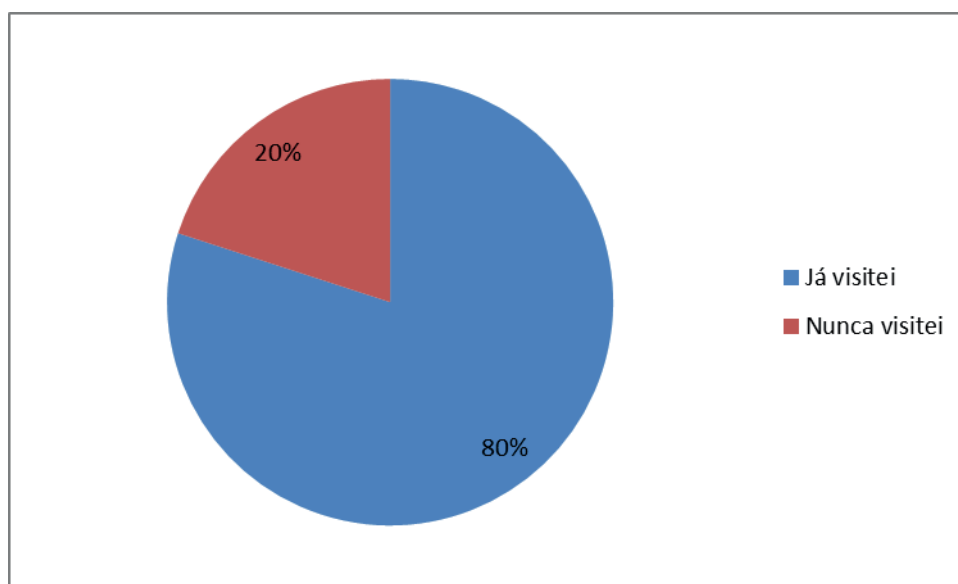
Apesar dessa grande interação com o meio ambiente, percebe-se que ainda há uma parcela significativa de surdos que não compreende o que é uma APA¹ (Figura 6), mesmo destacando o quão importante é o zelo pelo mesmo. Atribui-se este desconhecimento ao fato de os surdos, em geral, estarem em processo de alfabetização em Português, desconhecendo termos e debates com foco em EA. É importante destacar que muitas nomenclaturas biológicas não possuem um sinal pré-determinado, o que destaca a importância do trabalho do intérprete para o aprendizado ao criar sinais em conjunto com o aluno. Por terem passado por este processo, os universitários e pós-graduados demonstraram domínio perante o tema.

Entretanto, ao fomentar o debate junto aos surdos em alfabetização na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ana Lopes Balestrero, percebe que estes já visitaram estes locais mesmo sem ter conhecimento do significado de APA, ressaltando a necessidade de discussão acerca da EA e seus termos e a diferença na interpretação do Português para LIBRAS.

Na pesquisa realizada por Souza (2014) com alunos ouvintes do ensino fundamental, ao serem interrogados acerca do conhecimento sobre áreas de preservação ambiental percebe-se que 89,5%, dentre uma amostra de 34 alunos, não sabe o que é APA, o que vai de encontro às respostas obtidas através das respostas dos alunos surdos.

¹ 3 Áreas de Proteção Ambiental (APA) são áreas protegidas pela legislação brasileira que tem como objetivo proteger a diversidade ambiental assegurando o uso sustentável dos recursos naturais (LEITE, 2015).

Figura 7. Frequência de visitas à APA.



Fonte: Elaboração própria.

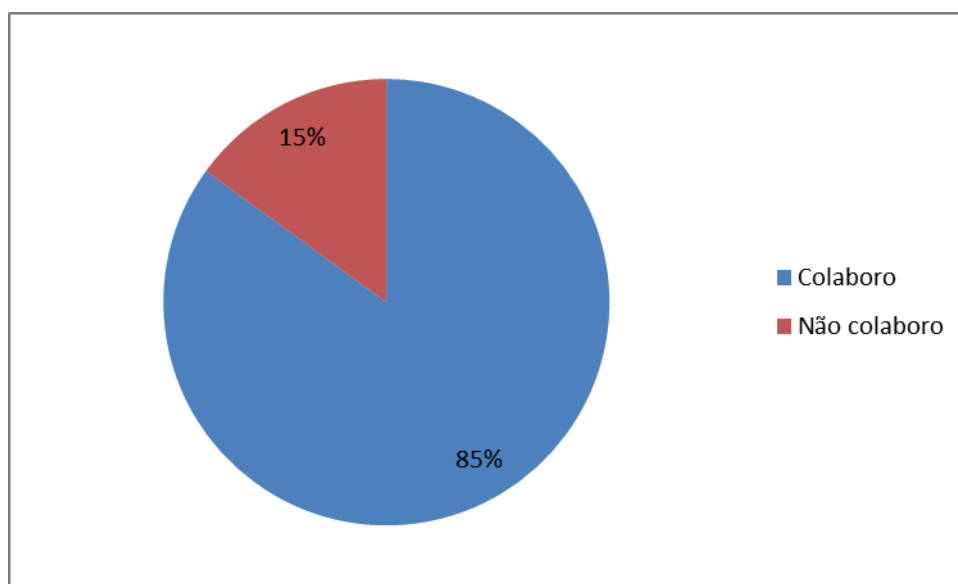
Percebe-se que 80% dos entrevistados, após a explicação do que é uma APA, já visitaram estes locais (Figura 7). Dentre as citadas encontram-se o Parque Botânico da Vale localizado em Jardim Camburi, Vitória/ES e o Parque Estadual Paulo César Vinha situado em Setiba, Guarapari/ES. Apenas 20% dos entrevistados não visitaram estes lugares. Ainda no contexto, 55% da amostra não sabe se existe alguma APA em seu município, 45% sabem responder esta questão.

Já ao analisar a pesquisa realizada por Souza (2014) com alunos ouvintes do ensino fundamental, percebe-se que 52,6% dos entrevistados, dentre uma amostra de 34 alunos, responderam que sabem se o local onde vivem possui APA e 47,4% não sabem. O quantitativo de respostas é semelhante à amostra deste trabalho, destacando a importância deste conhecimento para a promoção da EA.

Neste sentido, existe a necessidade de políticas ligadas à EA para ambos os públicos, pois apesar de ser regulamentada em lei, esta não é amplamente explorada. No que tange o público com deficiência, em específico os surdos, ainda há a questão da acessibilidade, o que pode dificultar a divulgação científica e a promoção da sustentabilidade realizada nestes locais.

É importante notar que estes indivíduos admiram a beleza, a fauna e a flora abundante presentes nestes locais, além de afirmar que os mesmos são importantes para a manutenção do ecossistema. Por isso, é unânime a afirmação de que o desmatamento prejudica o meio ambiente e a sociedade em que nele vive. Ademais, as queimadas e administração de agrotóxicos são apontados como problemas, mostrando que existe a preocupação com os animais e o habitat em que vivem. Um dos entrevistados destaca que: “Devemos cuidar na natureza. É o “lar” dos animais, é onde eles vivem, e nós precisamos do ar para respirar”.

Figura 8. Colaboração para com o meio ambiente.



Fonte: Elaboração própria.

Apenas 15% dos entrevistados afirmam que não colaboram de maneira alguma para a preservação do meio ambiente (Figura 8), dentre esta parcela um indivíduo entende que esta questão deve ser avaliada do ponto de vista de projeto comunitário, ressaltando que sem a colaboração mútua não há progresso. 85% dos entrevistados relatam que separam o lixo, armazenam gordura para a fabricação de sabão, realizam o descarte correto do lixo, separação do mesmo para coleta seletiva e economizam água. Além disso, plantam árvores ou utilizam produtos veganos, demonstrando preocupação com a sociedade, os animais e seus respectivos nichos. Apenas um indivíduo afirmou com veemência que não colabora de maneira alguma para a preservação e um aluno do ensino fundamental relatou que é difícil preservar sem atuar em conjunto.

Percebe-se que o desenvolvimento sustentável tem como objetivo a produção e melhor distribuição de riquezas, o que impacta na qualidade de vida da população e no meio ambiente em geral (PELICIONI, 2002). Neste contexto, o artigo 225 da Constituição Federal denota que todos têm o dever de preservar o meio ambiente, pois é um bem coletivo (BRASIL, 1988). Para exercer este dever deve-se evitar o desperdício de recursos, reduzir, reutilizar e reaproveitar.

É importante destacar que a pesquisa acerca da percepção ambiental de alunos ouvintes realizada por Souza (2014) mostra que 94,7% dos alunos, dentre uma amostra de 34 entrevistados, mostraram cuidado para com o meio ambiente através de ações como: banhos rápidos e utilização consciente de energia elétrica e apenas 5,3% respondeu não colaborar de modo algum, ressaltando o impacto de pequenas ações no dia-a-dia. Palma, Alves e Silva (2013) discutem que muitas vezes o tema sustentabilidade é desenvolvido de

forma individual, e a falta de harmonia entre as diversas visões acerca do assunto impedem a prática de ações conjuntas.

As principais questões levantadas ao serem perguntados sobre o que mudariam no meio em que vivem são: enchentes geradas pelo acúmulo de lixo, paisagens altamente modificadas pelo homem e a caça, ou seja, ações antrópicas em geral.

Portanto, percebe-se a preocupação destes indivíduos com a natureza e seu grande interesse no campo da biologia em geral, entretanto muitos relatam dificuldade no entendimento de placas ou termos utilizados por ouvintes e ressaltam a importância de guias com proficiência em LIBRAS em APA. Desta forma, são necessárias estratégias que fomentem a EA de uma forma inclusiva além do ambiente escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A má difusão da LIBRAS prejudicou o contato com os surdos, influenciando no tamanho da amostra, além de estar ligada ao desconhecimento de termos ligados à biologia. As respostas obtidas foram objetivas, pois os indivíduos não estão familiarizados com a Língua Portuguesa. Além disso, as percepções acerca do ambiente são influenciadas pela cultura e as consequências das mesmas refletem no meio ambiente. Sendo assim, a EA é importante por colaborar para mudanças de valores e atitudes.

A partir dos dados levantados percebe-se que os surdos são intensamente ligados à natureza e entendem os motivos para a preservação da mesma. A reflexão acerca da EA foi fomentada, de maneira que os participantes da pesquisa percebessem que já possuíam certo conhecimento sobre o tema. Durante a execução da pesquisa foi possível entrevistar tanto o público surdo alfabetizado na língua portuguesa e em LIBRAS, quanto os surdos apenas alfabetizados em LIBRAS.

A evasão escolar influenciou na dificuldade de comunicação com estes sujeitos, pois muitos se encontram em processo de alfabetização no Português ou não tem acesso à educação bilíngue. Existe ainda a questão de que alguns surdos não são receptivos aos ouvintes já que não tem este contato de forma frequente.

Apesar de grande parte da amostra não ter conhecimento de termos ligados à ecologia, como APA, os indivíduos têm interesse em visitar ou retornar a estes locais. Assim, pode-se utilizar diversas estratégias didáticas para a promoção da EA, pois este público carece deste tipo de ação pela falta de acessibilidade relacionada a linguagem. Dentre estas táticas encontram-se as visitas às APA, fator que influenciou o apreço dos entrevistados pela natureza, discussões acerca da degradação do meio ambiente e aulas práticas em locais abertos.

Existe também a possibilidade da criação de um aplicativo interativo para facilitar o aprendizado em Áreas de Proteção Ambiental. Este método traria explicações em LIBRAS

acerca do objeto detectado através da câmera do celular. Sendo assim a EA e a inclusão seriam efetivadas através do entendimento facilitado pela tecnologia.

■ REFERÊNCIAS

1. AMORIN, M.; COSTA, S; WALKER, M. **A inclusão do aluno surdo na rede regular de ensino**. 2015. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em pedagogia) - Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal do Acre, Acre, 2015.
2. ANSAY, N. N. A Inclusão de Alunos Surdos no Ensino Superior. **Revista do Núcleo de Estudos e Pesquisas Interdisciplinares em Musicoterapia**, Curitiba v.1, p. 1-141, 2010. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZclwZI-pBPgJ:periodicos.unespar.edu.br/index.php/incantare/article/download/174/175+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>> Acesso em: 12 de maio de 2019.
3. BISOL, C. A. et al. Estudantes surdos no ensino superior: reflexões sobre a inclusão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 139, p. 147-172, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-15742010000100008&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 12 de maio de 2019.
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 1998. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. Brasília, 3560p.
5. _____. Constituição (1988). **Lei nº 9.394/96** de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Secretaria de educação e cultura: SEC/João Pessoa- PB, 1996. p.7-43
6. CARVALHO, P. V. **História dos Surdos no Mundo**, Lisboa, editora Surd'Universo, 2007.
7. DAROQUE, S. C. **Alunos Surdos no Ensino Superior**: uma discussão necessária. 2011. 92f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba. 2011. Disponível em: <https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/03062013_143934_samantha.pdf> Acesso em: 12 de maio de 2019.
8. FILHO, H. O. M; SEVERIANO, J. S; AZEVEDO, S. B; RODRIGUES, A. A. Percepção Ambiental de alunos das “Salas de Inclusão” na escola Liceu Paraibano, João Pessoa – PB, no contexto do paradigma da educação inclusiva. **Monografias Ambientais**. Paraíba, v. 14, N. 2, p. 3255 – 3264, 2014.
9. GOMES, D. V. Educação para o consumo ético e sustentável. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande do Sul, v.16, p.18-31 jan./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edições/vol16/art02v16.pdf>>. Acesso em: 10 de março de 2019.
10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo da Educação Superior**, 2015. Disponível em: <http://sistemascensosuperior.inep.gov.br/censosuperior_2017> Acesso em: 12 de maio de 2019.
11. JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**. n. 118, p 189-206, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>> Acesso em: 10 de março de 2019.

12. LEFF, E. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. In: REIGOTA, M. (org.). **Verde Cotidiano: o meio ambiente em discussão**. Rio de Janeiro, DP&A Editora, 1999.
13. LEITE, O. **A Recepção Do Modelo De Áreas De Proteção Ambiental (APA) No Direito Brasileiro (The Reception of the Concept of Environmental Protection Areas (APA) in Brazilian Law)**, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2015.
14. MOURA, A. F. **Acesso ao ensino superior: a experiência do aluno surdo no ensino médio**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, Bauru, 2016. Disponível em: <http://projetoedes.org/wp/wp-content/uploads/moura_af_me_bauru.pdf> Acesso em: 12 de maio de 2019.
15. OLIVEIRA, R. P. A. transformação da educação em mercadoria no Brasil. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 30, n. 108, p. 739-760, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v30n108/a0630108.pdf>> Acesso em: 12 de maio de 2019.
16. OLIVEIRA, M. F. N. **Alfabetização da criança surda no Ensino Fundamental numa perspectiva bilíngue**. 2011. 46 f. Monografia. Especialização (Especialização em Desenvolvimento Humano). Universidade Aberta do Brasil. Brasília, 2011.
17. PALMA, L.C; ALVES, N. B; SILVA, T. N. Educação para a sustentabilidade: a construção de caminhos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). **Revista de Administração Mackenzie**, v. 14, n. 3, p. 83-118, jun. São Paulo, 2013.
18. PELICIONI, M. C. F; PHILIPPI JR., A. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Coleção ambiental Manole, 2005.
19. PERLIN, Gladis. **As Diferentes Identidades Surdas**. Revista da FENEIS (Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos) Ano IV, n. 14. Rio de Janeiro: 2002.
20. QUADROS, R. M. **Educação de Surdos: A aquisição da linguagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
21. REIGOTA, M. **A floresta e a escola: por uma educação ambiental pós moderna**. São Paulo: Cortez, 2002.
22. ROCHA, S. M. **Antíteses, díades, dicotomias no jogo entre memória e apagamento presentes nas narrativas da história da educação de surdos: um olhar para o Instituto Nacional de Educação de Surdos (1856/1961)**. 2009. 163 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
23. SACKS, O. **Vendo vozes: uma viagem ao mundo dos surdos**. São Paulo: Cia das Letras, 1998.
24. SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**, São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
25. SCHIAVON, D. N. **Práticas pedagógicas com alunos surdos: sala de recursos e classe comum**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar), Programa de Pós Graduação em Educação Escolar - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90116/schiavon_dn_me_arafcl.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 12 de maio de 2019.
26. SILVA, A.P.M; ARRUDA, A. L. M. M. O Papel do Professor diante da Inclusão Escolar. **Revista Eletrônica Saberes da Educação**, v. 5, n. 1, 2014.

27. SILVA FILHO, R. L. L. et al. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v37n132/a0737132>> Acesso em: 12 de maio de 2019.
28. SILVA, C. M; SILVA, D. N. H; SILVA, R. C. Inclusão e processos de escolarização: narrativas de surdos sobre estratégias pedagógicas docentes. **Psicologia em estudo**, Maringá, v. 19, n. 2, p. 261-271, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pe/v19n2/09.pdf>> Acesso em: 12 de maio de 2019.
29. SOUZA, S.L. **Meio ambiente e sustentabilidade**: uma reflexão com alunos do ensino fundamental II. 2014. 34 f. Especialização (Especialização em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4503/1/MD_GAMUNI_2014_2_11.pdf> Acesso em: 12 de maio de 2019.
30. SUAVÉ, L. Educação ambiental: Possibilidade e limitações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.
31. TELFORD, C.W; SAWREY, J.M. **O indivíduo excepcional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 1976.
32. TUAN, Y. **Topofilia**: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1980.
33. VELASCO, S. L. Notas filosóficas sobre a pedagogia da educação ambiental. **Revista de Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 31-47, 1998.
34. VIEIRA-MACHADO, L. C. Educação de Surdos: Pensar uma política na prática. In: VICTOR, Sônia Lopes et. al (Org.). **Práticas bilíngues: caminhos possíveis na educação dos surdos** – Vitória, ES: GM, 2010.
35. WRIGLEY, O. **The politics of Deafness**. Washington: Gallaudet University Press, 1996.

“

Outorgas Superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, Pinheiros/ES

▮ Jonatha Liprandi **Jaques**
UFES

▮ André Luiz Nascentes **Coelho**
UFES

RESUMO

O aumento da demanda pelos recursos hídricos tem colaborado para um cenário de conflitos decorrentes do uso da água em diferentes espaços geográficos e que vêm crescendo gradualmente no Estado do Espírito Santo. A Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997 e a Lei Estadual do Espírito Santo 10.179/2014, constituiu a outorga nas condições de disponibilidades hídricas, pois fornece o limite máximo permissível, por prazo determinado para todos os usuários outorgados. Sendo assim, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar em detalhes os processos de outorgas e as denúncias de irregularidades relativas ao uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Domingos, localizada no município de Pinheiros – ES. Empregando como instrumento metodológico o uso de sistemas de informações geográficas (SIGs), com o propósito de identificar os processos de outorgas e as áreas de conflitos. Os resultados demonstraram que o uso de irrigação é predominante no número de outorgas. Consta-se a grande importância de um manejo sustentável para o uso de irrigação.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos, Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos, Disponibilidade Hídrica, Conflitos de Usos de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

Atualmente, inúmeros debates sobre o papel fundamental e estratégico do reconhecimento da água como fonte indispensável à vida vêm se tornando cada vez mais frequentes no mundo, vista como um bem social, cultural, ambiental e adotado de valor econômico necessário para a regulação, manutenção e equilíbrio do meio ambiente constituindo-se em fator chave para estruturar os ciclos biológicos, físicos e químicos para garantir o equilíbrio natural dos seres vivos (ROSS, 2006).

Não obstante, é um recurso escasso, sendo sua distribuição desigual e fragmentada nos espaços geográficos. O estudo realizado por Christopherson (2012) aponta que aproximadamente 2,78% da água são próprias para consumo. Entretanto, grande quantidade é utilizada de maneira ilegal, sendo a disponibilidade insuficiente em muitas regiões do mundo. Para tanto, há necessidade de gerenciar o recurso com racionalidade e responsabilidade, observando sempre os consumos impróprios, o que implica o monitoramento da capacidade natural de reposição e o reabastecimento de seus mananciais, garantindo assim a manutenção dos recursos hídricos.

Em virtude da essencialidade da água, Rebouças (2002) argumenta a importância e a relevância de diferenciar o papel conceitual de água e recurso hídrico. A água refere-se ao elemento natural que responde ao seu próprio ciclo natural, ou seja, desvinculado de qualquer materialização. E recurso hídrico considera a água como um bem adotado de valor econômico, passível de utilização de diversos usos. Essas múltiplas atribuições determinam dois pontos-chave: primeiro é um bem de valor econômico, obedecendo às leis de oferta e procura de um lado por outro, induzindo que haja uso racional, com legislação específica e atuação do poder público (ANA, 2015). O aumento crescente da demanda pelo uso dos recursos hídricos, conseqüentemente, pode conduzir os potenciais de conflitos entre usuários, levando à necessidade de obterem propostas de medidas de regulação e controle, como os instrumentos de gestão, principalmente a outorga de usos de recursos hídricos.

No Brasil, a primeira legislação efetiva sobre o instrumento de outorga surgiu pelo Decreto Lei nº 24.643, no ano de 1934, que ficou conhecida como o Código de Águas, em que o Art. 43, Capítulo IV destaca:

As águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa, no caso de utilidade pública e, não se verificando esta, de autorização administrativa, que será dispensada, todavia, na hipótese de derivação insignificante (BRASIL, 1934).

De acordo com esse critério, a implantação do instrumento de outorga tinha o objetivo bem definido para utilidades públicas necessárias ao desenvolvimento do país. Outorgava-se

ao usuário interessado a autorização administrativa, que poderia ser dispensada em situações de usos insignificantes.

Na década de 80, a outorga é retomada na legislação brasileira e começa a tomar corpo e proporções relevantes no cenário ambiental; com a promulgação da Constituição Federal da República de 1988, em seu artigo 21, no inciso XIX (BRASIL, 1988), compete à União, o “Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos definir critérios de outorga de direito de seu uso”.

Em 1997, marca um grande avanço na Política de Gestão Nacional de Recursos Hídricos, com a publicação da principal Lei 9.433/1997 referente ao uso de recurso hídrico no Brasil. Um ponto relevante nessa Lei refere-se à outorga na Seção III, no Art. 11, com a não utilização do termo de concessão e autorização, embora referida no Código de Águas. Esta Lei menciona o termo regime de outorga de direitos de usos de recursos hídricos, tendo como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos dos recursos hídricos e o efetivo exercício dos direitos de acesso, em princípio, mantendo um diálogo com o Código de Águas (BRASIL, 1997).

Paralelamente, no Estado do Espírito Santo o contexto da Política Nacional de Recursos Hídricos, foi criada a Lei Estadual nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998, atualizada pela Lei Estadual nº 10.179, de 18 de março de 2014, que dispõe a Gestão dos Recursos Hídricos.

Em 2005, a outorga foi regulamentada pela Resolução Normativa nº 005/05 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, de 07 de julho de 2005, e gerenciada pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, pela Instrução Normativa nº 019/05. Assim, a outorga foi o primeiro instrumento de gestão de recursos hídricos implantado no Estado do Espírito Santo.

A partir da regulamentação da outorga, faz-se necessário estabelecer procedimentos administrativos com base nos dados referentes à solicitação de outorga para cada tipo de uso de recursos hídricos. Tais medidas ficavam a cargo do IEMA, entretanto, a partir da Lei nº 10.143 de 16 de dezembro de 2013, a criação da Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH passou a executar a Política Estadual de Recurso Hídrico, conforme a Lei Estadual nº 10.179/2014.

A outorga é um instrumento de gestão de recursos hídricos imprescindível para instituir a sua legalidade, quando se refere à implantação, ampliação e modificação de qualquer utilização desenvolvida que capta água superficial ou subterrânea. Assim também, acontece com a operação de obras de infraestruturas que alteram a sua disponibilidade (MACHADO, 2014).

Compete a AGERH, conforme na Lei nº 10.143/2013, no seu inciso X, “implantar o Cadastro de Usuários dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, que dispõe da formalização do processo de outorga pelo requerente ou representante legal”. Essa formalização

deve ser apresentada por meio de formulários técnicos específicos, assinados pelo requerente ou terceiros por ele indicado; exige-se o comparecimento na sede da agência, localizada no município de Vitória; com a apresentação dos documentos obrigatórios para a formalização do processo de outorga, devendo constar: (I) requerimentos: outorga, renovação, alteração, transferência ou outorga preventiva e transformação de declaração de reserva de disponibilidade hídrica em outorga; (II) formulários de uso ou interferência em recursos hídricos e de finalidade(s) de uso de água; (III) Cópia do CPF e RG; (IV) declaração do CNRH – Cadastro Nacional de Recursos Hídricos; e (V) quando o requerente for pessoa jurídica, apresentar também o CNPJ e cópia da documentação que associa à empresa ou instituição.

Após formalizar o processo de solicitação de pedido de outorga, todas as informações técnicas solicitadas serão avaliadas, isto é, analisando as possíveis irregularidades ou insuficiências de dados e informações. Ocorrendo alguma falha de documentação, o requerente será informado a fim de que possa regularizar a situação documental (AGERH, 2016).

Atendidas todas as etapas exigidas, a solicitação é submetida a uma bateria de avaliações, sendo a primeira etapa a avaliação técnica, que consiste na verificação hidrológica da bacia e a disponibilidade hídrica do curso de água, através da vazão de captação solicitada pelo requerente, observando a vazão de referência, das demandas hídricas totais da montante e da jusante dos pontos de interferência (AGERH, 2016). A segunda etapa, tratada avaliação do empreendimento, que consiste na verificação do tipo e do porte da instalação e a terceira e última etapa, a documentação é enviada e o pedido passa para avaliação, segundo a legislação vigente seguida da publicação com o valor de vazão disponibilizado pela (AGERH, 2016).

A bacia hidrográfica do rio São Domingos foi escolhida por ser o reflexo de múltiplos usos de recursos hídricos repercutidos de conflitos, inclusive, em relação ao elevado número de pedidos de outorgas para atender diversos usos que incluem a irrigação e dessedentação animal, resultando em um cenário de degradação ambiental. Vale ainda ressaltar, que a região está inserida no Município de Pinheiros, e este incluído nas Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) e com limitação de disponibilidade hídrica, constituindo um ambiente com baixos índices pluviométricos, concentrados em poucos meses do ano, apresentando alta variabilidade espacial e temporal (IEMA, 2015).

OBJETIVO

Avaliar em detalhes os processos de outorgas e as denúncias de irregularidades relativas ao uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Domingos, empregando como instrumento metodológico o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) identificando e discutindo os processos de outorgas.

MÉTODOS

A primeira etapa desta pesquisa constitui no levantamento bibliográfico da área de interesse e legislações, no que tange às outorgas de uso de recursos hídricos, com base nos artigos de periódicos, dissertações, teses, livros, dados de instituições públicas oficiais, boletins e informações institucionais obtidas por meio eletrônico.

A segunda etapa tratou da delimitação da Bacia Hidrográfica do rio São Domingos, a partir da aquisição de planos de informações digitais junto ao Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2015) e pelo Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias (LCGGEO) do Departamento de Geografia (DGEO) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), além de dados disponibilizados pela AGERH (2015) que foram georreferenciados e espacializados com o software ArcGIS 10.4 com alguns planos de informações reprojitados, quando necessário, para o Datum SIRGAS-2000 Zona 24 Sul/Projeção UTM.

A terceira etapa consistiu no levantamento da Listagem das Outorgas de Direito de Usos de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo e na Bacia Hidrográfica do rio São Domingos, obtidas junto a Diretoria de Planejamento e Gestão Hídrica / no setor de Gerência de Regulação de Outorga da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2015) e no levantamento das denúncias relativas aos usos irregulares de recursos hídricos, obtidos pelo setor de fiscalização ambiental do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA, 2015).

Simultaneamente, investigou-se os processos de outorgas superficiais, entre outubro de 2005 até dezembro de 2014, com status concluído e publicado no diário oficial do Estado do Espírito Santo e das classificações das finalidades de usos e vazão de captação. Foram realizadas consultas disponíveis no acervo físico da AGERH, objetivando analisar os dados referentes à vazão outorgada (vazão de captação e vazão de referência de cada interferência).

A quarta etapa seguiu coma obtenção de informações de disponibilidade hídrica dos cursos d'água do estado, através da metodologia de regionalização de vazões determinadas, a partir dos cálculos que apontavam a vazão média de longo termo (Q_m) e a vazão associada a 90% de vazão mínima de permanência do tempo (Q_{90}). Quando se refere ao cálculo das vazões de permanência, a Agência Estadual de Recursos Hídricos utiliza o software SisCAH 1.0 que permite realizar diversas análises do comportamento hidrológico em seções específicas das diferentes bacias hidrográficas capixabas.

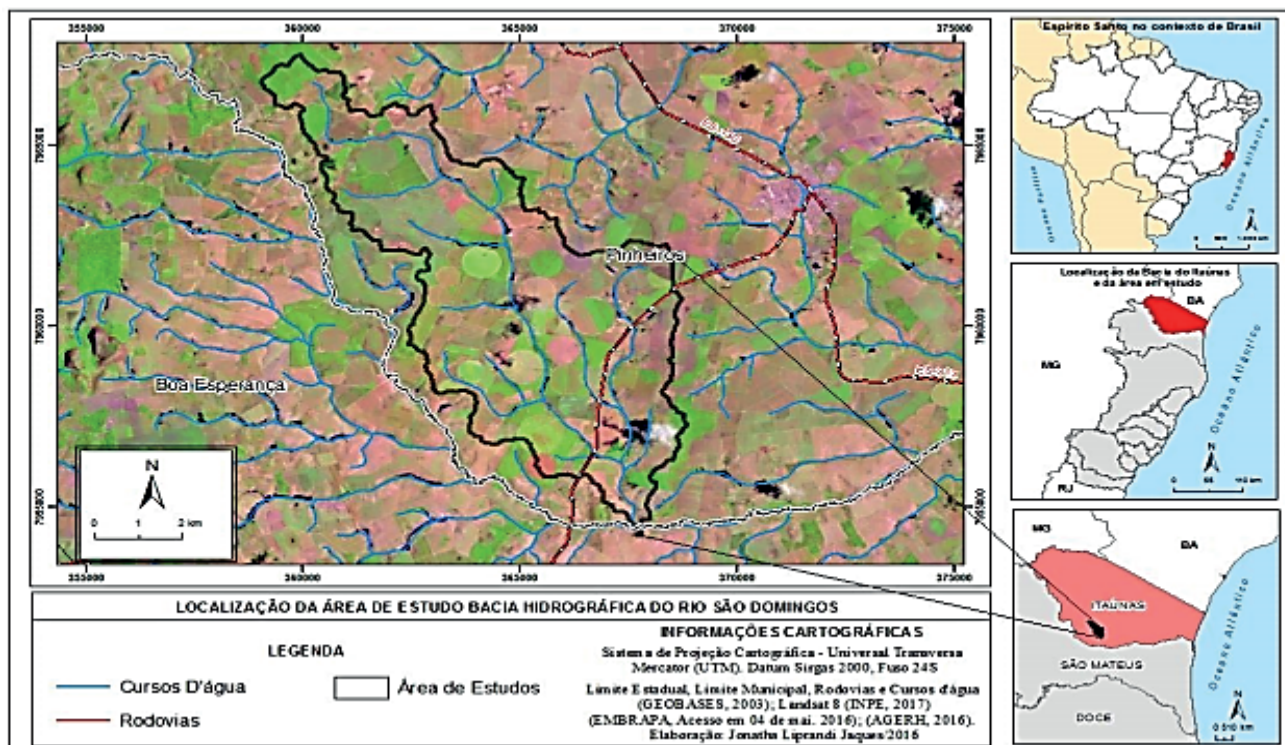
ÁREA DE ESTUDO

A bacia de drenagem do rio São Domingos, nasce na Fazenda Cresmasco e deságua na margem esquerda do rio Itauninhas, possuindo uma área de 50,65 km², totalmente

inserida na porção rural do Município de Pinheiros distante 286 km da capital do Estado, na macrorregião norte espíritosantense (Figura 1).

De acordo com a classificação de KÖPPEN, a área de estudo apresenta apenas um tipo climático que é o tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno - Aw, apresentado temperatura máxima média de 34°C e mínima de 30 °C. O período chuvoso se concentrando nos meses de outubro a janeiro, com média de 900 mm (INCAPER, 2016).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio São Domingos, Pinheiros/ES.



A maior parte do substrato geológico da área de estudo, apresenta superfície ocupada por sedimento do período Terciário, constituída pela unidade geológica do Grupo Barreiras, que se distribui na parte Norte e Sul da bacia (RADAMBRASIL, 1983). Esse pacote sedimentar é caracterizado por arenitos imaturos, conglomerados polímitico e camadas argilosas, areno-argilosas e argilas arroxeadas levemente arenosas com baixa consolidação. Próximo à área central e na parte nordeste da bacia encontra-se o substrato geológico Complexo Nova Venécia (RADAM BRASIL1983; SILVA et al. 1987).

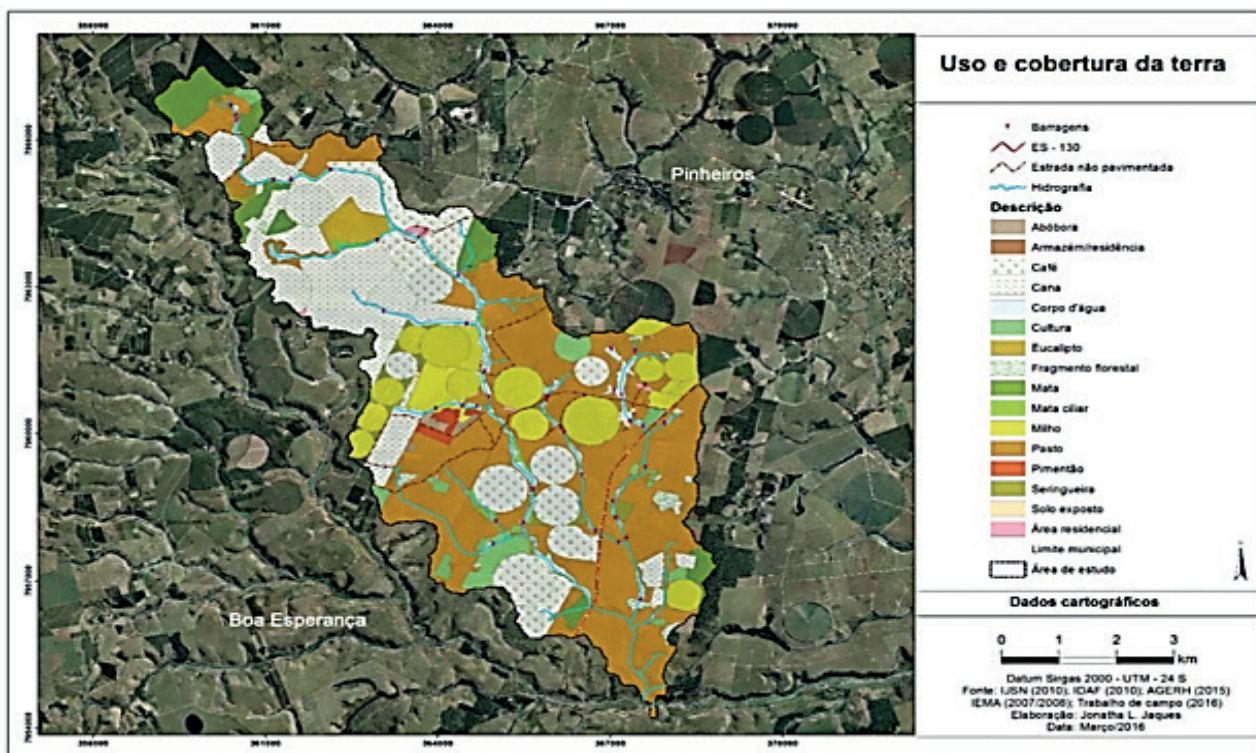
O relevo da bacia hidrográfica do rio São Domingos apresenta duas unidades geomorfológicas, os Tabuleiros Costeiros e o Complexo Nova Venécia (RADAMBRASIL, 1983). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA (2013); os tipos de solos predominantes na sub-bacia são: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho

Escuro Eutrófico, sob uma cobertura vegetal predominante de gramíneas com usos e cobertura da terra antropizados pelas atividades agropecuárias.

O Produto Interno Bruto – PIB de Pinheiros e da Bacia Hidrográfica do rio São Domingos é caracterizado pelo predomínio das atividades primárias com destaque para a agropecuária no município com cerca de 63,96% (IBGE, 2015). A pecuária desenvolvida na área de estudo é considerada uma das que apresenta maiores investimentos tecnológicos do estado nos últimos anos, destacando-se o rebanho de gado, com predominância das raças mestiças, Zebu para produção de leite, e Nelore, para produção de carne.

Sob a ótica da agricultura, as lavouras em destaque são as do café, da mandioca, do feijão, do milho, da fruticultura e do mamão. O café Conilon, por exemplo, ocupa uma posição de destaque, sendo que grande parte dos agricultores retira dessa produção sua principal fonte de renda (INCAPER, 2016). O mamão possui importância na região com o cultivo das espécies Formosa e Havaí, com média, segundo o INCAPER (2016), de 20 toneladas por hectare. A cana-de-açúcar é outro produto que sobressai na área de estudo, com mais de 4.000 ha de área cultivada, sendo sua produção voltada às destilarias de álcool e usinas de açúcar (Figura 2).

Figura 2. Principais usos e cobertura da terra na área de estudo.



RESULTADOS

Na bacia hidrográfica do rio São Domingos, há 73 processos de outorga, embora somente 36 deles foram considerados neste estudo, por apresentarem parecer técnico concluído e publicado. Observa-se que as outorgas estão distribuídas ao longo de toda a sub-bacia, havendo uma maior concentração na parte sul e sudeste da área de estudo (Figura 3).

Os dados do Gráfico 1 referem-se ao levantamento de dados dos processos de solicitações e emissões de outorgas de direito de uso de captações de águas superficiais na bacia do rio São Domingos. Para esta região, constata-se que 100% dos processos de outorgas são para o direito de usos de captação superficial na modalidade autorização. Neste estudo, não foram incluídas as outorgas subterrâneas, pois o Estado do Espírito Santo não está emitindo outorgas dessa modalidade. Para as outorgas de usos insignificantes, essa modalidade foi suspensa, em virtude da existência de conflitos entre usuários de recursos hídricos na região segundo a AGERH (2016).

Figura 3. Classificação das outorgas da bacia do São Domingos, Pinheiros/ES. **Fonte:** Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016.

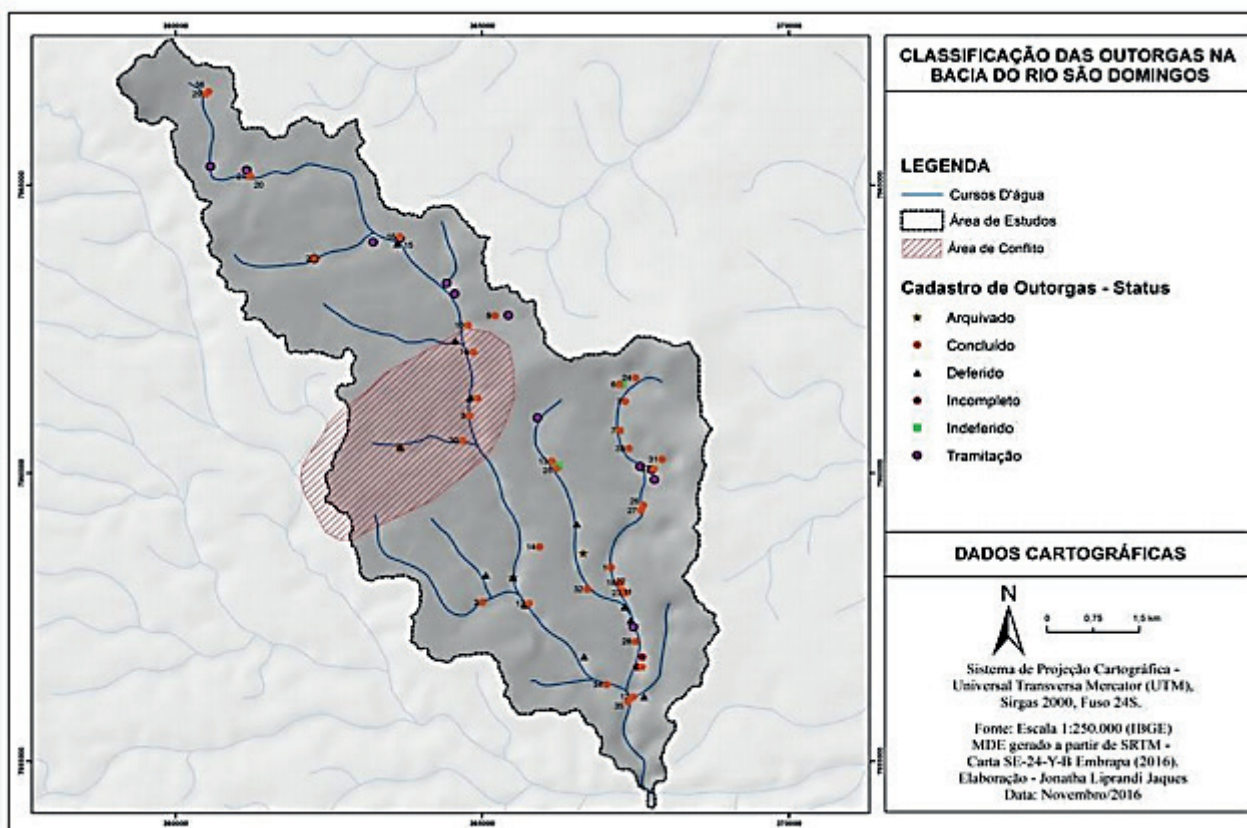
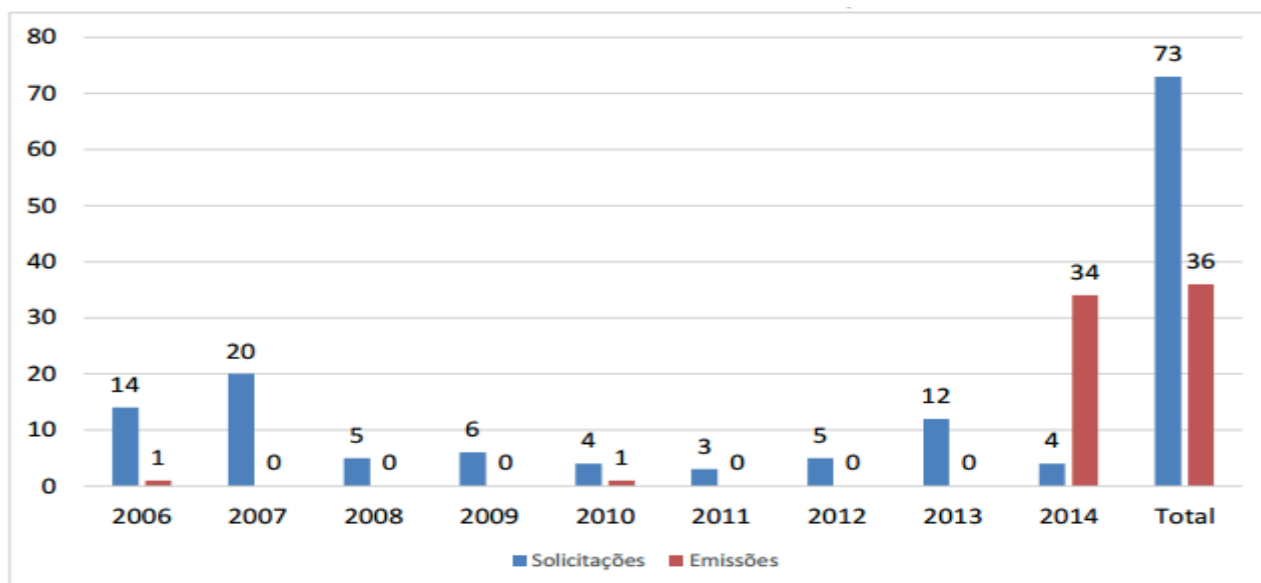


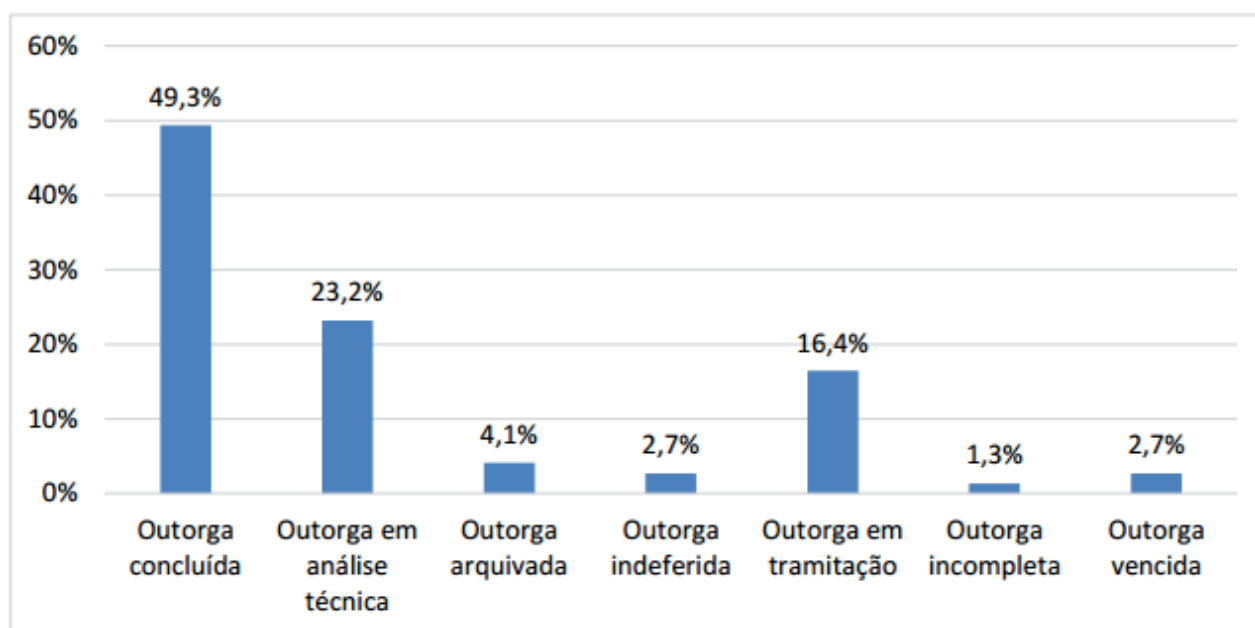
Gráfico 1. Relações de solicitações e emissões de outorgas na área de estudo.



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Verifica-se um total de 37 processos desconsiderados pela falta de apresentação das informações complementares obrigatórias para dar sequência ao processo de solicitação de outorga, ou devido à indisponibilidade hídrica ou por não terem suas portarias publicadas em diário oficial do estado do Espírito Santo. Já o Gráfico 2, mostra os processos de outorgas formalizados na área de estudo segundo a (AGERH, 2016).

Gráfico 2. Processos de outorgas formalizados na AGERH.



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

A Tabela 1 apresenta a distribuição do quantitativo de outorgas pela finalidade de usos de recursos hídricos com as respectivas vazões de captação outorgada. Verifica-se que o

uso da irrigação é predominante no número de outorgas emitidas, constatando a grande importância de um manejo sustentável na irrigação, uma vez que a demanda hídrica nessa região é bastante significativa, podendo comprometer o recurso hídrico.

Tabela 1. Dados referentes às finalidades de usos das outorgas.

Finalidade de Outorga	Número de outorgas	Porcentagem (%)	Vazão de Captação (l/s)	Percentual (%)
Irrigação	30	83,33	624,4	95,56
Dessedentação Animal	2	5,55	0	
Reserva Hídrica	2	5,55	15	2,29
Reserva Hídrica com Dessedentação Animal	1	2,77	0	2,14
Irrigação e Dessedentação Animal	1	2,77	14	2,14
Total	36	100	653,4	100

Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Além disso, dos 36 processos outorgados, que somam 653,4 l/s de vazão captada, oito processos representam cerca de 46,7% do total de vazão retirada, como pode-se observar na (Tabela 2).

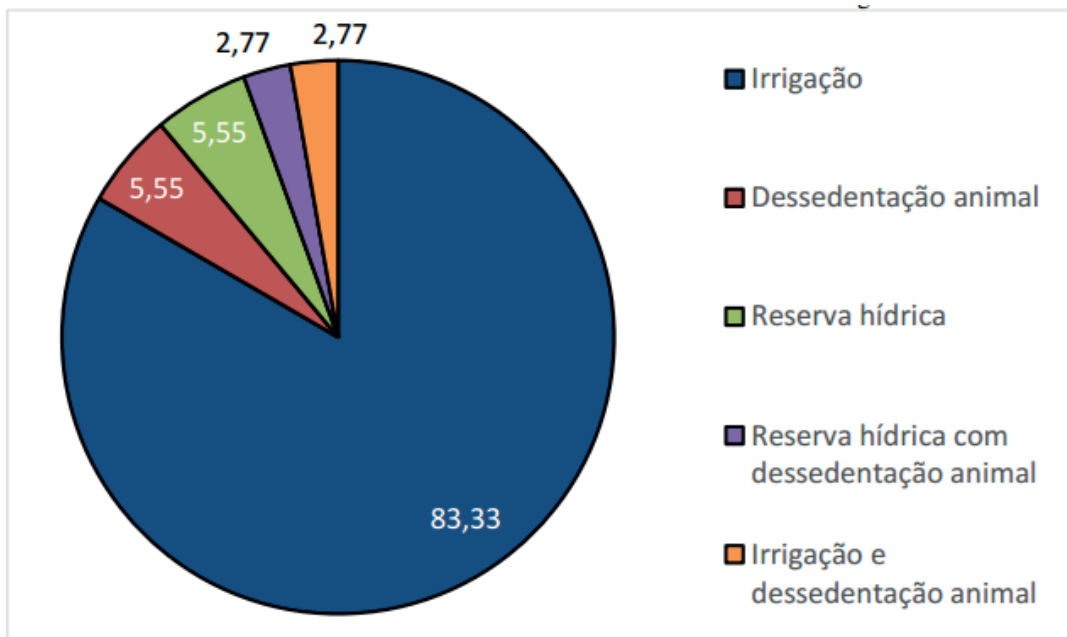
Tabela 2. Processos de outorgas com maior demanda de captação.

Processo de nº	Categoria	Finalidade	Vazão de Captação l/s	Percentual (%)
35393335-00	CBCR	Irrigação	63,9	20,9
36007404-00	CBCR	Irrigação	20	6,5
43739580-00	CBSR	Irrigação	20,8	6,8
43740669-00	CBSR	Irrigação	34,7	11,3
45895392-00	CBSR	Irrigação	60	19,6
46331794-00	CBSR	Irrigação	14,2	4,6
62482327-00	CBCR	Irrigação	50	16,3
62482300-00	CBCR	Irrigação	41,7	13,7
Total	-	-	305,3	100

Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

A seguir, o Gráfico 3 mostra a porcentagem de finalidade de uso na área de estudo, onde se verifica o uso da irrigação para a maior demanda de outorga e seguida da dessedentação animal e reserva hídrica.

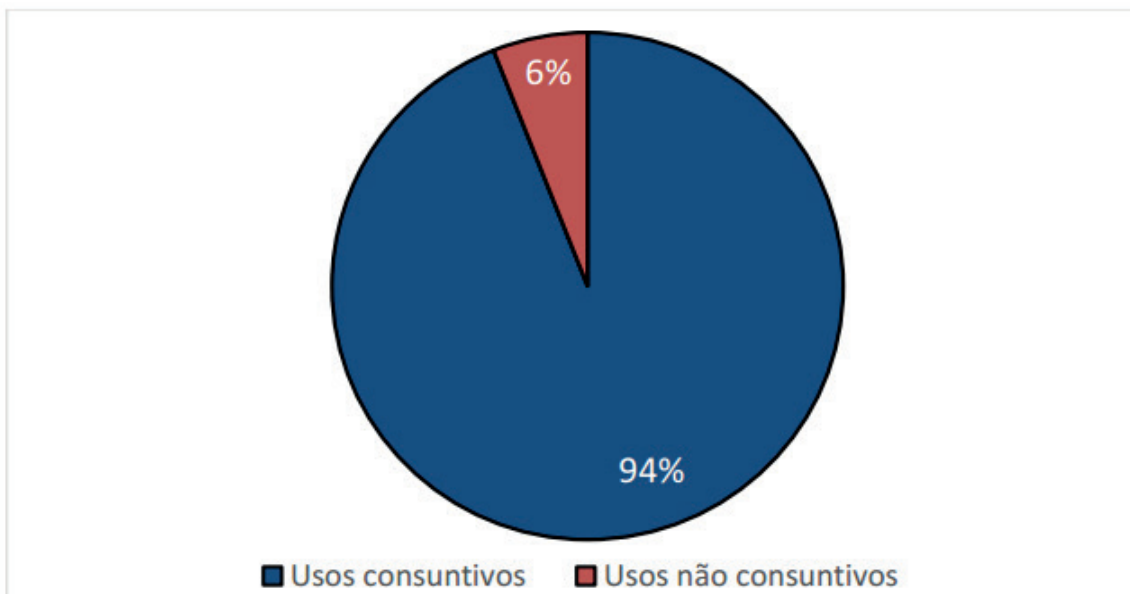
Gráfico 3. Finalidades de usos na bacia do rio São Domingos.



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Com relação aos tipos de classificações de usos de recursos hídricos, nota-se dos 36 processos de outorgas, 34 são para os usos consuntivos, revelando uma discrepância relevante em relação ao uso e vazão de retorno, registrando 94% de consumo na área de estudo. Além disso, 2 processos são para o uso não consuntivo que representa 6% (Gráfico 4).

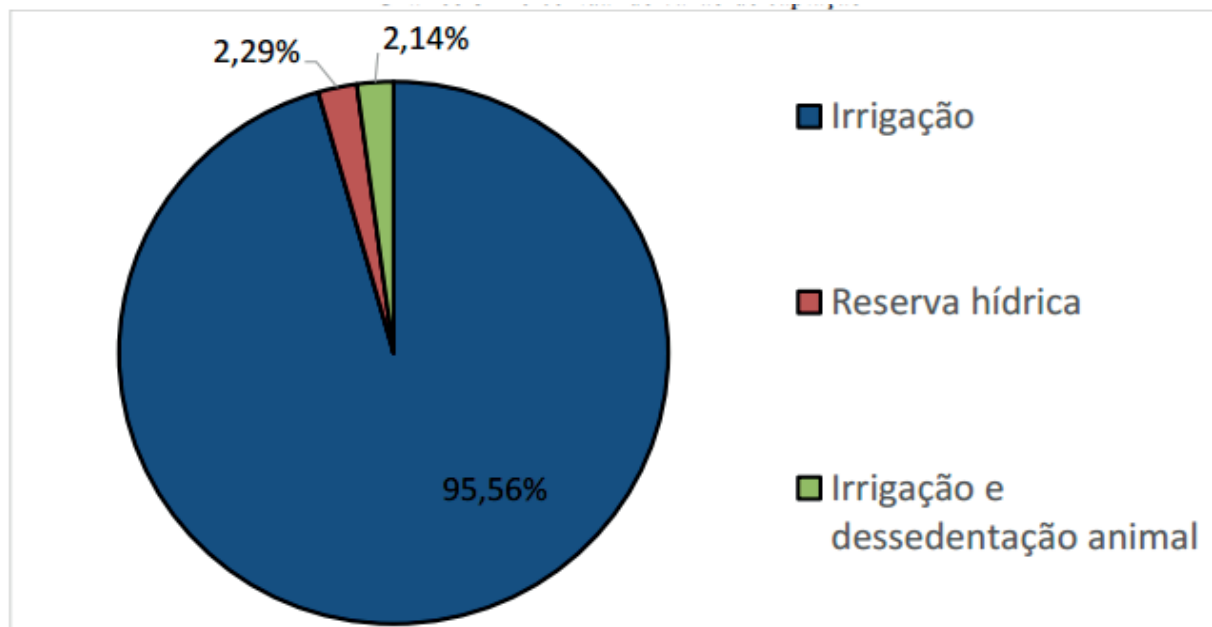
Gráfico 4. Classificações de usos de recursos hídricos.



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Quanto ao volume de vazão outorgado em porcentagem de água de captação superficial para cada finalidade de uso, observa-se uma maior demanda hídrica em relação à irrigação e, em segundo, à reserva hídrica, conforme mostra o (Gráfico 5).

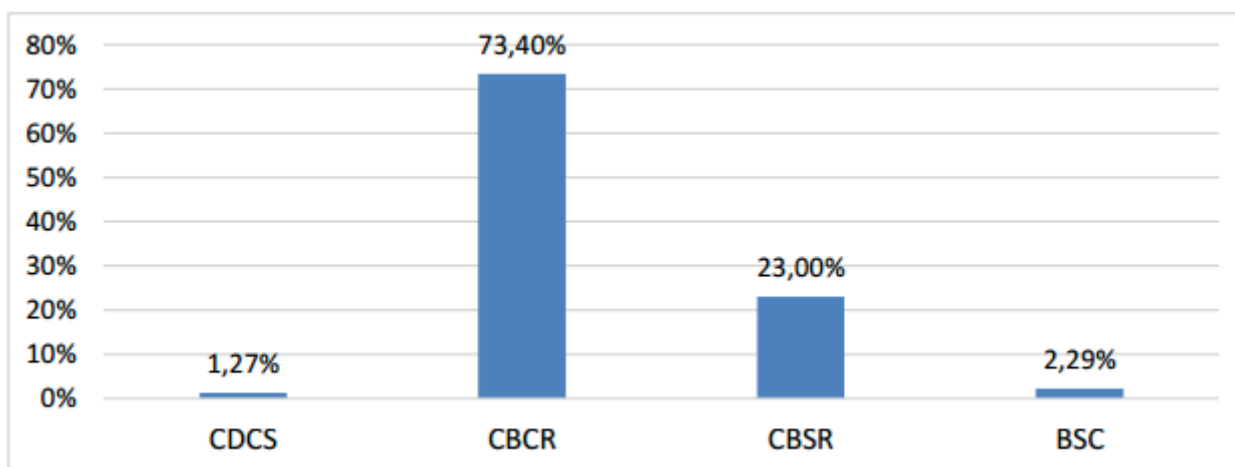
Gráfico 5. Percentual de vazão de captação



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Na análise do banco de dados da AGERH, foi possível pontuar as principais categorias de interferências. Existem requisições para captações diretas em corpo de água superficial (CDCAS), captação em barramento com regularização (CBCR), captação em barramento sem regularização (CBSR) e barramento sem captação (BSC), sendo as captações em barramento com regularização representando a maior demanda (Gráfico 6).

Gráfico 6. Relações das categorias de vazão de captação.



Fonte: Agência Estadual de Recursos Hídricos/ AGERH/2016. Elaboração: os autores/2016.

Essas categorias consistem na construção de reservatório formado a partir de estruturas transversais ao curso hídrico. Uma de suas finalidades refere-se à regularização das vazões concedidas a jusante, por meio de estruturas controladoras de descarga, conforme explana a (AGERH, 2016).

A análise dos processos em captação em barramento com regularização de vazão é baseada em simulação hidrológica de operação diária e mensal do reservatório para cada período crítico, sendo os seus dados obtidos por meio de informações da área de drenagem; da precipitação; das vazões de referência com estações próximas ao ponto de captação (IEMA, 2015). Como não existem estações fluviométricas dentro dos limites da bacia do rio São Domingos, pode superestimar os valores de disponibilidade hídrica na região.

Para determinar a vazão total autorizada na bacia hidrográfica do rio São Domingos, o cálculo foi com base na vazão de referência Q90 (Tabela 3). Verifica-se que a vazão mínima encontrada é de 111,97 l/s, e o limite máximo outorgável é de 50% da Q90 para ela é de 55,98 l/s. Esses resultados foram obtidos com base nos dados hidrológicos da estação fluviométrica Helvécia.

Já a relação entre as outorgas autorizadas e a vazão Q90 foram plotadas no (Gráfico 7). Insta mencionar que, para as captações com regularização de vazão, a vazão outorgada poderá ser superior a 50% de referência Q90, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo de 50% da Q90 (AGERH, 2016).

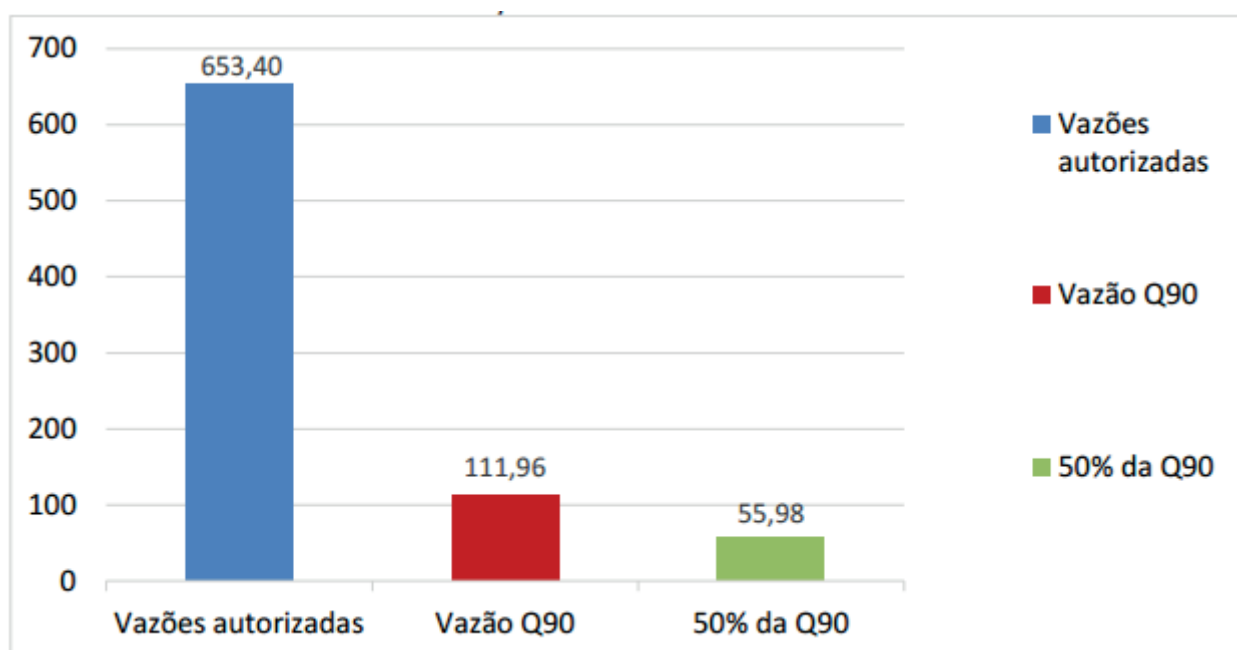
A bacia hidrográfica do rio São Domingos apresenta principalmente em seus limites a dificuldade de garantia de disponibilidade hídrica, sobretudo em seus aspectos naturais, pois apresenta uma grande limitação hídrica, resultante de um ambiente com baixos índices pluviométricos, concentrados em poucos meses do ano, apresentando alta variabilidade fluviométrica espacial e temporal.

Tabela 3. Cálculo da Q90 na bacia hidrográfica do rio São Domingos.

Dados hidrológicos: Estação fluviométrica Helvécia (código 55510000)	
Área de drenagem da Bacia	50,65 km²
Q90- vazão de referência na Bacia	2,2105 l/s
Qm - vazão média de longo termo	6,6510 l/s
Cálculo da Vazão Q90 na Bacia:	
Q90= 2,2105 x A (A= área de drenagem)	
Q90 = 2,2105 x 50,65= 55,98 l/s	111,96 l/s
Vazão outorgável: 50% da Q90	55,98 l/s

Fonte: SISCAH 1.0/2016; AGERH/2016. Elaborado pelos autores.

Gráfico 7. Demanda hídrica e da vazão de Q90 para a bacia do São Domingos da estação fluviométrica Helvécia.



Fonte: SISCAH 1.0/2016; AGERH/2016. Elaborado pelos autores.

Observa-se também uma excessiva demanda de usuários que compromete a disponibilidade de água, acarretando a degradação da qualidade, gerando inúmeros protestos entre os usuários. Além disso, as fragilidades entre as competências que gerenciam os recursos hídricos (falta de fiscalização pontual, atualização dos sistemas de informações); e o papel do comitê de bacia hidrográfica (falta de autonomia e sem mecanismos de resolução de conflitos), tudo isso, influencia na própria dinâmica dos instrumentos de gestão, nesse caso, a outorga de usos de recursos hídricos. Além disso, outra razão de tamanha

relevância localizada na área de estudo é o uso ilegal dos recursos hídricos, que torna uma problemática comum na região.

De acordo com as informações levantadas junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente/ES, um dos principais problemas observados foi o elevado número de denúncias decorrentes de construções de reservatórios e barragens em Áreas de Preservação Permanente sem a devida licença ambiental e desvio de vazão de rios e córregos sem autorização de outorga (Quadro 1).

Quadro 1. Relações de denúncias de irregularidades no município de Pinheiros e na bacia do rio São Domingos

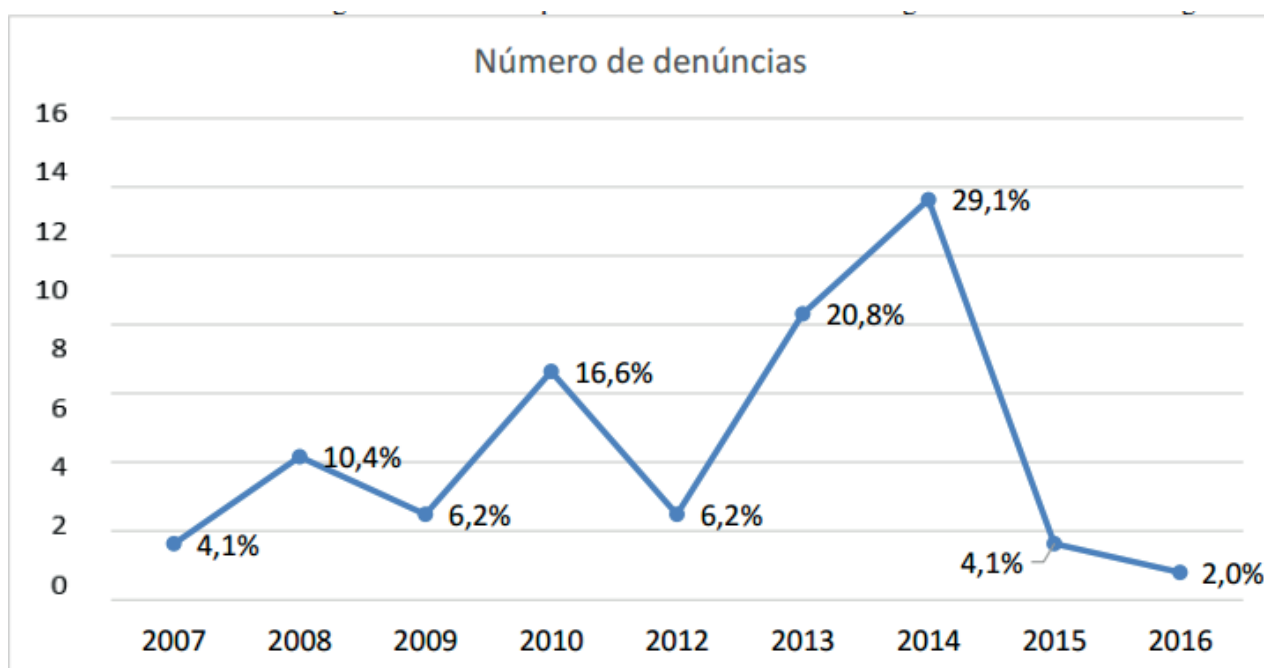
Data	Processo	Descrição
21/06/2007	Sem Processo	Construção de represa, que está alagando as casas.
30/11/2007	Sem Processo	Represa alagando quintal, causando proliferação de insetos e cobras.
05/03/2008	Sem processo	O mesmo está represando o córrego do jundiá, deixando a população de conceição da barra sem água.
14/03/2008	Sem Processo	Construção de represa.
25/09/2008	07478	Aterro em córrego e represa, em São João do sobrado.
23/10/2008	Sem processo	Abertura de poço em uma nascente e uso de bombas fazendo com o que a água não passe no córrego abastecendo a cidade.
01/12/2008	43411118	Construção de barragem e captação de água para irrigação córrego palmeirinha comunidade do Ranha x BR 101, km 19.
13/01/2009	Sem processo	Captando água do rio onde cai o esgoto da cidade e está jogando em outra barragem com água limpa.
30/01/2009	Sem processo	Construção de barragem no município de Pinheiros.
13/02/2009	Sem processo	Barragem sendo construída no rio Itaúnas sem licença.
10/02/2010	48136204	Barramento em corpo de água superficial, Fazenda Ranha.
04/02/2010	Sem processo	Irrigação sem outorga.
04/02/2010	Sem processo	Barragem, irrigação e transposição e fluxo residual.
11/02/2010	Sem processo	Barragem.
26/05/2010	49095129	Extração mineral, Córrego Itauninhas.
06/07/2010	Sem processo	Estão fazendo barragem para irrigação.
22/09/2010	Sem processo	Captação de água, córrego Jundiá, Fazenda Graciosa.
03/12/2010	Sem processo	Barragem para irrigação, rio São Domingos.
27/03/2012	Sem processo	Desviou o curso de três nascentes e esta deixando os moradores do assentamento sem água.
10/04/2012	43411118	Construção de barragem e captação de água p/ irrigação córrego palmeirinhas comum.
23/11/2012	Sem processo	Represou a água de três nascentes, deixando o vizinho de baixo sem água.
14/03/2013	Sem processo	Escavação e captação de água irregulares, acompanhado de aterro.
03/04/2013	Sem processo	Barramento.
03/04/2013	Sem processo	Captação de água sem licença no rio Itaúnas.
21/08/2013	63471400	Intervenção na APPs de afluente do rio Itauninhas sem licença ambiental.
14/06/2013	62788221	Captação de água sem outorga e intervenção em APPs para captação no córrego jacutinga, sem licença ambiental, Fazenda Alegria e no rio São Domingos.
22/07/2013	Sem processo	Agente do IEMA tranca bombas em Pinheiros, afirmando que apenas o juiz pode resolver.
19/08/2013	Sem processo	Irrigação sem outorga.
14/08/2013	Sem processo	Escavação no rio Itauninhas, Fazenda beira rio.
13/09/2013	Sem processo	Captação de água sem licença ambiental.
05/12/2013	Sem processo	Construção de barragens e poços artesanais.
08/01/2014	62788221	Captação de água sem outorga e intervenção em APPs para captação no córrego Jacutinga, sem licença ambiental, Fazenda Alegria, rio São Domingos.
04/02/2014	Sem processo	Barragem sem devida licença legal.
05/02/2014	Sem processo	Drenagem de córrego irregular.
27/02/2014	Sem processo	Transportando água de um córrego para outro.
27/02/2014	Sem processo	Bomba de irrigação sem outorga.

Data	Processo	Descrição
17/03/2014	63471400	Intervenção na APPs de afluente do rio Itauninhas sem licença ambiental.
06/05/2014	Sem processo	Barragens deixando os moradores sem água.
14/07/2014	Sem processo	Represando o córrego.
16/07/2014	Sem processo	Desvio do rio São Domingos para represas.
06/08/2014	Sem processo	Bomba de irrigação deixando moradores sem água.
23/10/2014	Decreto 368/13 do IBAMA	Lançamento de esgoto no córrego Jundiá e Vitorão.
21/11/2014	Sem processo	Poços escavados em APPs sem licença ambiental, córrego da prata, São João do Sobrado.
27/11/2014	Sem processo	Captação de água córrego irregular.
11/12/2014	Sem processo	Captação de água irregular.
07/01/2015	Sem processo	Desvio em rio.
14/01/2015	Sem processo	Irrigação de água em córrego.
18/04/2016	Sem processo	Água de córrego Samambaia para irrigação.

Fonte: IEMA (2016). Elaboração: os autores/2017.

Verificou-se um total de 48 denúncias de irregularidades, sendo que desse total, 30 denúncias para o município de Pinheiros e 18 para a sub-bacia em questão, de 2007 a 2016, com relação ao uso de recursos hídricos. Podemos observar que essas irregularidades entre os usuários resultam em sérios impactos ambientais, tanto nos níveis quantitativos quanto nos qualitativos. Nota-se uma variação temporal de denúncias registradas do Acervo do IEMA (setor de Fiscalização Ambiental). Verifica-se, também, que os anos que registraram maiores ocorrências de irregularidades foram 2010 com 16,6%, 2013 com 20,8% e 2014 com 29,1% (Gráfico 8).

Gráfico 8. Denúncias registradas no município de Pinheiros/Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos.



Fonte: IEMA /2016. Elaborado pelos autores.

Dentre as principais denúncias ocorridas sem licença ambiental e sem outorga está o processo de nº 60860065, composto pela Intervenção em APP com desvio do rio Itauninhas, localizado nos limites da sub-bacia do rio São Domingos. Os dados apresentados foram obtidos pelos arquivos do Instituto Estadual de Meio Ambiente/IEMA, a partir do relatório de vistoria concedido pelo setor de Fiscalização Ambiental, constatando alterações/modificações nas adutoras do Sistema de Irrigação interdita pelo Batalhão da Polícia Militar Ambiental em cumprimento à Decisão/Mandado Judicial, conforme as Figuras 4 e 5.

Figura 4. Registro de captação irregular da água do rio Itauninhas.



Fonte: IEMA/2016.

Figura 5. Relatório Fotográfico na bacia do rio São Domingos, Pinheiros/ES.



Fonte: IEMA/2016.

Executou intervenções na APP – rio Itauninhas, localizado na bacia hidrográfico do São Domingos, promovendo a derivação (abertura de canal de drenagem com 182 metros de

comprimento; 6,5 metros de largura e profundidade variável entre 2,3 a 5 metros) impactando com a intervenção na calha de drenagem do rio Itauninhas que possui, conforme Instrução Normativa do IEMA nº019/05, limitação de disponibilidade hídrica com valor máximo outorgável em 161,0 litros por segundo; caracterizando assim área de conflito quantitativo pelo uso de recursos hídricos, com vazão requerida acima do limite outorgável como captação em corpo de água superficial.

Portanto, de acordo com dados apresentados, percebe-se a existência de conflitos de uso de recursos hídricos na área de estudo. Contudo, ainda não existe um procedimento técnico legal de identificação de conflitos de usos de recursos hídricos em articulação com as áreas de preservação permanente efetiva no Estado, uma vez que as maiorias das intervenções partem de denúncias anônimas.

DISCUSSÃO

A pesquisa aqui apresentada procurou compreender os processos de outorgas concluídos e publicados na bacia hidrográfica do rio São Domingos, frente ao número de denúncias de irregularidades de usos de recursos hídricos, para isso utilizando-se como método de abordagem os sistemas de informações geográficas. Além disso, tal instrumento metodológico permitiu uma representação clara e objetiva, pois a aplicação de análise dos processos de outorgas por meio da utilização da ferramenta SIG revelou ser uma grande aliada para a tomada de decisão, pois possibilita aos órgãos gestores identificar as bacias que merecem maior atenção em termos de disponibilidade hídrica no momento de analisar os pleitos de autorização de outorgas.

O objetivo geral estabelecido foi atendido quando se avaliou os processos de outorgas na área de estudo. À primeira vista, verificou-se um elevado número de outorgas. Foi possível identificar diversos processos em análise técnica, arquivados, em tramitação, indeferidos, incompletos e vencidos na bacia hidrográfica do rio São Domingos, o que pode provocar um aumento de usos irregulares.

Diante do exposto, nota-se que a vazão outorgada é bem superior à vazão disponível. Isso revela que a vazão de referência Q90 é bastante restritiva nos valores de vazões requeridas, já que as vazões já autorizadas (653,4 l/s) representam um valor, aproximadamente, onze vezes maior que a vazão possível de ser outorgada (50% da Q90 = 55,98 l/s).

As atividades socioeconômicas têm ocupado significativamente a área de estudo, pois há uma grande concentração de uso de sistema de irrigação por aspersão, com grande destaque o uso de pivô central na região. Dessa forma, é de grande importância construir um manejo de uso sustentável na bacia hidrográfica do rio São Domingos que corrobore para o uso racional dos recursos hídricos. Além disso, a fiscalização tanto governamental

e dos próprios usuários é uma medida importante na gestão de recursos hídricos, o que permite a proteção e conservação dos corpos d'água, bem como um controle eficiente dos mananciais, já que garante a sustentabilidade hídrica e do uso de forma racional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da gestão de recursos hídricos é necessária, sendo essa pautada para promover os usos dos recursos hídricos de maneira racional, criando um controle e proteção do meio natural, sobretudo no uso de recursos hídricos. Dessa forma, o comitê de bacia hidrográfica tem papel notório em promover a gestão descentralizada, integrada e participativa na bacia do rio São Domingos, construindo uma educação ambiental por meio de uma postura de conscientização, sensibilização de todos os atores envolvidos para ruptura e mudança de comportamento para inserir o uso responsável dos recursos naturais, buscando sempre a preservação e conservação dos recursos hídricos tanto nos aspectos quantitativos quanto nos qualitativos.

■ REFERÊNCIAS

1. AGERH-Agência Estadual de Recursos Hídricos. Outorgas. Disponível em: <<http://www.agerh.gov.br>>. Acesso em mar. 16. 2016.
2. ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 13 mar. 2015.
3. BRASIL. Decreto Lei nº 24.643 de 10 de julho de 1934. Institui o Código de Águas. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ, 10 julho. 1934.
4. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 de out. 1988. <<http://www.camara.leg.gov.br>>. Acesso em: 25 jan. 2015.
5. BRASIL. Lei nº 9.433/97 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o sistema nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, 1997.
6. CHRISTOPHERSON, R W. Geossistema: uma introdução à geografia física. 7.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
7. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH (Espírito Santo). Resolução CERH nº 005, de 7 de julho de 2005. Estabelece critérios gerais sobre a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos de domínio do Estado do Espírito Santo. 2005.

8. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013. Disponível: <HTTP://em: http://2ed_000fzvhmj5j02wx5ok0q43a0rx9wj0bm.PDF>. Acesso em: 25 ago. 2015.
9. GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Georeferenciadas do Estado do Espírito Santo. Plano de Informações: hidrografia, rodovias e malha municipal, área urbana, limites de bairros, logradouros. Fornecidos pelo Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologia (LCG-GEO) em 2017.
10. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados (Dados Populacionais do Espírito Santo, 2010). Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 09 mai. 2015.
11. IEMA-Instituto Estadual de Meio Ambiente. O Espírito Santo no Combate à Desertificação. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/> Acesso em 22 jul. 2016.
12. IEMA-Instituto Estadual de Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 019 de 04 de Outubro de 2005. Estabelece procedimentos administrativos e critérios técnicos referentes à outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água do domínio do Estado do Espírito Santo. Diário Oficial do Espírito Santo, Poder Executivo, Vitória, ES, de 06 de outubro de 2005.
13. INCAPER-Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Programa de assistência técnica e extensão rural – Incaper -Proater 2011-2013. Pinheiros, 2010. Disponível em: [http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/ Pinheiros. PDF](http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/Pinheiros.PDF). Acesso em: 19 jan. 2016.
14. MACHADO, C.J. S. Gestão de Águas Doces. – Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 372 p. RADAMBRASIL. Mapa Geológico. Folhas SE. 24-Y-B. Rio de Janeiro/Vitória. Levantamento de Recursos Naturais, 32, 1983. Disponível em: <[http://ibge.gov.br/.../ Projeto%20RADAMBRASIL/ Projeto%20RADAMBRASIL%](http://ibge.gov.br/.../Projeto%20RADAMBRASIL/Projeto%20RADAMBRASIL%20)>. Acessado em 20 de jan. 2015.
15. REBOUÇAS, A.C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: Águas Doces do Brasil. p.01-37. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703 p.
16. ROSS, J. Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.
17. SILVA, J. M. R. et al. Geologia. Folha SE.24, Rio Doce. In: PROJETO RADAM BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1987 (Levantamento de Recursos Naturais, 34).

“ Parâmetros de balneabilidade do Rio Apeú, Castanhal/Pará

- I Aliny Correia **Saraiva**
UEPA
- I Aline Luana Fonseca **Silva**
UEPA
- I William de Carvalho **Lima**
UEPA
- I Reinaldo Eduardo da Silva **Sales**
IFPA
- I Hebe Morganne Campos **Ribeiro**
UEPA

RESUMO

A qualidade das águas é caracterizada por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, os quais apresentam constantemente interferências de ordem natural, do próprio ecossistema, e de ordem antrópica. A Balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, entendido como contato direto como: natação, mergulho, esqui-aquático. A resolução 274/00 do CONAMA avalia a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário; de acordo com essa resolução a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade; Pressupondo ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade; Este relatório tem como objetivo a análise das amostras de água de um Rio no Município de Castanhal e relacionar com as resoluções 357/05 e 274/00 do CONAMA a fim de verificar a balneabilidade do mesmo. Obteve-se as coletas de águas, parâmetros estabelecidos pela resolução, tais como, pH, temperatura da água, OD, Condutividade elétrica, e a Clorofila. Os resultados foram satisfatórios e conclui-se que há balneabilidade razoavelmente boa no local do estudo.

Palavras-chaves: Parâmetros, pH, Amostra de Água;

INTRODUÇÃO

A água é fundamental à vida na Terra. Ela é necessária em todos os aspectos da vida, isso porque até mesmo os organismos mais complexos necessitam da mesma para sobrevivência no ambiente, além disso, ela é caracterizada como solvente universal, haja em vista que pode associar-se de modo físico, químico e biologicamente a diversas substâncias, inclusive com aquelas que podem contaminá-la (SIMENSATO, 2019).

Em relação as contaminações que podem afetar a qualidade da água, estas são determinadas por fenômenos naturais e antrópicos (Ex: A industrialização, desmatamentos) exercidos nas bacias hidrográficas, fazendo com que ocorra o transporte de gases, substâncias e compostos orgânicos que são despejados nos ecossistemas aquáticos, propiciando assim, alterações no ciclo dos nutrientes (PIRATOBA, 2017).

Mediante as constantes modificações/contaminações na qualidade da água, a Resolução CONAMA n° 274 de 2000, estipulou uma classificação para a água, estabelecendo níveis para balneabilidade, de acordo com a finalidade de uso da mesma. Desse modo, de acordo com a resolução n° 274, tem-se: as águas doces, salobras e salinas (AZEVEDO, 2013).

Acerca da classificação das águas e os níveis de balneabilidade das mesmas, estes são realizados considerando seu uso preeminente, sobretudo, o enquadramento dos corpos hídricos, logo, o critério baseia-se não necessariamente no estado atual, mas nos padrões de qualidade que devem possuir para suprir às necessidades da comunidade, à saúde e o bem-estar humano e ao equilíbrio ecológico aquático, fazendo-se imprescindível uma avaliação nos locais onde se encontram esses corpos hídricos (HENZ, 2016).

Sobre os fatores para avaliação da balneabilidade dessas águas, é preciso que se estabeleça alguns parâmetros, a exemplo da verificação do (1) Potencial Hidrogenionico; (2) turbidez; (3) condutividade elétrica (4) Oxigênio Dissolvido (5) Temperatura da água, e a verificação dos (6) microrganismos indicadores de contaminação fecal, já que a análise deles, são fatores necessários para a determinação dos valores confrontados com os padrões preestabelecidos, havendo assim, a identificação das condições de balneabilidade em um determinado local (BRITO, 2020).

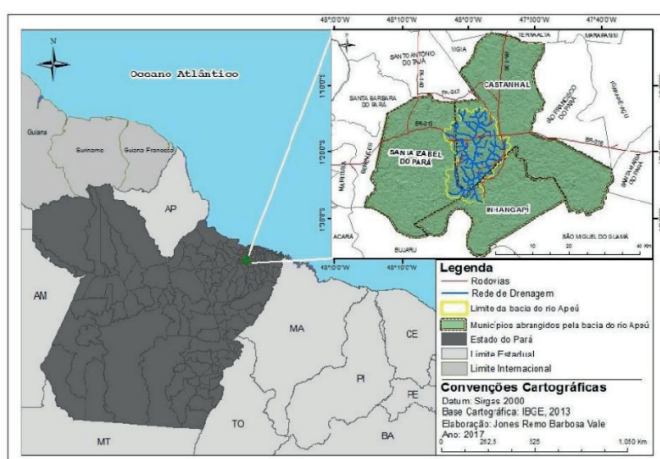
Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise preliminar das águas de um balneário localizado no município de Castanhal e compará-las aos padrões estabelecidos pelas resoluções 357/05 e 274/00 CONAMA, a fim de verificar a balneabilidade do mesmo.

METODOLOGIA

Fisiografia do município

Castanhal é um Município Brasileiro do Estado do Pará, região norte do país. Pertencente a região metropolitana de Belém. Localiza-se à uma latitude 07°20'53" sul e longitude 50°23'45" oeste, distante 68 quilômetros da capital estadual, Belém, e 2078 km da capital federal, Brasília.

Figura 1. Mapa de Localização do Município de Castanhal- PA.



Fonte: Vale (2017)

Área de estudo

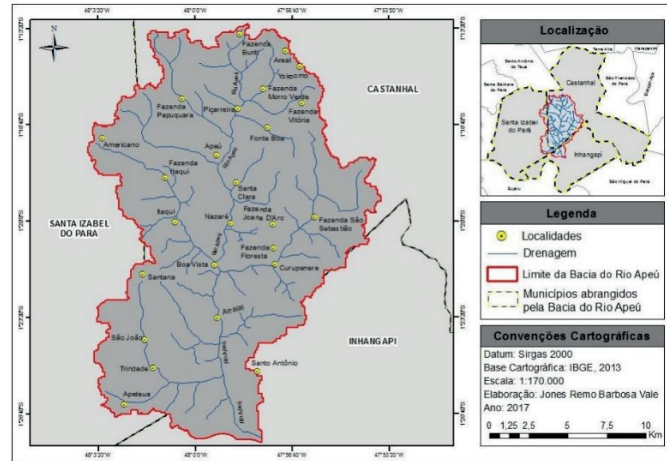
A pesquisa foi baseada em estudo de caso para avaliar as condições da água do Rio Apeú para fins de balneabilidade, como forma de diagnosticar a situação real realizando a análise da água através de exames microbiológicos.

O rio Apeú está localizado no município de Castanhal que é o quinto município mais populoso do Pará, com uma população estimada de 200.793 habitantes, de acordo com dados do IBGE de 2019. A cidade tem uma posição geográfica privilegiada no mapa do Pará, sendo cortada pela rodovia federal BR-316, importante rota para o escoamento da produção, além disso, está à um pouco mais de 60 quilômetros de distância do porto, aeroporto e da Alça Viária, na região metropolitana de Belém.

A bacia hidrográfica do Rio Apeú ocupa uma área de aproximadamente 315 km² (JESUS, 2009; SANTOS, 2006) e está localizada no nordeste do Pará. A bacia se estende entre as coordenadas 1°13'10" e 1°27'37" de latitude Sul e 48°04'42" e 47°53'30" de longitude Oeste, sendo que aproximadamente 77% de sua área pertence ao município de Castanhal, 16% a Santa Izabel do Pará e 7%, à cidade de Inhangapi. O Rio Apeú nasce na fazenda Burity, em Castanhal, e desemboca no Rio Inhangapi (SOUZA, 2012).

O Rio Apeú tem como afluentes os igarapés Macapazinho, Castanhal e Americano (FERREIRA, 2003), além de Janjão, Fonte Boa, Marapanim, Taiteua, Papuquara, Capiranga, Itaqui e São João (SOUZA, 2012).

Figura 2. Mapa das localidades presentes na área da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú.



Fonte: Vale (2017)

Materiais

Para realizar a análise, foi utilizado o medidor multiparâmetro para análise de água conhecido também por sonda multiparâmetro. Trata-se de um equipamento utilizado para realizar o monitoramento de parâmetros indicadores da qualidade da água, como pH, temperatura e condutividade.

Figura 3. Medidor multiparâmetro para análise de água.



Fonte: Autores (2020)

Figura 4. Sonda para o medidor.



Fonte: Autores (2020)

Pontos de análise da água

As coletas foram realizadas no dia 22 de dezembro de 2020, no período da tarde, iniciando-se às 14:00 com término em 15:30min. Em relação a análise de água, elas foram realizadas em 04 pontos distintos *in locu*, no processo de Amostragem e Coleta. Para a análise dela, utilizou-se o multiparâmetro (sonda).

Para tal ação, primeiramente foi efetuado 1 lavagem da sonda com a água destilada, na qual as sondas de sensores a laser foram submetidas a uma determinada quantidade da água, foi utilizado uma pisseta na qual foi adicionada a água destilada (Figura 5) dentro do mesmo para a limpeza.

Figura 5. Pisseta para armazenamento de água destilada



Fonte: Autores (2020)

A metodologia utilizada em campo para coleta das amostras seguiu as especificações técnica da NBR 9897 que trata o planejamento da amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. A partir disso, as equipes efetuaram a primeira coleta da análise de água, esta foi realizada no ponto 1 apresenta uma vegetação propicia ao sombreamento (Figura 6), uma pessoa da equipe fez o lançamento da sonda no corpo hídrico e com o medidor

multiparâmetro encontraram os valores dos parâmetros: pH, temperatura, Oxigênio dissolvido (OD) e condutividade, esse processo foi realizado 3 vezes em cada ponto.

Figura 6. Ponto 1 da coleta de água, se encontra nas proximidades de uma ponte, apresenta uma vegetação que propicia ao sombreamento.



Fonte: Autores (2020)

Após a finalização das análises do primeiro ponto, a equipe prosseguiu para o segundo ponto que se localiza perto da orla em uma área com pouco sombreamento, no qual realizou-se o mesmo processo do primeiro ponto (Figura7).

Figura 7. Ponto 2 da coleta de água, encontra-se abaixo da ponte e com sombreamento.



Fonte: Autores (2020)

Logo após, o mesmo procedimento dos demais foi realizado para o ponto 3, que está localizado abaixo da ponte com área de vegetação e bastante sombreamento em suas redondezas.

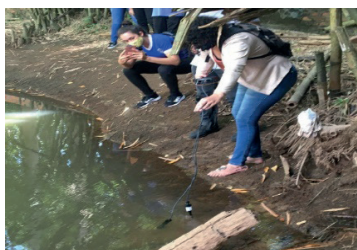
Figura 8. Ponto 3 da coleta de água, se encontra próximo a órla e apresenta sombreamento.



Fonte: Autores (2020)

O último método foi o do ponto 4, localizado em outra parte do rio Apeú, com uma vegetação pouco preservada e bastante sombreamento.

Figura 9. Ponto 4 da coleta de água, área pouco preservada.



Fonte: Autores (2020)

Análises dos parâmetros

Os parâmetros analisados foram pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade. Para obtenção dos resultados desses parâmetros, a sonda foi imersa em localidades sombreadas. Já para a análise de clorofila, a coleta foi realizada de uma área sem sombras. Os valores obtidos nas análises foram comparados com a resolução vigente do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 274/00) que define os critérios de balneabilidade para as águas brasileiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de água, P1, P2, P3 e P4, apresentaram os seguintes valores para os parâmetros: pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido e condutividade. Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 mostram os valores das amostras P1, P2, P3 E P4 para os parâmetros físicos e químicos

Tabela 1. Resultados dos parâmetros, a primeira vez nos pontos:

PONTO	pH	temperatura da água	Oxigênio dissolvido (OD)	Condutividade
1	6,50	26,9°C	6,52 mg/L	41.5 mS/cm
2	6,41	27°C	6,59 mg/L	42.6 mS/cm
3	6,46	27°C	6,56 mg/L	43.1 mS/cm
4	6,54	27,1°C	6,42 mg/L	38.5 mS/cm

Tabela 2. Resultados dos parâmetros, a segunda vez nos pontos:

PONTO	pH	Temperatura da água	Oxigênio dissolvido (OD)	Condutividade
1	6,41	26,9°C	6,59 mg/L	40.8 mS/cm
2	6,37	26,9°C	6,57 mg/L	42.8 mS/cm
3	6,40	26,9°C	6,49 mg/L	43.1 mS/cm
4	6,41	27°C	6,46 mg/L	38,7 mS/cm

Tabela 3. Resultados dos parâmetros, a terceira vez nos pontos:

PONTO	pH	Temperatura da água	Oxigênio dissolvido (OD)	Condutividade
1	6,38	26,9	6,59	42.1
2	6,38	26,9	6,57	42.9
3	6,37	26,9	6,54	43.2
4	6,61	27	6,41	38,5

Nesta pesquisa, os pontos determinaram que, ambas as amostras se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela resolução 357/05 do CONAMA, pois o pH nos 4 pontos nas 3 vezes indicaram acidez (P1= 6,50; P2= 6,41; P3=6,46; P4=6,54), quando comparadas à legislação (entre 6 e 9).

Segundo Santos (2017) O pH pode representar a concentração de íons hidrogênio H, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A Resolução CONAMA 357/05, estabelece para corpos hídricos de água doce pH na faixa de 6,0 a 9,0. Os resultados para este estudo demonstram que o pH se encontra num valor aceitável para o consumo humano.

A temperatura da água, é um parâmetro que não consta na legislação, seja ela máximos ou mínimos estipulados para esta variável, entretanto, os resultados obtidos (26,9°C e 27,1°C,) para essa incógnita estão dentro do esperado para a condição climática da região, cujo clima é considerado de clima tropical e as estações anuais não são bem definidas.

Em relação ao índice de oxigênio dissolvido (OD), as amostras indicaram que os valores de OD são parecidos nas 4 amostras nas 3 vezes, logo, P1= 6,50 mg/L; P2= 6,41; P3= 6,46; P4: 6,54. Encontram-se acima do padrão estabelecido pela legislação na resolução 357/05 do CONAMA, uma vez que a mesma exige níveis inferiores a 6 mg/L de OD em corpos hídricos, ou seja, os resultados dos OD estão fora do esperado.

Ademais, em estudo realizado por Mendonça (2020), diz que a difusão de oxigênio na água, a sua utilização pelos seres vivos aquáticos e o seu consumo nas diferentes reações oxidativas condicionam a disponibilidade do OD. Quanto maior for a quantidade de OD disponível na água, maior será a sua capacidade de autodepuração, isto é, de eliminar por decomposição alguns dos contaminantes.

Para a variável condutividade elétrica, o valor médio obtido foi de 41,46µS/cm. A Resolução CONAMA 357/2005 não determina valor específico para esta variável. Contudo, segundo Santos (2017), quando água apresenta concentrações superiores a 100 µS/cm, indica que no ambiente está sendo impactado por ações antrópicas. Indica também que a água pode apresentar características corrosivas. Mas está dentro dos padrões da resolução.

CONCLUSÃO

A partir das análises feitas, foi possível constatar que os valores de oxigênio dissolvido, (OD) e (PH). Estão em consonância com as normas da Resolução CONAMA 357/2005. No entanto, cabe salientar que as maiores concentrações de oxigênio dissolvido verificado tanto no trecho lótico do igarapé Apeú quanto no trecho lêntico indicar presença de poluição difusa.

Logo, é de suma importância à criação de um programa de monitoramento por meio da realização de análises de caráter químico, físico e biológico das águas, a fim de se ter um controle permanente dos dados, buscando, dessa forma, identificar as fontes poluidoras, bem como a despoluição dos corpos hídricos, pois se tem um esgoto no local. Os valores de pH e temperatura, embora inferiores ao limite preconizado pela normativa, foram semelhantes aos obtidos em outros estudos realizados em bacias hidrográficas da região amazônica, bem como os possíveis valores de turbidez alta.

Os valores de condutividade elétrica encontrados neste estudo também se assemelham com dados obtidos pela literatura em estudos na região. A pouca variação da temperatura pode estar associada à presença de mata ciliar nos locais avaliados, mesmo no ponto localizado próximo ao igarapé ou nas redondezas da vila do Apeú.

■ REFERÊNCIAS

1. AZEVEDO, L.F.W; MAGALHÃES JR, A. P; VON SPERLING, E. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 9, n. 16, p. 28, 2013.
2. BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
3. BRASIL, RESOLUÇÃO CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Publicado no D.O.U.
4. BRITO, J.L; BALDUINO, A.R. Condições de balneabilidade da cachoeira de Taquaruçu no distrito de Taquaruçu em Palmas/TO. **Natural Resources**, v. 10, n. 3, p. 60-67, 2020.
5. BDTD. Disponível em: https://btdt.ibict.br/vufind/Record/UFGA_426fa2c91a51201434ed60

6. HENZ, A.S. Biomonitoramento da qualidade da água do arroio tumurupará, no município de Campina das Missões, RS, Brasil. 2016.
7. MENDONÇA, J.K.A; GONÇALVES, D.F; RIGUE, F.M. Experimento para determinação semi-quantitativa de oxigênio dissolvido em água doce. **Revista Sítio Novo**, v. 4, n. 1, p. 53-61, 2020
8. PIRATOBA, A.R.A. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 435-456, 2017.
9. SANTOS, F.V.R; SANTOS, Z.S. Monitoramento da qualidade da água na barragem de morri-nhos, em poções–Bahia. 2017.
10. SOUZA, S.R. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 701-710, 2012.
11. SIMENSATO, L.A; BUENO, S.M. Importância da qualidade da água na indústria de alimen-tos. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.
12. SONDAS MULTIPARAMÉTRICAS. MRA grupo Álava. 2020. Disponível em: <http://www.mra.pt/industria/produtos/sondas-multiparametricas/>
13. BDTD. Disponível em: https://btdt.ibict.br/vufind/Record/UFGA_426fa2c91a51201434ed60
14. VALE, J.R.B. Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense: subsídios ao planejamento ambiental. 2017

“ Percepção ambiental de frequentadores e estudo dos impactos do parque ecológico Laguna da Jansen, Município de São Luís, MA

- ▮ Angélica dos Santos da **Silva**
CEST/ UEMA/FAMA/ UNINTER
- ▮ Elenildes da Silva **Corrêa**
- ▮ Islene Lopes Abreu **Ferreira**
- ▮ Karina Rocha dos Santos **Figueiredo**
- ▮ Nadja Francisca Silva **Nascimento**
- ▮ Romilson Amorim **Bastos**
- ▮ Jainara Santos **Albuquerque**
- ▮ Heloísa Marly Silva **Diniz**

RESUMO

Considerada um dos cartões postais de São Luís, a Laguna da Jansen sofre com as ações antrópicas que interferem na microbiologia do ambiente aquático, prejudicando a qualidade da água e levando à contaminação ou até mesmo a morte de muitas espécies, mas apesar de ter sido objeto de um Programa de Saneamento Ambiental (1991) e de um Projeto de Urbanização (2001), continua apresentando problemas, como alagamentos em áreas que são inadequadas do ponto de vista do uso e ocupação, sanitária e ambiental. Neste caso analisaram-se as características físicas, biológicas e seus usos conflitantes, bem como a percepção ambiental dos moradores, freqüentadores da região em relação à Unidade de Conservação. Para tanto, utilizaram-se as seguintes técnicas de pesquisa: levantamento bibliográfico, cartográfico e documental; visita in locu com intuito de realizar entrevistas não padronizadas, complementar dados e informações, além de proceder ao registro fotográfico; tabulação, análise e interpretação.

Palavras-chave: Percepção Ambiental, Unidade de Conservação, Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

O Parque Ecológico da Laguna da Jansen foi criado pela Lei 4.870 de 23 de junho de 1988, no município de São Luís, estado do Maranhão, com área de 150 hectares (Figura 1). As modificações da paisagem foram iniciadas com a ocupação desordenada das áreas de mangues do bairro da Lhinha, continuadas com a construção da Avenida Maestro João Nunes e dos conjuntos residenciais Renascença I e II e Ponta do Farol. A Laguna da Jansen não se constitui num acidente geográfico natural. Anteriormente à existência da mesma, a área era formada por um manguezal, entrecortado pelo igarapé denominado Igarapé da Jansen, e sujeitas ao fluxo e refluxo normais e permanentes das marés. A expansão urbana que se processou na região a partir da década de 70, com a construção da Ponte José Sarney que interligou o centro antigo ao bairro de São Francisco, propiciou a urbanização acelerada da orla marítima, tornando-se necessária a implantação de acessos vários adequados à região, LABOHIDRO (1998). Considerada um dos cartões postais de São Luís, deveria ter uma atenção especial por parte do Poder Público garantindo a manutenção e conservação dos recursos naturais.

A importância da pesquisa em percepção ambiental deve-se ao fato de ser uma investigação sobre valores, necessidades, atitudes e expectativas que determinados sujeitos têm em relação ao seu meio vivencial. Essa importância foi ressaltada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO) em 1973 para o planejamento do ambiente. Assim como o estudo da percepção ambiental de uma comunidade configura-se em uma ferramenta essencial para a compreensão acerca de comportamentos vigentes e para o planejamento de ações que promovam a sensibilização e o desenvolvimento de posturas éticas e responsáveis perante o ambiente (MARCZWSKI, 2006).

A pesquisa levou a compreender que as ações antrópicas exercidas na Laguna interferem na microbiologia do ambiente aquático prejudicando a qualidade da água e levando à contaminação ou até mesmo a morte de muitas espécies. Além disso, os profissionais da área de Gestão podem contribuir para que esse quadro seja revertido ou amenizado.

Figura 1. Foto da Lagoa da Jansen, São Luís- Ma.



Fonte: Autor do Trabalho.

MÉTODOS

O universo do estudo corresponde à Laguna da Jansen em São Luís, MA. A pesquisa foi iniciada com o levantamento de bibliografias referentes aos seguintes temas: Percepção ambiental, Educação Ambiental e Unidades de Conservação, com o intuito de auxiliar e enriquecer o trabalho.

Foi realizada uma visita técnica para reconhecimento da área, onde foi possível coletar informações mais precisas para fundamentação e embasamento prático do estudo com a aplicação de (27) vinte e sete questionários.

Utilizou-se também o método de observação direta, registrando todas as imagens e informações sobre o local com o auxílio de filmadora, máquina digital, celulares e bloco de anotações. Durante o desenvolvimento do trabalho, com o objetivo de conhecer melhor a área, foi feito contato pessoal através da aplicação de questionários com os trabalhadores, moradores e visitantes do próprio local.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Laguna da Jansen foi criada em 23 de junho de 1988 pelo decreto-lei nº 4.878, passando a ser denominado Parque Ecológico da Lagoa da Jansen, visando à preservação de áreas de mangue (MARANHÃO, 1993). As modificações da paisagem foram iniciadas com a ocupação desordenada das áreas de mangues do bairro da Ilhinha,

continuadas com a construção da Avenida Maestro João Nunes e dos conjuntos residenciais Renascença I e II e Ponta do Farol.

O trecho da Avenida Maestro João Nunes foi implantado sobre o igarapé Ana Jansen, acima do nível da lâmina de água e também do coeficiente médio das preamares de quadratura, o que acarretou uma condição de armazenamento de água salgada permanente, originando a laguna. Atualmente, a troca de água na área ocorre somente nas marés de sigízia quando o nível da maré ultrapassa o piso da galeria, e na estação chuvosa, quando o grande aporte de água doce garante o fluxo em direção ao mar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Laguna consiste em um represamento artificial que se comunica com a água do mar, através de comportas, formadas por água salobra, salgada e de lençóis freáticos. A área de estudo é cercada pelos bairros São Francisco, Renascença I e II, Ponta d'Areia e Ponta do Farol.

A mesma foi criada com o objetivo de proporcionar aos visitantes do local um ambiente agradável para se frequentar com a família, passeios e práticas de esportes, porém essa urbanização aliada à construção de uma estrutura a sua volta e com novas condições ambientais socioeconomicamente induzidas, resultaram no desequilíbrio do ambiente natural.

O que se observou durante o trabalho foi o lançamento de efluentes domésticos esgotos (Figura 2) e dos próprios restaurantes que se encontram instalados no local, diretamente na bacia lagunar com essa constante introdução de nutrientes acaba ocorrendo a eutrofização do ambiente, processo de floração das algas, aumento da turbidez e perda de grande parte da biodiversidade.

Figura 2. Lançamento de esgoto sem tratamento.



Fonte: Autor do Trabalho.

A profundidade do ambiente não chega a ser de um ambiente marinho por isso a pressão hidrostática não influencia tanto na microbacia. Constatou-se a presença de líquens brancos, um dos bioindicadores de poluição (Figura 3); e espumas, pois devido à diminuição do oxigênio dissolvido as bactérias não conseguem degradar o material orgânico, essas espumas também denominadas de cisnes-de-detergentes, impedem a entrada de gás oxigênio na água, afetando as formas aeróbicas aquáticas causando o mau cheiro e modificando o ph da água.

A Laguna possui uma comporta onde ocorrem as trocas da água que se encontra no local com o mar. Sua função seria evitar o represamento da água o que iria resultar no aumento da poluição, porém a contaminação já alcançou um nível elevado e a comporta não proporciona uma mudança efetiva nas águas, pois sua vazão é considerada pequena.

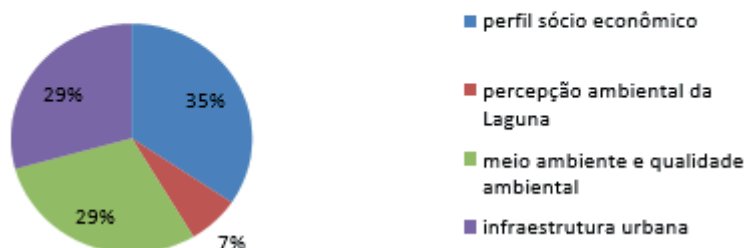
Figura 3. Líquens Brancos – Bioindicadores de Poluição



. Fonte: Autor do Trabalho.

Aplicação de questionários relacionados à percepção ambiental da Laguna da Jansen, relacionadas aos seguintes temas: perfil sócio econômico, percepção ambiental, meio ambiente e qualidade ambiental, infraestrutura urbana.

Percepção Ambiental da Laguna da Jansen - São Luis/MA



Análise do perfil sócio-econômico: 74% dos entrevistados são do sexo feminino, 15% são moradores do entorno da Laguna, 26% apenas frequentadores e 59% são trabalhadores do local. Em relação à percepção ambiental sobre a Laguna da Jansen e seu entorno: 15% utilizam o local para pesca, banho ou passeio, 77% não sabem que a Laguna é uma Unidade de Conservação, 88% concordam que a Laguna encontra-se poluída-contaminada. No que refere-se ao aspecto Meio Ambiente e Qualidade Ambiental foi observado que 63% não reconhecem o tratamento de esgoto, e afirmam que o mesmo é lançado diretamente na Laguna e na praia, 74% não sabem como é feito o tratamento de esgoto da região, 77% afirmam que a coleta de lixo é feita com frequência e 70% reconhecem que a ação antrópica provoca danos a Laguna da Jansen e último aspecto abordado no questionário trata da Infraestrutura Urbana, onde 63% reclamam da segurança pública (assaltos, tráfico, prostituição), 55% não sabem se a água para consumo humana é tratada, 59% acreditam que o processo de urbanização do local é positivo e 59% consideram razoável o transporte coletivo.

Durante as ações de urbanização da Laguna da Jansen (aterros, implantação de rodovia, indução da ocupação, etc) os espaços permeáveis, inclusive áreas de manguezais, foram convertidos para locais de superfície impermeáveis resultando no aumento do volume de escoamento superficial e da carga de poluentes, o que concorreu para a emergência de alterações nas características físicas, químicas e biológicas as quais ocasionaram aumento no volume de escoamento superficial e subseqüentes cargas de erosão e sedimentos às águas superficiais (ARAÚJO, 2007; RIO BRANCO, 1997).

CONCLUSÕES

Na maioria das vezes a questão ambiental é trabalhada de forma alarmista, o que ocorre em relação à ausência ou deficiência em termos de planejamento e ao pouco cumprimento das normas ambientais e urbanísticas.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a Laguna da Jansen dispõe de grande diversidade de atrativos naturais e culturais, que podem ser utilizados de forma planejada, para o desenvolvimento de práticas esportivas e turísticas, a fim de trazer melhorias para o meio ambiente e para a comunidade local.

Dessa forma, a percepção ambiental é um instrumento científico muito importante para a Educação Ambiental e, portanto, direcionador de atividades de recuperação da área, transformação de pensamentos e comportamento da população que frequenta e a tomada de medidas mitigadoras por parte de gestores ambientais.

Destaca-se o papel do Poder Público para que melhorias como: revitalização da Laguna, tratamento de esgoto lançado in natura, segurança manutenção das pistas de caminhada e corrida, equipamentos esportivos tornando-se adequado para o uso e a importância de um projeto sócio político com os moradores, tendo em vista, que os mesmos como fundadores do local teriam uma fonte de renda e contribuiriam com mais relevância para a preservação do local.

SUGESTÕES

- Criação e implementação de fato de um programa de Saneamento Ambiental;
- Sistema de Tratamento de Efluentes;
- Programa de Educação Ambiental Formal e Não formal;
- Monitoramento da qualidade da água e controle das espécies locais;
- Parcerias entre profissionais da Saúde e Educação, moradores e afins para tratar dos aspectos referentes á saneamento e educação ambiental;
- Manutenção dos aparelhos urbanos, vias, transporte público, equipamentos de esporte e segurança;
- Parcerias entre Poder Público e Privado para manutenção e preservação da Unidade de Conservação.

■ REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de GUERRA, José Teixeira. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 2º ed. Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil, 2007.
2. _____. Diagnostico Ambiental da lagoa da Jansen (relatório parcial) LABOHIDRO – São Luis– MA, 1998.
3. MARANHÃO. (Governo do Estado). **Programa de Saneamento e recuperação ambiental da Lagoa da Jansen**. Estudo de Impacto Ambiental/ EIA. São Luís: SEPLAN, 1993.

4. MARCZWSKI, M. **Avaliação da percepção ambiental em uma população de estudante do Ensino Fundamental de uma escola municipal rural: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Ecologia)- Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

“ Percepção da importância das matas ciliares do córrego cacau (Confresa – Mato Grosso) pelos moradores de seu entorno

- | Edivaldo Soares **Silva**
- | José Gerley Díaz **Castro**
UFT
- | Polyana Rafaela **Ramos**
IFMT
- | José Pereira Cordão **Sobrinho**
- | Juliana Milhomem **Paz**
UFT
- | Valdiene dos Santos Possidônia **Castro**
UNOPAR

RESUMO

Objetivo: Este trabalho buscou conhecer a percepção ambiental dos moradores do córrego Cacaú com relação às matas ciliares, no município de Confresa-MT. **Métodos:** Foram realizadas entrevistas com 10 proprietários de terras, situadas às margens do córrego Cacaú. Cada entrevista foi realizada com o auxílio de um questionário contendo 12 perguntas visando verificar a percepção deles referente às mudanças em relação a aspectos como vegetação em seu entorno e vazão de água em épocas diferentes. **Resultados:** O Córrego Cacaú apresenta ações antrópicas provenientes da substituição da mata ciliar por pasto. Com as transformações na paisagem os produtores e o município sofrem as consequências de água. Dentre os entrevistados, é unânime a percepção das alterações ocorridas ao longo do tempo após a retirada de grande parte das matas ciliares no entorno do córrego Cacaú. Segundo os informantes, além dos problemas com abastecimento de água no município, dentro da propriedade não é diferente, uma vez que há necessidade de fornecer água para o gado, irrigações de hortaliças e até mesmo para o suprimento das necessidades básicas da família. **Considerações finais:** Ainda há um remanescente de mata ciliar em alguns pontos ao longo do córrego Cacaú. Os produtores têm consciência da importância de sua preservação, porém, segundo eles, faltam programas que possa auxiliá-los na tarefa de recompor as áreas em avançado estágio de degradação. Um programa de educação ambiental pode ser executado pelo poder público local visando a recuperação do ambiente.

Palavras-chave: Mata Ciliar, Ecossistemas Aquáticos, Ecologia.

INTRODUÇÃO

As matas ciliares desempenham um importante papel na dinâmica trófica dos ecossistemas localizados na zona de transição aquático terrestre. Sua destruição pode comprometer seriamente os ecossistemas aquáticos e a qualidade da água. O que exige muitos estudos para recuperar esses ambientes (RAMOS et al., 2020). Estudos de percepção ambiental também vêm considerando a relação do ser humano com a paisagem (LANFREDIL et al, 2016) onde o componente humano compreende a experiência passada, o conhecimento, as expectativas e o contexto sociocultural dos indivíduos e dos grupos (MACEDO, 2005).

Verifica-se, portanto, que apesar da relevância das matas ciliares, este curso tem sido degradado e perturbado. De acordo com Pereira et al. (2020) mesmo sendo amparadas legalmente, as matas ciliares vêm sendo destruídas por meio de ações antrópicas que desmatam as margens principalmente para implantação de atividades agrícolas. Isso exige além de programas de educação também políticas públicas que envolvam a conscientização ambiental, juntando “novos enfoques de conhecimentos científicos e tecnológicos que integram os processos que acontecem na realidade de nossa sociedade” (LOPES, 2011).

OBJETIVO

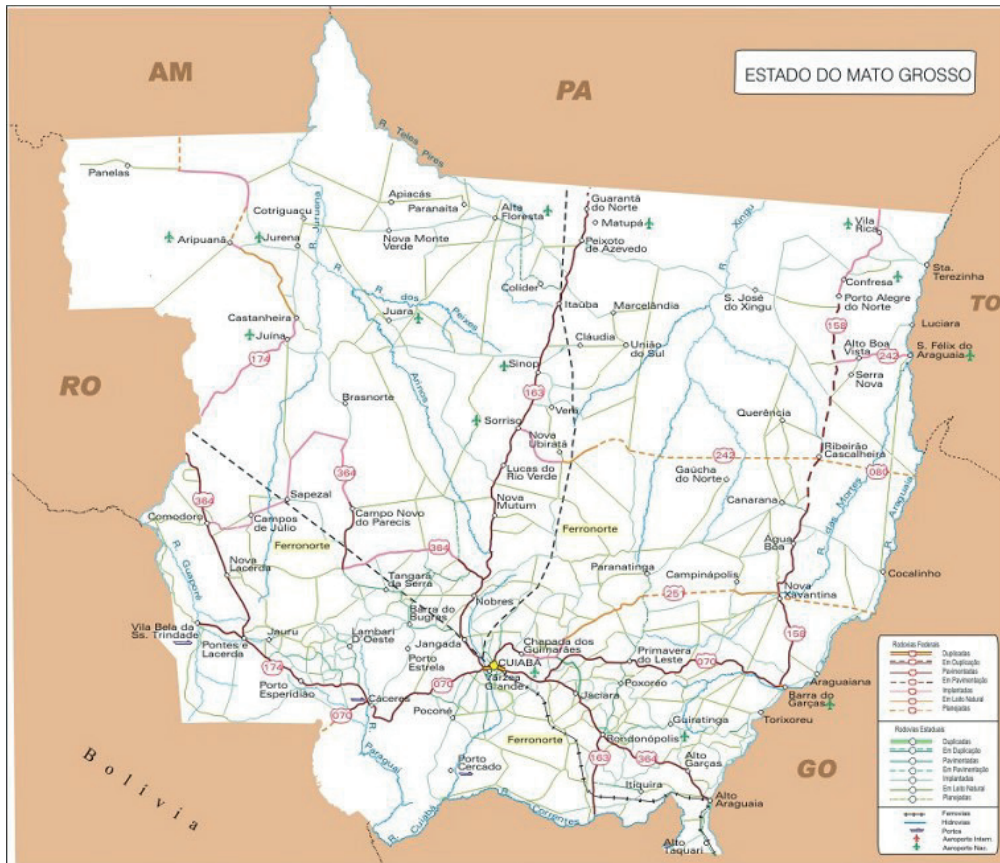
O presente trabalho objetivou levantar a percepção ambiental sobre a importância das matas ciliares do córrego Cacau pelos moradores do seu entorno, no município de Confresa-MT.

MÉTODOS

Local do estudo:

O Córrego Cacau passa a 2.500 m da área urbana de Confresa – MT e corta a BR 158. Esta rodovia faz várias curvas acompanhando o córrego no trajeto que segue rumo à sua nascente, guiado pelo relevo constituído por serras, porém na maior parte de seu percurso, encontra-se desprovido de mata ciliar.

Figura 01. Mapa do Estado de Mato Grosso, com a localização do município de Confresa.



Fonte: Ministério dos Transportes, 2010.

Metodologia

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas entrevistas com 10 (dez) proprietários de terras, situadas às margens do córrego Cacau. Cada entrevista foi realizada com o auxílio de um questionário contendo 12 (doze) perguntas relacionadas ao tema.

Dentro das perguntas direcionadas aos produtores rurais que residem às margens do córrego, procurou-se verificar a percepção de cada um deles referente às mudanças que se encontram em seu leito, principalmente em relação a aspectos como vegetação em seu entorno e vazão de água em épocas diferentes (verão e inverno).

Aliado a este instrumento de pesquisa, houve ainda visitas *in loco*, onde foi possível observar a real situação do Cacau e confrontar com as declarações dos moradores.

RESULTADOS

O Córrego Cacau apresenta ações antrópicas provenientes da substituição da mata ciliar pela pastagens como pode ser visualizado nas Figuras 2, 3 e 4. Por isso tornam-se notáveis os cuidados emergenciais que devem ser tomados quanto a este recurso natural que está ligado diretamente com a vida animal e vegetal de toda esta microrregião.

Com as transformações na paisagem os produtores e o município sofrem as consequências de água. Dentre os entrevistados, é unânime a percepção das alterações ocorridas ao longo do tempo após a retirada de grande parte das matas ciliares no entorno do córrego Cacau. Segundo os informantes, além dos problemas com abastecimento de água no município, dentro da propriedade não é diferente, uma vez que há necessidade de fornecer água para o gado, irrigações de hortaliças e até mesmo para o suprimento das necessidades básicas da família.



DISCUSSÃO

A população brasileira cresce todo ano, assim, há uma demanda de alimentos que pressiona cada vez mais a utilização dos recursos renováveis. Para atender a demanda, os produtores rurais aumentam as áreas para plantio e pecuária, como acontece na região norte de Mato Grosso. Os ecossistemas aquáticos sofrem também quando o desmatamento atinge as matas ciliares. De acordo com a Lanfredil (2015), a localização de residências perto dos ambientes aquáticos, geralmente ocasiona uma interferência na dinâmica natural do curso d'água, visto que há comprometimento das nascentes. No caso do rio Cacau, a vegetação ciliar está muito comprometida o que exige recuperação urgente, sendo o ideal o plantio de mudas nativas. Conforme apontam Ferreira e Dias (2004) panorama, as matas ciliares não escapam da destruição e são alvo de todo tipo de degradação. Os autores ainda lembram que muitas cidades são criadas nas margens dos rios, normalmente eliminando todo tipo de vegetação ciliar. Como consequência as cidades sofrem com inundações, poluição, doenças e modificação da paisagem. A recuperação das matas ciliares deve ser realizada com espécies nativas como sugerem Zonta et al. (2020).

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar entre os entrevistados que há uma pequena quantidade de mata ciliar em alguns pontos ao longo do córrego Cacaú, embora em algumas propriedades a presença dessa vegetação é inexistente.

Embora os produtores que vivem e utilizam a água do córrego Cacaú para sobrevivência e atividades produtivas, têm consciência da importância de sua preservação, porém ainda faltam programas que possa auxiliá-los na tarefa de recompor as áreas em avançado estágio de degradação. Ações devem ser tomadas pelo poder público para a recuperar e conservar a mata ciliar do córrego Cacaú. Entre as ações que podem ser tomadas deve ser incluída a educação ambiental, visando não só a conscientização dos produtores mas também das pessoas que vivem na cidade de Confresa. Ainda um levantamento da flora nativa deverá ser levantada visando recuperar as matas ciliares com plantas nativas.

■ REFERÊNCIAS

1. FERREIRA, D.A.C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Rev. Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000400016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 24 nov. 2020.
2. LANFREDIL, D. F. et al. Percepção ambiental sobre preservação da mata ciliar por ribeirinhos do rio Suzana/RS. PERSPECTIVA, **Erechim**. v. 40, n.149, p. 33-41, 2016. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/149_544.pdf>. Acesso em 24 nov. 2020.
3. LOPES, M. C. **Ações de educação ambiental e monitoramento da água no córrego da Olaria, APTA-Pindorama, S.P.** 2011. ii, 87 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/88326>>. Acesso em 20 nov. 2020.
4. MACEDO, R. L. G. **Percepção, conscientização e conservação ambientais.** Lavras: FAE-PE, 2005
5. PEREIRA, T.M. et al. Mata ciliar, erosão e assoreamento: construindo saberes de forma lúdica. **REnCiMa**, v. 11, n.4, p. 212-231, 2020. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1564/1290>>. Acesso em 24 nov. 2020.
6. ZONTA, L.V. et al. Parâmetros bióticos e abióticos de um ambiente de mata ciliar em estágio inicial de recuperação. **Revista ponto de vista** v. 2, n. 20, p. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/10816/5993>>. Acesso em 24 nov. 2020.

“ Perfil Epidemiológico de Acidentes por Animais Peçonhentos no Estado de Minas Gerais

▮ Claudimir Silva **Santos**
IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO

▮ Fabricio Santos **Rita**
IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO

RESUMO

Atualmente observa-se um crescente número de notificações alertando sobre a presença destes animais e sua proximidade com as pessoas, sejam elas nos espaços domésticos ou laborais. O objetivo consiste em analisar o número de acidentes por animais peçonhentos ocorridos no período de 2014 a 2019 no Estado de Minas Gerais e incentivar ações de prevenção em saúde junto aos alunos do Curso Técnico em Enfermagem do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. A metodologia utilizada consistiu em dados levantados referentes à epidemiologia de acidentes com animais peçonhentos que foram registrados no período de 2014 a 2019, no Estado de Minas Gerais. O levantamento dos dados foi realizado a partir dos dados disponíveis no SINAN/DATASUS e as ações de educação em saúde foram realizadas no Curso técnico em Enfermagem do IFSULDEMINAS- Campus Muzambinho. Na análise dos acidentes com animais peçonhentos foi possível observar que o número de registro segue uma distribuição diferente nos períodos de estudo levantados. O período de estudo totaliza 233221 registros de acidentes notificados com o aumento de registros de acidentes de 2014 até 2018 com uma queda de 1648 registros no ano de 2019. Em relação ao tempo de atendimentos motivados por acidentes com animais peçonhentos foram realizados 233050 registros, onde o valor total de acidentes por período foi aumentando entre os anos de 2014 a 2018, com uma queda de 1648 registros em 2019, demonstrando a relação entre desmatamento, mudanças climáticas e saúde ambiental. A capacitação dos profissionais responsáveis pelo sistema de preenchimento das fichas de notificações evidencia a importância do correto preenchimento e monitoramento para que ocorra uma correta identificação e registro das informações de acidentes por animais peçonhentos. A educação em saúde é fundamental para viabilizar a melhoria dos indicadores de saúde e de promover a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Notificação, Impacto Ambiental, Mudanças Climáticas.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, os acidentes envolvendo animais peçonhentos são considerados um problema para a saúde pública. Entre as serpentes de notificação estão: famílias Viperidae e Elapidae, divididas nos gêneros Bothrops (jararacas), Crotalus (cascavel), Lachesis (surucucu pico de jaca) e Micrurus (coral verdadeira) (BRASIL, 2019).

Os animais peçonhentos são aqueles que de alguma forma produzem peçonha e que ao contato com o organismo dos humanos podem desenvolver respostas fisiológicas no corpo humano. Os animais peçonhentos usam sua peçonha para injetá-la através de presas predadoras, muito deles tem aparelho inoculador modificados, ou através de ferrão, agulhão, quelíceras, nematocistos, cerdas urticantes (BRASIL, 2010).

Observa-se um crescente número de notificações alertando sobre a presença destes animais e sua proximidade com as pessoas, sejam elas nos espaços domésticos ou laborais. Situações de degradação ambiental, aumento da urbanização, ascensão imobiliária e elevado acúmulo de resíduos nas cidades e no ambiente rural estão cada vez mais associadas a estes eventos (BOCHNER & STRUCHINER, 2004).

Os animais peçonhentos como as aranhas, escorpiões, abelhas, serpentes, e lagartas são apontados pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINTOX) como o segundo maior agente de intoxicação humana no nosso país, superado somente pelo grupo de fármacos (MACHADO, 2016).

Estudos apontam que acidentes notificados por animais peçonhentos têm aumentado consideravelmente em especial na zona rural pelas mudanças climáticas e efeitos produzidos pelas ações antrópicas (LIMA et al, 2009).

O objetivo desse trabalho consiste em avaliar o perfil epidemiológico de acidentes por animais peçonhentos ocorridos no período de 2014 a 2019 no Estado de Minas Gerais e incentivar ações de prevenção em saúde junto aos alunos do Curso Técnico em Enfermagem do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico, descritivo, de abordagem quantitativa. A metodologia utilizada consistiu em dados levantados referentes à epidemiologia de acidentes com animais peçonhentos que foram registrados no período de 2014 a 2019, no Estado de Minas Gerais. Trata-se de um Estado que possui a maior produção de café arábica com uma população de 21,2 milhões de habitantes (IBGE, 2020).

Foram coletados os dados no período de abril a agosto de 2020, dos casos notificados de acidentes com animais peçonhentos ocorridos no período de 01 janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2019 e que estavam disponibilizados em modo público no (SINAN/DATASUS).

Os dados foram extraídos e coletados a partir do Sistema de Informação de Agravos de Notificação vinculado ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (SINAN/DATASUS) que estão disponibilizados em modo público no endereço eletrônico (<http://tab-net.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?sinannet/cnv/animaisma.def>). E assim, as variáveis do estudo foram selecionadas com base na ficha de notificação/investigação de acidente com animais peçonhentos, sendo as seguintes variáveis: meses de ocorrência, tipos de animais causadores (serpente, aranha e escorpião), e valor total de acidentes por ano e município.

Por se tratar de uma pesquisa com dados secundários disponibilizados em modo público vinculado ao Ministério da Saúde não foi necessário à avaliação do comitê de ética em Pesquisa para apreciação e aprovação.

Após estabelecermos a temática a ser abordada e acesso aos Manuais do Ministério da Saúde para elaboração do conteúdo informativo contactamos as escolas do Município para agendarmos as atividades de Promoção de Saúde. A primeira Instituição a receber a atividade foi o Curso Técnico em Enfermagem do IFSULDEMINAS- Campus Muzambinho, na disciplina de Biossegurança aplicada às Ações de Enfermagem. Previamente elaboramos um roteiro sobre o conteúdo que seria ministrado em sala de aula junto aos alunos e então desenvolvemos práticas pedagógicas expositivas para nos auxiliarem na contextualização das informações e na participação dos alunos com perguntas e relatos sobre a presença constante de aranhas, serpentes e escorpiões, bem como sobre os acidentes.

O trabalho atendeu 30 estudantes, nos meses de setembro e outubro de 2019, residentes na zona rural e urbana do Município de Muzambinho – MG, no período noturno. Iniciamos nosso trabalho com apresentação de slides com duração de aproximadamente 15 minutos com informações sobre os acidentes com animais peçonhentos, definição e sua importância. Em seguida realizamos uma atividade com a turma sobre a intervenção humana na natureza e a importância da educação para a saúde. Foi reservado um espaço de 10 minutos para que os alunos pudessem argumentar e verbalizar seus pensamentos sobre a temática e realizamos o registro de nossa atividade com a turma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos acidentes com animais peçonhentos foi possível observar que o número de registro segue uma distribuição diferente nos períodos de estudo levantados.

Como é possível observar no Quadro I, o período de estudo totaliza 233221 registros de acidentes, com o aumento de registros de acidentes de 2014 até 2018 com uma queda de 1648 registros no ano de 2019.

Na avaliação sobre os casos de registros por serpentes o ano de 2016 apresenta 2493 registros, sendo considerado o menor quando comparado com o ano de 2018 com 3327 registros.

No mundo por ano, ocorrem aproximadamente cerca de 2.500.000 acidentes por cobras peçonhentas e no Brasil 33.000 acidentes por animais peçonhentos, onde destes 20.000 são por cobras. Sendo o campo a região mais afetada e que apresentam preocupação pelos índices de morbidade por localizarem-se mais distantes dos centros de saúde urbanos (RITA et al, 2016).

Na avaliação sobre os registros de acidentes por aranhas o ano de 2018 apresenta 5229 casos, sendo considerado o ano com mais notificações e o ano de 2014 com 2898 registros, vindo ao encontro do estudo de Marques da Silva (2005) que apresentam dados representativos sobre a incidência de eventos com notificações, bem como com os dados do DATASUS. Além de referir que uma das causas de subnotificação é a ausência de informações importantes como a espécie do aracnídeo ou do ofídio, impactando no levantamento estatístico.

Essa espécie tem como artifício abster-se por tempo prolongado de alimentação, bem como resistência á períodos longos de estiagem e reprodução numerosa aproximada de 15 ootecas com até 138 ovos no decorrer da sua vida, aumentando a probabilidade da ocorrência de acidentes aracnídeos (Silva et al., 2020).

Na avaliação sobre os registros de acidentes por escorpiões o ano de 2018 corresponde ao maior número de casos com 35682 casos quando comparado ao ano de 2014 com 18997 registros. Os trabalhos que retratam o escorpião como precursor de acidentes convergem com os estudos de Lira da Silva (2000) que retrata os escorpiões como um dos principais pertencentes a estatística de acidentes aracnídeos.

Em um estudo realizado por Silva (2017) desastres envolvendo escorpiões ocorrem durante o ano todo, entretanto, assim como as cobras estiveram envolvidas em imprevistos principalmente durante o outono.

Na avaliação sobre os registros de acidentes por lagartas o ano de 2018 corresponde ao maior número de casos com 1693 casos quando comparado ao ano de 2014 com 707 registros.

Quadro 1. Número de registros de acidentes por Animais Peçonhentos no Estado de Minas Gerais no período de 2014 - 2019.

ACIDENTE POR ANIMAIS PEÇONHENTOS – Minas Gerais							
Ano	Serpente	Aranha	Escorpião	Lagarta	Abelha	Outros	Total
2014	2655	2898	18997	707	2196	1454	29153
2015	2607	3296	19891	735	2299	1411	30434
2016	2493	3411	21550	815	2248	1263	32000
2017	3311	3694	28101	1101	2615	1591	40747
2018	3327	5229	35682	1693	2904	1970	51182
2019	3292	5082	34531	1528	2765	1944	49534
Total	17699	23634	158851	6583	15041	9646	233221

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

Como é possível observar no Quadro II, o período de estudo totaliza 233221 registros de acidentes, com o aumento de registros de acidentes de 2014 até 2018 com uma queda de 1648 registros no ano de 2019. O que pode ser justificado pela ausência de informações importantes durante a notificação (SILVA & FISCHER, 2005)

Na avaliação sobre os registros de acidentes por abelhas o ano de 2018 corresponde ao maior número de casos com 2904 casos quando comparado ao ano de 2014 com 2196 registros.

Em um estudo de Machado (2012) foram registrados em Minas Gerais 20.489 casos de 2000 a 2017, com 76 óbitos contabilizados, demonstrando a importância de um acompanhamento epidemiológico e com a correta notificação. Pois também apresenta uma incidência de 12,5 em 2017, equivalente à aproximadamente 20,8 vezes maior do que no ano de 2004.

Silva et al (2019) apontam em seus estudos, entre 2014 e 2019, um aumento considerável da quantidade de casos e da incidência dos acidentes por abelhas notificados em Minas Gerais quando comparado a outros períodos, apontando provavelmente que esteja ocorrendo mais notificações atualmente do que nos anos iniciais. (SILVA et al, 2019).

Conhecer a epidemiologia e as causas de acidentes causados por abelhas significaria uma ferramenta importante no contexto ambiental e de saúde pública no sentido de orientar e informar a população e os trabalhadores (Machado, 2012).

Na avaliação sobre os registros de acidentes por outros animais o ano de 2018 corresponde ao maior número de casos com 1970 casos quando comparado ao ano de 2016 com 1263 registros, o que sugere a não identificação do animal.

Quadro 2. Tempo de atendimento na assistência a acidentes por Animais Peçonhentos no Estado de Minas Gerais no período de 2014 - 2019.

TEMPO DE ATENDIMENTO EM ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS – MG								
Ano	Ignorado/ Branco	0 a 1 horas	1 a 3 horas	3 a 6 horas	6 a 12 horas	12 a 24 horas	24 e + horas	Total
2014	543	15400	8526	2177	787	778	942	29153
2015	568	16880	8130	2246	863	729	1018	30434

TEMPO DE ATENDIMENTO EM ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS – MG								
Ano	Ignorado/ Branco	0 a 1 horas	1 a 3 horas	3 a 6 horas	6 a 12 horas	12 a 24 horas	24 e + horas	Total
2016	737	18161	8485	2180	784	689	964	32000
2017	1211	22942	10458	2886	1100	923	1227	40747
2018	1396	29181	13008	3548	1346	1132	1571	51182
2019	1693	28502	12529	3140	1169	1080	1421	49534

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

Como é possível observar o período de estudo totaliza 233050 registros de atendimentos motivados por acidentes com animais peçonhentos, onde o valor total de acidentes por período foi aumentando entre os anos de 2014 a 2018, com uma queda de 1648 registros em 2019. Quanto ao número maior de atendimentos o maior ocorreu em 2018 (51182) quando comparado ao ano de 2014 (29153).

No ano de 2014 foram totalizados 29153 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 15400 atendimentos e o menor ign/branco com 543 registros.

No ano de 2015 foram totalizados 30434 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 16880 atendimentos e o menor ign/branco com 568 registros.

No ano de 2016 foram totalizados 32000 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 18161 atendimentos e o menor de 12-24 horas com 689 registros. Destacando que os números de casos ignorados/branco obtiveram número de 737.

No ano de 2017 foram totalizados 40747 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 22942 atendimentos e o menor de 12-24 horas com 923 registros. Destacando que os números de casos ignorados/branco obtiveram número de 1211.

No ano de 2018 foram totalizados 51182 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 29181 atendimentos e o menor de 12-24 horas com 1132 registros. Destacando que os números de casos ignorados/branco obtiveram número de 1396.

No ano de 2019 foram totalizados 49534 atendimentos, tendo o maior número de registros o tempo de atendimento no intervalo de 0-1 hora com número total de 28502 atendimentos e o menor de 12-24 horas com 1080 registros. Destacando que os números de casos ignorados/branco obtiveram número de 1693.

Tais dados corroboram com o estudo de Silveira e Machado (2017) onde foram registrados 42 casos como ignorados/branco, categoria que enquadra os acidentes em que os animais causadores não foram identificados ou não ocorreu a completa observação do

preenchimento pelo profissional de saúde, dificultando o levantamento do tipo de acidente e da terapêutica a ser adotada.

O que demonstra a importância da implementação de sistemas de capacitação para o atendimento e monitoramento na realização das notificações para que haja uma correta identificação e registro das fichas de notificação de acidentes por animais peçonhentos, bem como no atendimento a este tipo de registro.

Estudos de Fizon (2008) apontam falhas no processo de notificação dos registros de acidentes pelo SINAN, incitando os profissionais de saúde e pesquisadores sobre o tema para reflexões acerca de um processo de preenchimento do instrumento de notificação mais fidedigno e completo assunto nas várias regiões do país.

Com relação ao tempo de atendimento no período de estudo foram obtidos sem informação clara e concreta (ig/branco) 6148 registros, de 0-1 hora 131066, de 1-3 horas 31136, de 3-6 horas 16177, de 6 a 12 horas 6049, de 12-24 horas 5331 e em mais de 24 horas o valor de 7143 casos.

O ano que apresenta o maior número de atendimentos ocorrido de forma ignorada ou preenchida em branco foi o de 2019 com 1693 registros e o menor, o ano de 2015 com 568. Tal observação é uma preocupação devido ao crescente número de situações incompletas ao longo de 2015 até 2019.

O ano que apresenta o maior número de atendimentos de 0-1 hora foi o de 2018 com 29181 registros e o menor 2014 com 15400, de 1-3 horas o maior foi 2018 com 13008 registros e o menor 2015 com 8130, de 3-6 horas o maior foi 2018 com 3548 registros e o menor 2019 com 3140, de 6- 12 horas o maior foi 2018 com 1346 registros e o menor 2014 com 787, de 12-24 horas o maior foi 2018 com 1132 registros e o menor 2016 com 689, e mais de 24 horas o maior foi 2018 com 1571 registros e o menor 2014 com 942 notificações.

Na avaliação do tempo decorrido (Quadro II) entre a picada do animal e a assistência prestada pelo atendimento nas unidades de saúde aproximadamente os anos de 2019 e 2018 apresentam o maior quantitativo de indivíduos atendidos, o que corrobora com o estudo de Silveira (2017) onde 49% dos acidentados são atendidos dentro do tempo considerado ideal para esta circunstância (tempo inferior a 1 hora), em relação aos outros atendimentos que necessitaram de um tempo mais elevado quando não havia potencial de agravamento dos sinais e sintomas.

Vieira et al (2019) discorre em seus estudos que em relação ao tempo de atendimento após a picada em Vassouras/RJ, a maioria dos casos registrados recebeu o atendimento de 0 a 3 horas, onde a análise detectou poucos atendimentos nos demais horários, e uma minoria após 24 horas. Além de reconhecer o gênero masculino como o mais acometido com os acidentes, bem como a idade das vítimas de 20 a 39 anos acompanhado pelos de 40 a

59 anos, nas picadas por serpentes. Em relação à gravidade dos casos em no Município Carioca, foram classificados como graves 21 casos, 82 moderados, 71 leves e 3 inconclusivos (Vieira et al 2019). Estudo que converge com os dados deste levantamento demonstrando o perfil do atendimento nas situações de acidentes ocorridos com animais peçonhentos.

Na avaliação sobre o tempo de atendimento nos casos notificados por Machado (2012) em 1040 casos (48,98 %) o atendimento ocorreu na primeira hora e em 624 casos (29,39%) esse tempo foi de uma a três horas, destacando a importância da realização rápida do atendimento após o acidente, pois o tratamento precoce e rápido garante a minimização do risco de morte.

A elevação do número de casos notificados pode ser interpretada de duas maneiras distintas, por um lado o maior acesso e melhoria do sistema de notificação dos serviços de saúde para que ocorra o registro e por outro a crescente invasão antrópica nos ambientes de preservação e ambientes rurais proporcionando a perda do habitat natural do animal e busca de abrigo nos ambientes domésticos (FIZSON, 2008).

Nascimento, Espíndola e Azevedo (2019) apontam em seu estudo realizado em Minas Gerais que nos períodos entre janeiro, março, abril e dezembro há um movimento dos animais peçonhentos em virtude da ocasião de sua reprodução e vulnerabilidade de alojamentos devido a invasão da água das chuvas e necessidade de obter proteção nos domicílios, o que favorece os acidentes domésticos.

O estudo de Sousa et al. (2019), revela que os animais peçonhentos apresentam elevada movimentação e locomoção nos meses quentes e chuvosos, pois em períodos com baixas temperaturas e baixa umidade possuem o hábito de se abrigarem em locais seguros e protegidos.

Diante disso, é possível afirmar que o aumento dos números de casos notificados de acidentes com animais peçonhentos está relacionado à elevação do número de animais nos espaços de convivência entre o homem e o animal, principalmente pelo crescimento urbano, desmatamento e mudanças climáticas, com alterações nos seus locais de alojamento e abrigo (MACHADO, 2016).

O que demonstra a necessidade da intervenção, orientação, e instrumentalização dos profissionais de saúde para o enfrentamento e capacitação em saúde com o objetivo de prevenir e evitar circunstâncias em potencial de acidentes com animais peçonhentos.

Na ação pedagógica com os alunos em sala de aula foi possível observar que durante a atividade de interação e percepção ambiental demonstraram interesse pelo tema e sensibilidade para reconhecer e identificar o público-alvo exposto ao contato acidental com estes animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que as ações de informação, divulgação e apropriação do conhecimento sobre os dados epidemiológicos, ambientais e de saúde são de fundamental importância para os profissionais de saúde pois assim podem permitir a elaboração de planos de ações e atitudes prevencionistas para a observação da presença dos animais nos ambientes de convivência domésticos, familiares e ocupacionais. Bem como poderá contribuir com a instrumentalização das unidades de saúde para a realização das notificações e registros de forma completa e fidedigna para o posterior acompanhamento do perfil epidemiológico dos acidentes e do tempo de atendimento durante a assistência ao acidentado.

■ REFERÊNCIAS

1. BOCHNER, R; STRUCHINER C.J. Aspectos ambientais e socioeconômicos relacionados à incidência de acidentes ofídicos no Estado do Rio de Janeiro de 1990 a 1996: uma análise exploratória. **Cadernos Saúde Pública** 2004; 20: 976-985.
2. BRASIL, Ministério da saúde. Boletim epidemiológico. Acidente de trabalho por animais peçonhentos entre trabalhadores do campo, floresta e água, Brasil 2007-2017. Brasília: Ministério da saúde. 2019. [citado em 10 ago. 2019]. Disponível: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/marco/29/2018-059.pdf>
3. BRASIL, Ministério da saúde. O que são animais peçonhentos? Brasília: Ministério da saúde. 2010. [citado em 10 jul. 2019]. Disponível: <http://www.saude.gov.br/saude-de-az/acidentes-por-animais-peconhentos>.
4. BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. – 3. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. SINAN/SVS/MS. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan**, Ministério da Saúde, 2019.
6. Fizon JT, Bochner R. Subnotificação de acidentes por animais peçonhentos registrados pelo SINAN no Estado do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2005. **Rev bras epidemiol.** 2008; 11(1):114–27.
7. LIMA, J.S; MARTELLI, J.H; MARTELLI D.R.B; SILVA, M.S; CARVALHO, S.F.G; CANELA, et al. Perfil dos acidentes ofídicos no norte do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Rev Soc Bras Med Trop** 2009; 42(5): 561-564.
8. LIRA-DA-SILVA, R. M.; AMORIM, A. M.; BRAZIL, T. K. Envenenamento por *Tityus stigmurus* (Scorpiones; Buthidae) no Estado da Bahia, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** Uberaba, v. 33, n. 3, p. 239-245, 2000.
9. Machado C, Bochner R, Fizon JT. Epidemiological profile of snakebites in Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2006. **J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis** 2012; 18(2):217-224.

10. MACHADO C, BOCHNER R. A informação dos acidentes crotálicos no Estado do Rio de Janeiro, 2001 a 2010. **Gaz Med Bahia**. 2012; 82(1):78–84.
11. MACHADO, C. Um panorama dos acidentes por animais peçonhentos no Brasil. **Journal Health NPEPS 2016**.
12. MARQUES-DA-SILVA, E.; FISCHER, M. L. Distribuição das espécies do gênero *Loxosceles* Heinecken & Lowe, 1835 (Araneae; Sicariidae) no Estado do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Uberaba, v. 38, n. 4, p. 331-335, 2005
13. Ministério da Saúde (BR). **Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos**. Acessoria de Comunicação e Educação em Saúde. Brasília: MS; 2001.
14. NASCIMENTO, J.L.M.; ESPÍNDOLA, M.F.; AZEVEDO, D.R.M. Epidemiologia dos acidentes com animais peçonhentos registrados no estado de Goiás entre os anos de 2007 e 2017. **Rev. Educação em Saúde**.v.7, n.2, p. 47-54, 2019.
15. RITA TS, SISENANDO HA, MACHADO C. Análise epidemiológica dos acidentes ofídicos no município de Teresópolis-RJ no período de 2007 a 2010. **Revista Ciência Plural**. 2016; 2(2):28-41.
16. Silva et al. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA**, Três Lagoas, v. 9, n. 3, p. 50-63, Agosto Dezembro. 2019. Edição especial. Seção Saúde. ISSN: 2447-8822.
17. SILVA, E.X.S. et al. Cuidados de enfermagem no atendimento às vítimas de picadas escorpionicas na atenção primária à saúde. **Rev. Cogitare enferm**, v. 25, e 67322, 2020.
18. Silva, P. L. N., Damasceno R. F., Oliveira Neta, A. I., Ferreira, I. R., Fonseca, A. D. G.(2017). Perfil epidemiológico dos acidentes por animais peçonhentos notificados no Estado de Minas Gerais durante o período de 2010-2015. **Revista de Saúde e Educação**, 5(2), 199-217
19. SILVEIRA, J,L. MACHADO, C. Epidemiologia dos acidentes por animais peçonhentos nos municípios do Sul de Minas Gerais, **Journal Health NPEPS**. 2017; 2(Supl.1):88-101.
20. SOUSA, D.J. et al. Estudo retrospectivo dos acidentes por animais peçonhentos no estado do Piauí. **Rev. Interd**. v. 12, n. 4, p. 32-38, 2019.
21. Vieira, DS; Soares, ALBR; Arbs, FC; Martins, ML; Côrtes, PPR. O Enfermeiro na Unidade de Saúde da Família: Estudo Socioclínico Institucional. **Revista Pró-UniverSUS**. 2019 Jul./Dez.; 10 (2): 08-12.

“ Planejamento ambiental de resíduos sólidos em centro de saúde e Comunidade de Palmas – Tocantins

▮ Adailton Tomaz da **Silva**
UFT

▮ José Gerley Diaz **Castro**
UFT

▮ Marta Azevedo dos **Santos**
UFT

RESUMO

O objetivo deste estudo foi contribuir com o manejo adequado dos Resíduos Sólidos da Saúde em um Centro de Saúde da Comunidade (CSC) de Palmas/TO, com vistas a assegurar o desenvolvimento sustentável, a preservação da saúde da comunidade e a educação sanitária dos profissionais deste Centro. Trata-se de um estudo descritivo tipo intervenção. No início da pesquisa verificou-se que os resíduos não estavam sendo operacionalizados de forma adequada nas diferentes etapas do processo: segregação, acondicionamento, identificação, coleta, armazenamento, transporte e disposição final. Apenas 35% dos itens estavam de acordo com a legislação, este número foi elevado para 95% no momento da implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Ainda, os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) de limpeza e lavagem de instrumentos foram implantados no CSC com a participação de 48 dos 55 funcionários. Conclui-se que a fragilidade no processo de gestão dos resíduos de saúde, se dá pelo desconhecimento das normas e legislações, bem como pela falta de capacitação dos profissionais envolvida no processo.

Palavras-chave: Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, Unidade Básica de Saúde, Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico implementado pelo progresso vem também à produção crescente tanto quantitativa como qualitativa de novos tipos de resíduos sólidos que afetam o meio ambiente e a qualidade de vida do ser humano, constituindo-se atualmente em um grande desafio a ser enfrentado pelas administrações públicas. Como lidar com a produção e destino dos resíduos Sólidos?

A produção de resíduos na área da saúde exige a necessidade de aplicação de um conjunto de procedimentos adequados para atender a legislação quanto ao seu manuseio. Os Resíduos Sólidos da Saúde (RSS), devido suas particularidades, merecem uma atenção especial devendo ter processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio até à sua disposição final.

Para acompanhar a evolução tecnológica, as leis Brasileiras sofreram mudanças com o passar do tempo. Até 1998 quem regulamentava o Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (GRSS) era o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (Nº 6.938/81). Com a criação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS (9.782/99) coube Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA a competência de regulamentar os procedimentos internos dos serviços de saúde, relativos ao Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde e a fiscalização compete as Vigilâncias Sanitárias dos Estados, Municípios e do Distrito Federal.

Com a finalidade de estabelecer procedimentos internos nos serviços geradores de RSS foi publicado pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC 306/04 e adequada com a resolução CONAMA 358/05, pois as resoluções anteriores divergiam em certos pontos. Devido questionamentos e evolução das tecnologias e a entrada em vigor da Lei 12.305/10, Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS verificou-se a necessidade de modernizar essa RDC. Assim foi publicado a RDC 222/18, que busca a harmonização das regulamentações, visando sobre o gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde em todas as suas etapas, e definindo a conduta dos diferentes agentes da cadeia de responsabilidades pelos Resíduos de Serviços de Saúde.

Cabe aos órgãos públicos a gestão, regulamentação e fiscalização, enquanto os estabelecimentos de serviços de saúde são responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos. Compete a todo gerador de RSS, elaborar seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, estabelecendo condições para a segurança do processo de manejo dos resíduos, com o objetivo de minimizar a produção, promover o encaminhamento seguro e proteger os trabalhadores da saúde pública e do meio ambiente.

Ao pensar nos resíduos sólidos da saúde, é necessário planejar, ou seja, decidir com antecedência a respeito das seguintes questões chave: o que fazer?, Como fazer?, Quando

fazer?, E quem deve fazer?. Certamente, as respostas a estas questões deverão levar em consideração a equipe que trabalha no CSC, pois se trata de saber onde se está e para onde se quer ir.

O planejamento é muito importante na área de gestão e administração, pois envolve a preparação, a organização e estruturação de objetivos e auxilia nas tomadas de decisões e execução de tarefas.

Em decorrência do aumento populacional e das prestações de serviço em saúde, tem-se observado um considerável aumento na produção de Resíduos Sólidos nestes serviços, o que vem gerando uma grande preocupação devido à maneira inadequada com que, na maioria das vezes são descartadas, favorecendo assim ao aparecimento e propagação de doenças, Contaminações do solo, ar e lençóis freáticos, dando amplitude não apenas aos impactos ambientais, mais também aos índices de infecções hospitalares (surgimento de endemias ou até mesmo epidemias) gerando vários problemas de Saúde Pública. Ainda, os acidentes no Brasil são alarmantes, pois de acordo com o Observatório Nacional de Saúde e Segurança do Trabalhador (ONSST) no ano de 2018 houve 98.098 acidentes.

Com relação aos trabalhadores que lidam diretamente com os resíduos sólidos, pode-se dizer que os riscos ergonômicos podem afetar os sistemas muscular e esquelético mediante movimentos corporais e esforços relacionados ao trabalho.

Percebe-se em ergonomia a relação conforto/segurança/bem-estar, esses aspectos estão interligados, sendo assim, não é possível pensar apenas em conforto, segurança e condições de trabalho adequadas, sem reportarmos também a produtividade. A ergonomia procura otimizar as condições de trabalho para que o trabalhador possa apresentar melhores rendimentos evitando situações de fadiga ou acidentes que interfiram em sua saúde.

Este capítulo objetiva verificar como o planejamento dos resíduos sólidos está sendo conduzido em um Centro de Saúde e Comunidade de Palmas visando corrigir, se necessário, o mesmo. No trabalho em tela, o planejamento será usado como uma ferramenta administrativa, que possibilita perceber a realidade (diagnóstico), avaliar os caminhos visando construir um referencial futuro para os resíduos sólidos da saúde.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo tipo intervenção. Neste tipo de estudo o pesquisador não se limita à observação, “mas interfere pela exclusão, inclusão ou modificação de um determinado fator” (HOCHMAN et al., 2005, p. 3). De forma propositiva se buscará entender as causas que condicionam e determinam as diversas etapas de manejo dos resíduos em cada CSC

O trabalho foi realizado no Centro de Saúde e Comunidade (CSC) 403 Norte, inaugurado em 30 de setembro de 2013, com o objetivo de proporcionar atendimento de saúde mais humanizado, confortável e funcional aos servidores públicos e à população da capital. O CSC possui neste primeiro momento, três equipes de saúde da família e do Núcleo de Apoio à Saúde Familiar (NASF) que atendem a população daquela unidade de saúde. Médicos, enfermeiros, nutricionista, psicólogo, fisioterapeuta, Profissional de Educação Física, dentista, assistente social, fonoaudiólogo, pediatra e ginecologista e agentes de saúde estarão em atendimento com o objetivo de ampliar o número de atendimentos por dia e o conforto dos usuários. A estrutura conta com 12 consultórios equipados, sala de vacina, sala de procedimentos, auditório, sala de esterilização, escovaria e salas administrativas. O CSC realiza exame de ultrassom, pré-natal e preventivo, puericultura, assistência a mães e crianças desde a gestação até a puberdade, curativos, vacinação, nebulização e distribuição de medicamentos, preservativos e contraceptivos (SUZUKI, 2018).

Amostra - Todos os funcionários do CSC foram convidados a participar da pesquisa. Neste tipo de trabalho, se obtém um sucesso mais destacado quando a maior parte dos sujeitos (população) participa. Conforme Mourão (2009, p. 26), “definimos população como sendo o conjunto de elementos que apresenta uma determinada característica que pretendemos estudar”. No caso deste estudo a característica em comum é ser trabalhador do CSC, independentemente do cargo que ocupe. Como são grupos relativamente pequenos (gestor = 1; profissionais = 52 e funcionário da limpeza = 1).

Foram aplicadas 04 (quatro) etapas que serão descritas a seguir:

A. Diagnóstico Situacional do GRSS - Para atender esta etapa da pesquisa, foi utilizado o instrumento elaborado pelo Ministério de Saúde (2012). Este questionário diagnóstico – Aspectos Ambientais e Manejo de Resíduos do Serviço de Saúde envolve uma criteriosa análise de três componentes distintos, mas complementares:

Características ambientais; aspectos gerenciais na instituição e manejo de resíduos.

Para complementar a informação gerada a partir do questionário diagnóstico, foi observada a rotina do trabalho, envolvendo o manejo dos resíduos sólidos, os processos de lavagem e esterilização de equipamentos e limpeza de pisos e bancadas. A técnica de observação participante, baseada em Queiroz et al (2007) e Marconi e Lakatos (2009), consiste na inserção do pesquisador no interior do grupo observado. Para Queiroz et al (2007) o observador precisa trabalhar com as expectativas do grupo, além de se preocupar em destruir alguns bloqueios, como a desconfiança e a reticência do grupo. Nessa fase, é necessário que o pesquisador seja aceito em seu próprio papel, isto é, como alguém externo, interessado em realizar, junto à população, um estudo. As observações foram realizadas por 3 dias, determinados de forma aleatória, nos turnos matutino e vespertino.

Os dados e informações foram registrados em diário de campo, para não haver perda de informações relevantes e detalhadas sobre os dados observados. Também foi utilizado o recurso da fotografia evitando expor nas fotos os participantes da pesquisa.

Ainda nesta primeira etapa foram discriminados os tipos de resíduos gerados no CSC e elaborado o Roteiro de Avaliação da Implantação do GRSS, o qual se refere a um *checklist* que apresenta 20 itens a serem analisados.

B. Envolvimento dos Diversos Atores - Como parte da construção do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), foram realizadas rodadas de cursos de no mínimo 2 horas de duração cada um, referente à temática de Gerenciamento de Resíduos, para os quais foram convidados todos os funcionários do CSC para participarem. Neste curso foram abordadas todas as etapas do gerenciamento dos resíduos: geração, segregação, acondicionamento, transporte, tratamento, armazenamento, disposição final e biossegurança. Os dias e horários que foram realizados os cursos dependeu da autorização do Gestor do CSC, levando em consideração o mínimo de prejuízo às atividades desenvolvidas pelos diversos funcionários. Esta etapa foi fundamental para o sucesso da pesquisa, pois o envolvimento de todos os funcionários certamente implicou em algumas mudanças de hábitos e comportamentos dentro dos CSC.

Importante destacar que nesta etapa foi realizado um levantamento de informações relacionadas com o histórico de manejo de resíduos gerados pelo respectivo CSC.

C. Implantação - De forma participativa, no CSC foram elaborados os seguintes documentos segundo as normas legais vigentes:

- I. Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS);
- II. Procedimentos Operacionais Padrão (POP) de Lavagem e Esterilização de materiais (laboratoriais e odontológicos);
- III. POP Limpeza e Desinfecção de Áreas.

Para cada documento implantado, será qualificada uma equipe específica para sua execução.

D. Avaliação - Após a realização da intervenção, junto com a equipe definida para cada CSC, o cenário será reavaliado mediante o mesmo *checklist* de 20 itens, após um período de 120 dias (sem a presença dos pesquisadores). Desta forma poderá ser avaliado o efeito da intervenção sobre a implantação do PGRSS no CSC, mediante técnica estatística não paramétrica (Teste dos sinais).

Plano para Análise de Dados - Os dados coletados através do questionário serão tabulados com auxílio de uma planilha eletrônica. A análise descritiva (VIEIRA, 1981) dos

dados incluiu: medidas de tendência central e de dispersão, frequências absolutas e relativas e tabelas.

Para analisar o efeito da intervenção sobre a implantação do PGRSS será analisado mediante o teste não paramétrico dos sinais (VIEIRA, 2004), considerando as duas datas de aplicação do *checklist* (ANTES – etapa Diagnóstica e DEPOIS – etapa avaliação). Para o Erro Tipo I, foi considerado um valor de 5%.

Este estudo atende as determinações contidas na Resolução CNS nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS (BRASIL, 2012) e não existe qualquer tipo de conflito de interesses. Foi aprovado através do parecer de nº 2.448575, de 19 de dezembro de 2017, Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Luterano de Palmas – ULBRA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na unidade de saúde estudada, não existia PGRSS e o diagnóstico inicial apontou para a falta de qualificação dos profissionais da CSC 403 norte. No quadro 1, podem ser observados os aspectos ambientais, gerenciais e de saúde do trabalhador, variam entre conformes com relação à legislação (+) e não conformes (-). Como pode ser visualizado, apenas 5 itens estavam conformes no primeiro levantamento, sendo que no segundo levantamento apenas um item ainda estava não conforme.

Quadro 1. Resultados da aplicação dos Questionário de Diagnósticos

ASPECTOS	15/09/2018	15/03/2019
AMBIENTAIS		
Água tratada e rede de esgoto	+	+
Identificação e Segregação dos resíduos	-	+
Container e lixeiras para acondicionamento dos resíduos	+	+
Disposição final em aterro sanitário	+	+
Abrigo de resíduos	+	+
Higienização das áreas	-	+
GERENCIAIS		
Responsável pelo PGRSS	-	+
PGRSS implantado	-	+
Protocolos de trabalho	-	+
Alvará sanitário	-	+
Programa de treinamento dos servidores	-	+
SAÚDE DO TRABALHADOR		
Vacina	+	+
Uso de EPI's	-	-
% de adequação	38,5	92,3

Fonte: Brasil 2012, adaptado pelos autores

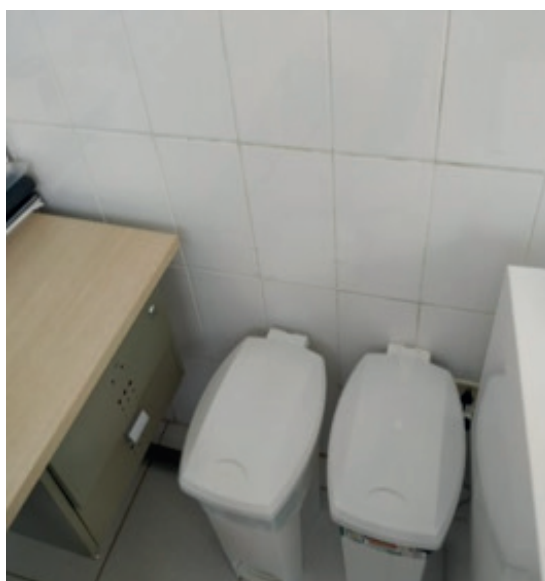
No que refere ao manejo de resíduos, limpeza, lavagem e esterilização, permitiu a evidenciar a ocorrência dos principais vícios e erros, mesmo esse profissional ter afirmado

que passou por treinamento, os quais aqui mencionados: A utilização dos saneantes (diluições diferentes das recomendadas pelos fabricantes), erro na execução de higienizações (a limpeza não precedida à descontaminação) e esterilizações (processos não validados), transporte inadequados dos resíduos gerados (sem a utilização de carrinhos) e em horário de atendimento de pacientes, contrariando o preconizado pelo Manual de Segurança do Paciente em serviços de Saúde: Limpeza e Desinfecção de Superfícies, do Ministério da Saúde (BRASIL 2012b). Verificou-se o uso indevido dos EPI's. Esta prática contraria o que é preconizado pela NR 32, colocando em ameaça a segurança e a saúde do trabalhador (BRASIL, 2005).

Foi feito um acompanhamento e foi proposto protocolos de trabalho, compatíveis com a legislação vigente e as instruções de órgãos reguladores brasileiros, para a execução destas atividades.

Já no quesito aspectos gerenciais do RSS, 100% não estavam em conformidade com a legislação. Verificou-se que os aspectos gerenciais, necessitavam de ações, dentro da pesquisa para conduzir as unidades para o pleno atendimento das boas práticas e legislações vigentes. Quanto às condições físicas e de insumos (containers, lixeiras e saneantes), eram adequadas ao previsto pela legislação vigente, demonstrando que o desafio maior para regularizar a situação da Gestão Ambiental era apenas em sua maioria de caráter gerencial, pois os depósitos (lixeiras) não possuíam identificação quanto ao grupo que pertencia (figura 1), outra observação feita foi o local destinado para os perfuro cortantes (Figura 2). Os principais resíduos gerados no CSC pertencem aos grupos A e E onde são produzidos em torno de 400mg a 3 kg por semana e ao grupo D de 3 kg a 10 kg por semana (lixo comum) dependendo do período.

Figura 1. Lixeiras sem identificação **Figura**



Fonte: Autores da pesquisa Fonte: Autores da pesquisa

2. Depósito dos perfuro cortantes.



Fonte: Autores da pesquisa Fonte: Autores da pesquisa

O curso de capacitação em gerenciamento de resíduos teve duração de 02 horas, sendo 48 participantes em diversos momentos.

Foi constatado um número baixo em percentual de qualificação dos trabalhadores no gerenciamento dos resíduos de saúde (13%), o longo do tempo em que trabalham na unidade. Já a quantidade de servidores que nunca foram instruídos em gerenciamento de resíduos foi de 87%, comprovando a necessidade de qualificação desses servidores.

Um ambiente limpo e higienizado é importante para que se preserve o bem-estar e a saúde das pessoas que convivem no local e fundamental para proporcionar um entorno saudável e livre de agentes causadores de doenças. Cada tipo de ambiente da unidade de saúde requer técnicas de limpeza específicas, produtos adequados e mão de obra treinada de acordo com a legislação vigente. No CSC 403 norte, foi constatado que não havia nenhum protocolo de trabalho (POP) referente aos processos de manejo de resíduos, (lavagem e esterilização e limpeza e desinfecção). A partir dos dados da pesquisa foi elaborado para cada serviço os seguintes manuais, protocolos e planilhas de registro:

- Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS;
- Procedimento Operacional Padrão - Lavagem de Áreas e Superfícies - POP – LAS.
- Planilha de Registro de Limpeza de Piso – PRLP
- Planilha de Avaliação Setorial: Segregação e Acondicionamento dos Resíduos - PAS-SAR.
- Foi elaborada uma rota para escoamento dos resíduos gerados em horário adequado (sem fluxo de usuários), em sentido único.

Os CSC são ambientes em que os riscos de contaminação são potencialmente maiores, onde deve-se seguir corretamente protocolos de limpeza e desinfecção. Muitas doenças são causadas por agentes infecciosos e, em hospitais e clínicas, esses microrganismos podem contaminar superfícies e equipamentos que são frequentemente manuseados por profissionais que ali atuam. A correta forma de executar a sanitização dos ambientes e materiais contribui para o controle da proliferação de doenças e da contaminação cruzada, assegurando o bem-estar de quem oferece e se beneficia dos serviços de saúde (BRASIL 2012).

No quadro 2, é apresentado o Roteiro de Avaliação da Implantação do PGRSS, ele nos fornece dados onde podemos mensurar a evolução, em percentual, antes e depois da pesquisa, no que se refere ao processo de gerenciamento dos resíduos gerados.

Quadro 2. Roteiro de Avaliação da Implantação do PGRSS – Antes e depois.

REQUISITOS	DATA 15/09/18	DATA 15/03/2019
Existe responsável pelo PGRSS?	-	+
Existe PGRSS escrito e aprovado?	-	+
Existem POP para a operação do PGRSS?	-	+
Existem Planilhas, Quadros e Tabelas à operação do PGRSS?	-	+
Existe fluxo de coleta de resíduos na Unidade	-	+
Existe simbologia padrão das lixeiras, de acordo com a legislação, definida pelo PGRSS da Unidade.	-	+
Existem Indicadores de Avaliação do PGRSS?	-	+
Existe evidências de treinamento da Equipe de Coleta?	-	+
A equipe de Higienização, Lavagem e Esterilização utiliza os EPI adequados às atividades que realizam?	+	+
Há evidências de treinamento dos funcionários da Unidade em Gestão Ambiental da Unidade?	-	+
Tem licença atualizada da Empresa de tratamento externo dos Resíduos?	-	+
Tem licença atualizada da Empresa de transporte dos Resíduos?	-	+
A destinação final dos Resíduos é em aterro licenciado?	+	+
Existem lixeiras adequadas e suficientes?	+	+
Existem carros adequados para a coleta de resíduos?	-	-
Existe abrigo de resíduos externo conforme legislação?	+	+
Existe Container específico para acondicionamento dos resíduos, até a o horário da coleta externa	+	+
Existe Central de Lavagem de Material apropriada?	+	+
Existe sistema de validação do processo de esterilização de material?	+	+
Existe Procedimento Operacional Padrão (POP) para instruir as atividades executadas na Central de Lavagem de Material?	-	+
PORCENTAGEM DE ADEQUAÇÃO	35	95

Fonte: RIBEIRO (2016). Adaptado pelos autores da pesquisa. Legenda: + Item Adequado; -- Item inadequado.

Na verificação do resultado do teste dos sinais (momento antes e depois) para o caso da implantação do PGRSS para o CSC 403 Norte, este foi muito significativo ($p=0,0002$). Este resultado é mais uma evidencia da evolução de adequações para o correto manejo dos RSS no Centro de Saúde.

A compra do carrinho para o escoamento dos resíduos do ponto de geração até o abrigo se mostrou fator determinante para a morosidade desta adequação. Devido à complexidade para compra através de licitação. A utilização de carrinho para o escoamento dos resíduos é um item obrigatório, determinado pelas RDC's ANVISA 222/18 e CONAMA 358/04, pois confere maior segurança para o operador das ações e para os transeuntes do espaço, visto que unidades de saúde possui um fluxo contínuo de resíduos.

O PGRSS é um documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos, que corresponde às etapas de: segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, levando em consideração os riscos dos resíduos, as ações de proteção à saúde e ao meio ambiente.

O principal objetivo do PGRSS não é apenas reduzir a quantidade de resíduos com risco biológico, mas também criar uma cultura de segurança e do não desperdício, além do envolvimento coletivo. Em cada unidade de saúde, o Plano deve ser feito em conjunto com todos os setores, definindo-se responsabilidades e obrigações de cada um em relação aos riscos. (LORENTZ, 2011, p. 19). Um produto desta pesquisa é a elaboração do PGRSS, para chegarmos a esse produto foi feito um levantamento de todas as atividades desenvolvidas em todos os setores, e a partir daí identificar quais tipos de resíduos gerados e propor a forma adequada de manejo desses resíduos. O PGRSS aponta e estabelece as diretrizes para o fluxo de escoamento dos resíduos, observando as características, a forma correta de identificar e acondicionar os resíduos, os indicadores de desempenho, bem como a conexão deste manual com os POP's de trabalho afins.

Para o monitoramento do PGRSS implantado, atendeu-se o preconizado pela RDC ANVISA 222/18 (BRASIL, 2018) que determina no seu art. 10 que o “serviço gerador de RSS é responsável pela elaboração, implantação, implementação e monitoramento do PGRSS” e art. 91 que exige “Desenvolver instrumentos de avaliação e controle, incluindo a construção de indicadores claros, objetivos, autoexplicativos e confiáveis, que permitam acompanhar a eficácia do PGRSS”

Neste sentido, como produto desta pesquisa, e como parte do PGRSS implantado, desenvolvem-se três indicadores.

- Gestão à Vista – Indicadores que monitora mensalmente o processo de segregação, identificação e acondicionamento dos resíduos em seus pontos de geração, em todos os setores geradores, das unidades de saúde. Valor expresso em porcentagem de setores aprovados e reprovados no mês analisado, permitindo assim formar uma série histórica de adequação destes itens ao longo dos meses avaliados.
- Qualificação dos servidores – Indicador que monitora, ao longo do ano corrente, quantos servidores da organização foram qualificados e/ou requalificados em

Gerenciamento de Resíduos. Valor expresso em porcentagem de servidores que passaram por qualificação, ano após ano dentro do universo de servidores que laboram na unidade.

- Quantificação dos acidentes de trabalho – indicador que monitora ao longo do ano corrente, o número de acidente com servidores que trabalham diretamente com manejo de resíduos. Valor expresso em número absoluto.

Os indicadores geralmente são utilizados com propósito de se conhecer adequadamente uma situação existente, tomar decisões e monitorar sua evolução. Assim a unidade de saúde, terá condições de monitorar o PGRSS implantado por esta pesquisa.

O envolvimento dos servidores, a partir das qualificações desenvolvidas, com os processos englobados pelo gerenciamento dos resíduos, foi decisivo para o sucesso da pesquisa e a consolidação destas práticas nas unidades.

Nas figuras 3 e 4, é mostrada a efetividade do projeto com relação à implementação do PGRSS no CSC lixeiras identificadas e limpeza da unidade sendo feita em horário adequado como preconiza a legislação.

Figura 3. Lixeiras identificadas



Fonte: Autores da pesquisa.

Figura 4. Lixeira para perfuro cortante em local adequado.



Fonte: Autores da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação aos dados e informações coletados no CSC observa-se a fragilidade no processo de gestão dos resíduos de saúde, devido à falta de qualificação dos profissionais, assim como o desconhecimento das legislações vigente. Não sendo o resíduo operacionalizado de forma adequada nas diferentes etapas do processo, como, segregação, acondicionamento, identificação, coleta, armazenamento, transporte e disposição final.

O estudo sugere que para realizar a maioria das adequações no CSC 403 norte, não foi necessário um investimento financeiro robusto, mas sim de qualificação dos servidores quanto a sua capacidade de gerenciamento dos serviços e colocar em prática as normas e leis vigentes para as boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.

Acredita-se que os processos implantados tenham condições de se perpetuarem, com possibilidade destes serviços tornarem-se referência dentro da rede municipal de saúde de Palmas, como instituições que cumpre com expertise estes requisitos legais e de boas práticas, pois o não cumprimento da legislação da ANVISA previstas na lei nº 6.437/1977, que configura as penalidades, atuações e multas e até a interdição parcial, total, permanente da unidade.

Espera-se que crie uma equipe para orientação sobre a elaboração dos PGRSS e sua implantação e que os resultados deste trabalho, sejam expandidos para os demais Centros de Saúde e Comunidade que compõem a rede de assistência à saúde de Palmas- TO, pois os RSS se configuram em risco de contaminação ambiental e disseminação de doenças. Contudo, é possível prevenir e minimizar os riscos, se realizado seu manejo, tratamento e descarte de formas adequadas, bem como a elaboração e implementação de um PGRSS de cada gerador.

■ REFERÊNCIAS

1. ALDAY, H. E. C. O Planejamento Estratégico dentro do Conceito de Administração Estratégica. **Rev. FAE**, v.3, n.2, p.9-16, 2000.
2. AMADO, F.. **Resumo Direito Ambiental - Esquemático**. São Paulo: Editora. Método, 2013.
3. AYRES, M.; AYRES, M. Jr.; AYRES, D. L.; SANTOS, A.a. dos. **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém(Pará):Instituto Mamiraua, 2007.
4. BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada. **Manual para Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Hematologia e Hemoterapia**. Brasília-DF, 2012.
5. BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. **Política nacional de resíduos sólidos** [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação; n. 81).
6. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
7. BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Diário Oficial da União, de 10 de dezembro de 2004. Brasília: ANVISA.
8. BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC 222 de 28 de março de 2018. **Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 28 de março de 2018.
9. BRASIL. Casa Civil. Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei nº 12.305/10. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, de 02 agosto 2010.
10. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 358 de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da União, de 04 maio 2005.
11. CAETANO, M.O. & GOMES, L.P. Proposta de plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde para o hospital Beneficência Portuguesa – Porto Alegre – RS. **Estudos Tecnológicos**, v. 2, n. 2, p. 99-112, 2013.
12. COOMBS, P.H. **O que é planejamento educacional**. São Paulo: EDITORA CARLOS CHAGAS, 1972.
13. DARONCH, Fabiana. **Riscos ocupacionais e autocuidado na cooperativa de matérias recicláveis de Palmas – Tocantins**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). 95 f. Universidade Federal do Tocantins – Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências da Saúde, Palmas, 2015.
14. FERREIRA, D.D.M; GORGES, J; SILVA, L.E. Plano de gerenciamento de resíduos do serviço de saúde: o caso do setor odontológico de uma entidade sindical. **Inter Cience PlacRev**. v. 2, n. 9, 2009.

15. HOCHMAN, Bernardo; NAHAS, Fabio Xerfan; OLIVEIRA, Renato Santos Filho de; FERREIRA, Lydia Masako. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20 (Supl. 2), p 1-9, 2005.
16. HOSS, M.; CATEN, C.S. Processo de Validação Interna de um Questionário em uma Survey Research - Sobre ISO 9001:2000. *Produto & Produção*, v. 11, n. 2, p. 104 - 119, 2010. Disponível em: <seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/download/7240/8253>. Acesso: 6 de maio de 2018.
17. LORENTZ, Juliana Ferreira. **Aplicação de recursos de roteirização e redes na coleta e transporte de resíduos de serviços de saúde**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2011.
18. MARANGONI, S.C. et al. Causas de acidentes com coletores de lixo relacionados à falta de conceitos ergonômicos, In: SIMPEP, 13, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru, 2006.
19. MARCONE, M.A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
20. MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). RDC n. 306 de 07 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Diário Oficial da União, de 10 dez 2004.
21. MOURÃO, C.A.Jr. Questões em Bioestatística: O Tamanho da Amostra. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 1, n. 1, p. 26 - 28, 2009.
22. OLIVEIRA, F. **A importância do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS**. 25 de maio de 2017. Disponível: <https://pt.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-do-plano-de-gerenciamento-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-oliveira>>. Acesso em: 23 ago. 2018.
23. PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. **Serviços de Saúde Oferecidos no Município: rede municipal de saúde em Palmas**. Disponível em: <<http://www.palmas.to.gov.br/servicos/servicos-de-saude-oferecidos-no-municipio/200/>>. Acesso em: 04 out. 2018.
24. RENNÓ, V.M. **Avaliação de riscos de acidentes ocupacionais na usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos em Turvolândia - MG**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Sistemas de Produção na Agropecuária), 2010, Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas, MG.
25. VENTURA, K. S.; ROMA, J. C.; MOURA, A. M. M. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Caderno de Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde**. p. 2-224, 2012. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 28 out. 2018.
26. VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Campus, 1981.

“

Programa de sustentabilidade ambiental na produção de calçados fabricados com materiais sintéticos

- | Endel de Queiroz **Jesus**
- | Orleane Sousa **Brito**
- | Valeschka Coelho **Bacelar**
- | Cristóvão Figueiredo **Souza**
- | Ueriton da Costa **Figueiredo Filho**

RESUMO

A produção de calçados sintéticos no Brasil chega a representar em torno de 25% da nossa produção nacional, só no ano de 2013, segundo os dados IEMI- Instituto de Estudos e Marketing Industrial, chegou a representar 4,6% dos empregos diretos no nosso país. A confecção desses tipos de calçados gera muitos tipos de resíduos. O descarte adequado deve ser uma das principais preocupações com o meio ambiente já que muitos não são facilmente degradados e alguns deles quando em contato com o solo pode causar contaminação ou até mesmo a degradação deste. Diante dessa situação é necessária ter uma hierarquia da administração de resíduos onde verdadeiramente funcione dentro da instituição. No entanto para que dê certo é preciso o envolvimento de toda a liderança até os colaboradores para que a sustentabilidade ambiental seja promovida. O objetivo geral deste artigo é levantar as etapas de implantação de um sistema de gestão ambiental com o intuito de minimizar a quantidade de resíduos que são mandados para o aterro sanitário. O objetivo específico concentra-se em buscar um maior envolvimento dos funcionários para promoção da conscientização ambiental, além do envolvimento da liderança. Para isso são apresentadas todas as etapas que devem ser seguidas para que tenha sucesso na implantação de um programa de sustentabilidade. O estabelecimento de um programa de sustentabilidade ambiental em uma fábrica calçadista é interessante inicia-lo focalizando o retorno econômico mais breve e minimizando os riscos ambientais que podem ser ocasionados por ela à saúde e segurança dos trabalhadores quanto a comunidade em geral.

Palavras-chave: Administração de Resíduos, Resíduos de E,V,A, Sustentabilidade, Gestão Ambiental, Política Ambiental.

INTRODUÇÃO

Conforme dados do IEMI, 2014, a produção de pares de calçados no Brasil obtivera em torno de 5% por quase toda a produção mundial, muito distante do que representa os países asiáticos que ao todo representam 78% de toda produção mundial, mas, ainda sim, não é desprezível essa porcentagem para os brasileiros a quantidade produzida. Em dezembro de 2014 as exportações de calçados cresceram 10%, comparado ao mesmo mês de 2013. O faturamento com as vendas para o exterior chegou a US\$ 119,25 milhões. Porém, ao longo do ano, as exportações do setor caíram 2,6%, em relação a 2013. Foi enviado ao exterior 129,5 milhões de pares de calçados, o que resultou em 5,4% no volume de vendas.

Como todo processo produtivo gera resíduos indesejáveis, por apresentar muitas etapas, e diversificados tipos de insumos e recursos utilizados pode apresentar uma gama interessante de oportunidades no uso de ferramentas ambientais e estudos de caso, pois o descarte desses exige estudos ambientais para implantação e gestão desses resíduos, ou seja, a coleta, controle e destinação para empresas receptoras destes resíduos estejam ambientalmente regularizadas e certificadas pelos órgãos competentes. O tratamento dos resíduos do calçado ao fim da sua vida útil apresenta dificuldades principalmente devido à pluralidade de componentes e à quantidade de adesivos utilizados. Atualmente, a maior parte desse montante tem sido destinada a aterros, representando grande risco de contaminação para lençóis freáticos e corpos d'água devido ao lixiviado originado a partir deles (CARVALHO et al.,2013).

Esta indústria também tem se interessado igualmente pela cobrança de práticas de produção mais limpas das grandes organizações-parceiras, pelas certificações com reconhecimento internacional e pela escassez dos recursos naturais dentre outros (OLIVEIRA, SERRA, 2010). Esse novo comportamento demandou o desenvolvimento de abordagens e ferramentas de gestão que possibilitassem às empresas avaliar as consequências ambientais das decisões que tomavam em relação aos seus processos ou produtos.

As empresas buscam esforços para a reciclagem de produtos e outro tipo de desenvolvimento que poderá contribuir para a redução do consumo de energia e de materiais em até 90%. Grandes oportunidades aguardam as empresas e comerciantes que podem criar novas soluções para agregar prosperidade com a proteção do meio ambiente e a administração do ciclo de vida do produto pode ser parte desta solução (KUMAR; MALEGEANT, 2006).

Conforme a mesma fonte, grande parte das indústrias trabalha com o mesmo sistema de coleta, controle e destinação final dos resíduos e assim estas empresas conseguem adequar seus sistemas produtivos a um gerenciamento de resíduos. Porém, esse sistema não abrange cem por cento das indústrias e tal fato torna o sistema ineficiente, ou seja, o descarte indevido ainda acontece. Por sua vez, o gerenciamento de resíduos deve abordar

um contexto geral, pois é importante que todas as pessoas envolvidas com o empreendimento tenham conhecimento dessa necessidade e participem das etapas de segregação, acondicionamento e destinação correta, pois ao juntar resíduo perigoso com resíduo comum, acaba-se por contaminar os demais, inviabilizando a destinação e disposição correta dos mesmos. Essa é uma preocupação que deve ser geral, os proprietários devem instruir os colaboradores para que o gerenciamento seja eficaz e os colaboradores devem ter conhecimento de que o gerenciamento se trata de uma responsabilidade social, ambiental e econômica da empresa.

OBJETIVO

Objetivo Geral

Levantar as etapas de implantação de um modelo sustentável de boas práticas ambientais na empresa de calçados feitos de materiais sintéticos com o intuito de minimizar a utilização dos aterros sanitários e gerar um maior reaproveitamento dos resíduos.

Objetivo Específico

Promover maneiras de conscientização ambiental para que os funcionários entendam a importância dessas. Buscar um maior envolvimento da liderança para que busque métodos mais eficientes quanto ao sistema de produção.

MÉTODOS

Tipo de metodologia

A metodologia baseou-se em revisão de artigos acadêmicos e pesquisas bibliográficas feitas na internet para a implantação de um programa de sustentabilidade ambiental que esteja em conformidade com as leis e normas brasileiras.

Sustentabilidade ambiental

Brandão (2006) define sustentabilidade como um resultado favorável no qual a vida na Terra é mantida indefinidamente, denominando como desenvolvimento sustentável os princípios e processos para alcançar este resultado. Em termos econômicos é a renda proporcionada pelo planeta e não pelo capital natural que a toda atividade econômica depende.

Segundo Silva et al (2008), as noções atuais de desenvolvimento sustentável diferenciam-se amplamente da ideia de crescimento presente na teoria econômica clássica. Atualmente, em termos gerais, os agentes econômicos precisam relacionar-se com a sociedade e voltar-se também para as questões ambientais, para que possam agregar valores aos produtos: valores éticos e morais, para que possam maximizar seus lucros. Assim, no momento em que se expandem os movimentos sociais baseados na preocupação com o meio ambiente, passou-se a tratar “desenvolvimento sustentável” como uma harmonização entre crescimento econômico e conservação da natureza.

Política de saúde, segurança e meio ambiente

O processo de implantação de um sistema de gestão agrega valor à cultura organizacional, pois desenvolve competências relacionadas ao planejamento e execução das atividades, prioriza a capacidade de trabalho em equipe e promove a confiabilidade do sistema produtivo.

O desenvolvimento de SGSSTs- Sistema de Gestão, Saúde e Segurança do Trabalho - tem sido a principal estratégia empresarial para enfrentar o sério problema social e econômico dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, e ainda pode ser usado pelas empresas como um fator para aumento da competitividade (TRIVELATO, 2002).

Implementar um SGSST traz benefícios como alinhamento das necessidades dos colaboradores com a política e diretrizes de segurança, transmissão de mais confiança para os clientes internos e externos e diminuição da susceptibilidade da empresa em relação aos passivos trabalhistas e de fiscalização. Contudo, para se obter sucesso na implementação desse tipo de sistema, a alta administração deve buscar, por meio de atitudes e recursos, a direta e intensa participação de todos os trabalhadores (PINTO; SÁ, 2007).

As organizações podem padronizar seu SGSST por meio de normas e diretrizes, sendo que a mais conhecida e utilizada é a OHSAS 18001 – “Série de Avaliação de segurança e saúde ocupacional” (Occupational Health and Safety Assessment Series), norma formulada em 1999 por um grupo de entidades internacionais (Bureau Veritas Certification – BVQI, Det Norske Veritas – DNV, Grupo Lloyd’s Register – LLOYDS, outras) e publicada pela British Standards Institution (BSI) para atender às necessidades das empresas de todo o mundo com relação ao gerenciamento de suas obrigações de segurança e saúde ocupacional.

Em julho de 2007, a norma OHSAS 18001:1999 foi substituída pela OHSAS 18001:2007 e algumas alterações foram feitas, refletindo a experiência de 16000 organizações certificadas em mais de 80 países.

Etapas do programa de gestão ambiental

O plano de sustentabilidade parte do modelo da gestão que será implantada. Há várias recomendações por empresas ligadas à certificação ambiental. O modelo mostrado na Figura 1, segundo a recomendação da NBR 10.004/04 que diz “Planejar-Executar-Verificar-Agir”(Plan-Do-Check-Act - PDCA), visa o processo constante da melhoria continua.

Figura 1. Ciclo operacional de melhoria contínua (PDCA).



Fonte: Wikipedia.

A implantação do sistema de gestão é feita por etapas como é mostrado os procedimentos na tabela 1.

Tabela 1. Etapas do programa de sustentabilidade ambiental. Fonte: Autor do trabalho.

Etapas	Procedimentos
1°	Identificar os resíduos
2°	Elaborar e preencher planilhas de aspectos e impactos ambientais
3°	Definir a área de consolidação dos resíduos
4°	Preencher planilhas de resíduos gerados (mensal/semanal)
5°	Definir etapas para coleta de resíduos no local
6°	Treinar os funcionários para o procedimento para coleta de resíduos no local
7°	Monitorar os resíduos que são enviados aos destinatários
8°	Favorecer ações práticas na diminuição da geração de resíduos

A primeira etapa consiste na identificação do resíduo para possibilitar a separação dos materiais perigosos e não perigosos e facilitar o procedimento para descarte. A necessidade de reduzir os impactos ambientais associados à geração e destinação final de matéria-prima a CONAMA nº275/01 elaborou um sistema de identificação de fácil visualização para efetivar a coleta seletiva dos resíduos e viabilizar a reciclagem de materiais apresentado na figura 2.

Figura 2. Classificação dos tipos de resíduos.

PADRÃO DE CORES CONAMA 275/01	
PAPEL/ PAPELÃO	PERIGOSO
PLÁSTICO	RADIOATIVO
METAL	ORGÂNICO
VIDRO	BIOLÓGICO
NÃO RECICLÁVEIS	MADERA

A segunda etapa, segundo a NBR ISO 14001 (1996), o aspecto ambiental pode ser definido como “elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente” e impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Dessa forma, os quadros citados relacionam o tipo de atividade com os aspectos e impactos, positivos e negativos, que ela gera conforme tabela 2.

Tabela 2. Modelo de tabela para preenchimento de aspectos e impactos ambientais

Atividade	Aspectos	Impactos
Umidificação do resíduo de E.V.A	Consumo de água	Redução do risco de incêndios
Armazenamento do calçados	Ambiente Arejado e fresco	Mofo/ produto Perda de materiais/ Danos aos produtos

A terceira etapa consiste na área de consolidação dos resíduos é de fundamental importância, pois permite dar o tratamento adequado e não deixar materiais contaminados entrarem em contato com outros que não estão. A classificação quanto ao tipo de resíduo é determinado pela NBR 10.004/04 onde são separados de acordo a sua categoria em perigosos e não perigosos. Aos resíduos perigosos, a NBR 12.235/92 dá as diretrizes quanto a contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada. A NBR 11.174/90 define quanto ao armazenamento temporário de resíduos não perigosos ou inertes. Ambas as normas tem o objetivo de proteger a saúde pública e meio ambiente.

A quarta etapa são os preenchimentos de planilhas de resíduos permitem o controle do volume que é gerado e pode ajudar quanto ao conhecimento da eficiência dos equipamentos que estão envolvidos no processo de produção.

A quinta etapa foi incorporada segundo a CONAMA nº358/05, pois a segregação de resíduos no local de sua geração permite reduzir o volume de resíduos que necessitam do manejo diferenciado. Materiais gerados na fabricação de calçados sintéticos são potencialmente matéria prima ou insumos para produção de novos produtos ou fontes de energia. Ao segregarmos os resíduos, promovem-se os primeiros passos para sua destinação adequada. Permitem-se várias frentes de oportunidades como: a reutilização; a reciclagem; o melhor valor agregado ao material a ser reciclado.

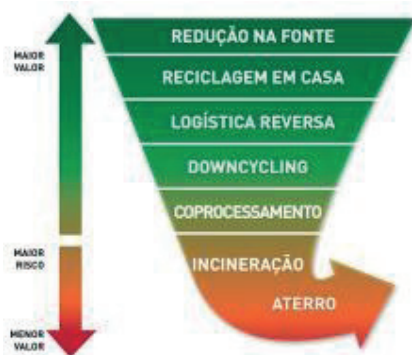
A sexta etapa consiste no treinamento dos funcionários que se encaixa como peça fundamental para o plano de sustentabilidade ambiental ter o desempenho esperado. A medida adotada é difundida desde o funcionário que está sendo treinado para assumir o seu devido cargo quanto àqueles que possuem mais tempo. Objetivando que todos os corpos gerenciais e demais empregados da empresa tenham plena ciência, dos objetivos e metas ambientais,

o SSMA- Secretária de Segurança e Meio Ambiente- promoverá internamente programas de treinamento, com início imediato, conforme cronograma que deve ser elaborado. Este treinamento estimulará os empregados, a construir os conhecimentos necessários para busca de soluções aos problemas que se apresentam nesse momento no seu ambiente de trabalho e que os mesmos tenham condições técnicas de resolvê- las.

A sétima etapa é a realização no monitoramento de resíduos que é uma forma estruturada e organizada do gerador obter informações detalhadas de todos os resíduos encaminhados à destinação final. O controle deve conter as informações do gerador, tipo de efluente ou resíduo, volume e informações da transportadora que realizou a destinação. Esse procedimento é um aliado do gerador, pois através dele, é possível consultar todas as informações necessárias sobre os resíduos, além de contar com um comprovante para fiscalizações e licenciamento ambiental.

A oitava etapa visam à prevenção, a reutilização e a reciclagem como vias preferências para a diminuição dos quantitativos de resíduos para eliminação e também nas economias dos processos produtivos uma vez que os resíduos representam uma perda de recursos e materiais energéticos, o que acaba permitindo melhorias quanto a administração do desperdício dos resíduos como é mostrado na figura 3.

Figura 3. Hierarquia da administração quanto ao desperdício de resíduos.



Fonte: Arquivo pessoal.

A elaboração de um cronograma contendo os funcionários responsáveis por determinadas funções permite um melhor acompanhamento do sistema a ser implantado. O cronograma é uma ferramenta gráfica que serve para o conhecimento do tempo que poderá ser gasto ao realizar um trabalho. Serve para auxiliar no gerenciamento e controle deste trabalho, permitindo rapidamente a visualização do seu andamento.

DISCUSSÃO

Recomenda-se o envolvimento de uma pessoa no que toca a implementação do comitê de meio ambiente e sustentabilidade ambiental na empresa. O coordenador terá que passar as informações necessárias às lideranças sobre as ações e procedimentos que devem ser seguidos. Verificar, através do cronograma, se os prazos estipulados, de acordo a cada item estão saindo da maneira esperada. A produção de relatórios deve ser feita para que mostre o andamento e os benefícios que vem ocorrendo sobre o programa.

Os funcionários devem ser treinados e orientados por seus líderes para que execute os procedimentos que serão repassados pelos coordenadores. O reforço dessa orientação deve ser ocasionado pelo diálogo de segurança, saúde e meio ambiente, o DSSMA – Diálogo Semanal de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, que é explicado pelo respectivo líder do setor da empresa. As datas são estipuladas conforme o cronograma. A intenção é a ampliação da visão destes quanto a importância da minimização do desperdício e geração de resíduos.

A publicação dos resultados quanto ao sucesso de cada etapa deve ser publicada nos meios de comunicação para os seus funcionários e o público, tenham conhecimento do que tem sido feito quanto às questões ambientais e saúde relativa aos funcionários e comunidade. A abertura de sugestão dos funcionários e comunidades envolvidas deve ser considerada para que efetue melhorias contínuas quanto às necessidades apresentadas no ambiente evitando os riscos ocupacionais e a poluição na área onde está instalada a fábrica.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estabelecimento de um programa de sustentabilidade ambiental em uma fábrica calçadista é interessante inicia-lo focalizando o retorno econômico mais breve e minimizando os riscos ambientais que podem ser ocasionados por ela à saúde e segurança dos trabalhadores quanto à comunidade em geral. Para isso é fundamental o envolvimento dos funcionários quanto às práticas sustentáveis, conscientizando-os quanto a sua importância, que é fundamental, para que o sistema de gestão tenha resultados satisfatórios.

A consolidação dos sistemas tecnológicos, os procedimentos concluídos e os programas elaborados alcançarem o esperado de acordo as etapas estabelecidas, podem ser feitas implementações de novos itens para o desempenho ambiental ser aprimorado. Conforme a política adotada pela empresa amadurece, as considerações ambientais passam a serem integradas as decisões do negócio. Isto passa a ser uma diferenciação competitiva, boa parte dos materiais sintéticos, provenientes dos calçados, não se enquadram como materiais degradáveis, pois o destino correto a estes trazem melhorias quanto a promoção dos seus produtos no mercado consumidor.

■ REFERÊNCIAS

1. BRANDÃO, C.E. L. Sustentabilidade e governança corporativa. In: Uma década de governança corporativa - História do IBGC, marcos e lições da experiência. São Paulo: Saraiva, 2006.
2. CAREON, L.H; SILVA, S. F. Sustentabilidade ambiental nas organizações. In: 13º Seminário em Administração, 2010, São Paulo. Anais: USP, 2010. Disponível em : <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/482.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2015.
3. CARVALHO, Tereza Cristina Medo de Brito; DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves; FRANCISCO, Gabriela Amorozo. A cadeia reversa do calçado: uma revisão da literatura com foco no resíduo. In: XVI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. Agosto 2013. Berrini, São Paulo.
4. CHAVES, L.E. C; FERREIRA, C.F; JUNIOR, T, M. Sustentabilidade, produção mais limpa e e logística reversa em uma indústria calçadista: Estudo de caso. In: 9º Congresso nacional em excelência em gestão, 2013, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg9/anais/T13.pdf>>. Acesso em 7 jul. 2015.
5. GOMES, R.F. Gerenciamento de resíduos em manutenção de aeronaves. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1524>. Acesso em 2 ago. 2015.
6. INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. Press Release: IEMI lança relatório sectorial da indústria de calçados no Brasil. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-de-calcados-no-brasil/>>. Acesso em: 1 ago. 2015.
7. KUMAR, Sameer; MALEGEANT, P. Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization. 2006. Technovation 26. Elsevier.
8. MELLO, D. Indústria de calçados espera crescimento das exportações em 2015. EBC, Brasília, 13 jan. 2015. Mundo. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/economia/2015/01/industria-de-calcados-espera-crescimento-das-exportacoes-em-2015>>. Acesso em 16 jul. 2015.
9. OLIVEIRA, O.J.; SERRA, J. R. Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. Produção, 2010.
10. SAVITZ, Andrew W. A Empresa Sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
11. SILVA, A.H; MENDES, C.A; MODOLO, R.C.E. Avaliação ambiental do setor calçadista e a aplicação da análise de ciclo de vida: Uma abordagem geral. In: 6º FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2015, São Paulo. Anais...São Paulo, 2015. Disponível em:<<http://www.6firs.institutoventuri.org.br/images/trabalhos/T01.pdf>>. Acesso em 29. Jul. 2015.
12. SILVA; A.J.M.C. Impactos da implantação de sistema de gestão ambiental em uma fábrica de calçados: pesquisa de pós-graduação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em convênio com a UNIVATES centro universitário – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32848/000318065.pdf?sequence=1> > . Acesso em: 19 jun. 2015.
13. SILVA, J. U; ROSINI, A. M.; RODRIGUES, M. C. Responsabilidade Socioambiental como Diferencial Competitivo nas Organizações do Século XXI. In: GUEVARA, Arnaldo José H. Et al (org). Consciência e desenvolvimento sustentável nas Organizações. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

14. TRIVELATO, G. C. Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho: fundamentos e alternativas. In: Seminário nacional sobre gestão da segurança e saúde no trabalho, 2002, Belo Horizonte. Anais: Fundacentro, 2002. Disponível em: <[http://www.fundacentro.gov.br/CTN/sistemas_gestao_saude_trabalho .pdf](http://www.fundacentro.gov.br/CTN/sistemas_gestao_saude_trabalho.pdf)>. Acesso em: 1 ago. 2015.
15. WIKIPEDIA. Ciclo PDCA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_PDCA>. Acesso em 1 ago. 2015.

“ Projeto Horta Escolar: práticas sustentáveis relato de experiência em uma escola pública da Amazônia

▮ Jeedir Rodrigues de Jesus **Gomes**
Secretaria de Estado de Educação do Pará

▮ José Moisés **Alves**
UFPA

RESUMO

Narramos neste capítulo a experiência de implantação de uma horta escolar. Analisamos o que motivou os professores a participarem, voluntariamente, do projeto e os conhecimentos que construíram dentro dos princípios da agricultura para produção orgânica de alimentos. Participaram do projeto seis professores de Ciências do ensino médio e um professor de cada um dos seguintes componentes curriculares, Geografia, História, Sociologia, Filosofia e Matemática. Durante cerca de doze meses, nos reunimos, em média, uma vez por semana, em encontros de aproximadamente duas horas. Além de coordenar as atividades, as registramos em um diário, e com imagens. Também realizamos entrevistas com os professores envolvidos e registramos em áudio. A análise deste material indica que o projeto favoreceu o desenvolvimento de conhecimentos científicos, interdisciplinaridade e valores relacionados à interação humana, a realização de tarefas interdisciplinares envolvendo docentes e discentes, na resolução de problemas comuns, contribuiu para a formação continuada dos docentes, que passaram a utilizar a horta para ensinar conteúdos de suas áreas de forma criativa. As atividades envolvendo horta no ambiente escolar facilitaram a motivação docente os quais envolveram-se na resolução dos problemas e conseqüentemente aprenderam procedimentos e desenvolveram atitudes relacionadas às atividades propostas. Os alunos aprenderam a fazer relações CTSA e os professores, além destas, aprenderam como ensinar os alunos a estabelecerem tais relações, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, críticos de sua realidade, transformadores e integrantes do ambiente escolar. Esta dinâmica facilitou a divisão de tarefas, a atribuição de responsabilidades e, conseqüentemente, as aprendizagens compreensivas e criativas.

Palavras-chave: Horta Escolar, CTSA, Formação Continuada de Professores, Subjetividade.

INTRODUÇÃO

Hortas têm sido plantadas, cada vez mais frequentemente, em escolas. A ampliação de projetos com hortas, no Brasil, objetivam a Educação Ambiental - EA e a promoção de hábitos alimentares saudáveis. As pesquisas buscam considerar suas múltiplas dimensões e a complexidade envolvida na transposição da agricultura para a escola urbana, também com propósitos pedagógicos (MACHADO; MACHADO, 2002).

As hortas têm sido encontradas com frequência nas escolas brasileiras, com vistas a relacionar a educação ambiental - EA e a alimentar, e conseqüentemente a participação da comunidade escolar na construção de uma sociedade mais sustentável e a promoção de hábitos alimentares saudáveis. Neste contexto a EA é trabalhada a partir de uma matriz que concebe a educação como elemento de transformação social apoiada no diálogo e no exercício de uma cidadania responsável. Põe em prática atitudes ambientalmente “corretas” como, por exemplo, a coleta seletiva (neste caso, voltada para o destino de resíduos orgânicos da escola) e a reutilização de garrafas de politereftalato de etileno – PET (durante a construção da horta) (CRIBB, 2010; RODRIGUES; FREIXO, 2009).

Sendo assim, várias pesquisas se voltam para investigar o uso de hortas no ambiente escolar, e buscam considerar suas múltiplas dimensões e a complexidade envolvida na transposição da agricultura para o ambiente escolar urbano, com propósitos pedagógicos (MACHADO; MACHADO, 2002). Defende-se que as hortas escolares são verdadeiros “laboratórios vivo”, ideais para a realização de grande variedade de atividades pedagógicas, proporcionando múltiplas vantagens à comunidade escolar e a de seu entorno. Isto vem de encontro ao que o Ministério da Educação do Brasil determina como meta, que o conhecimento alcance a sociedade de forma mais ampla, permitindo que novas tecnologias estejam acessíveis. Objetivam fomentar a motivação por atividades que contribuam para o reconhecimento da importância da preservação ambiental, e a construção de novas visões de ensino que aproximem a saúde e o ambiente através de propostas interdisciplinares (IRALA & FERNANDES, 2001; MORGADO, 2008; CRIBB, 2010).

A horta escolar possibilita relacionar educação ambiental e alimentar, tornando possível a participação dos envolvidos na construção de uma sociedade sustentável através de atividades voltadas para EA.

Para alguns autores a horta escolar é considerada um “laboratório vivo” ideal para variadas atividades pedagógicas. Sua implementação proporciona múltiplas vantagens à comunidade escolar e do entorno, como a abordagem de temas relacionados à EA e educação para a saúde através dos aspectos nutricional e alimentar.

A implantação de uma horta escolar por pessoas pouco experientes é um processo desafiador, que demanda muitas aprendizagens por parte dos envolvidos. A utilização

pedagógica da horta também implica um percurso de formação continuada dos professores. Assim aconteceu no caso da experiência, que narramos no presente capítulo. Nesta narrativa destacamos, especificamente, os conhecimentos que professores construíram dentro dos princípios da agricultura para produção orgânica de alimentos e quais foram seus primeiros planos de utilizar, pedagogicamente, a horta escolar. A narrativa é feita na primeira pessoa do singular, pois o primeiro autor foi o pesquisador que coordenou as atividades de implantação e pesquisa sobre a horta, sendo o segundo autor, orientador da pesquisa.

Nossa experiência permite a reflexão, no presente contexto, de que vivemos numa sociedade em constante transformação, que instiga o ser humano a buscar soluções para os problemas do cotidiano, ao mesmo tempo que produz novos conhecimentos, tornando-se um ser autônomo, capaz de construir ferramentas em busca de suprir suas próprias necessidades e atuar enquanto construtor protagonista de sua história.

Assim, aprender e ensinar ciências numa perspectiva histórico-cultural tem sido de grande importância para a minha formação continuada como professor-pesquisador de Ciências, pois me faz compreender a necessidade de que o contexto escolar favoreça o desenvolvimento de indivíduos participativos, reflexivos e criativos. Considero isto importante para que a instituição de ensino seja valorizada como espaço legítimo de formação docente e de desenvolvimento humano e profissional.

O conhecimento produzido pela humanidade permite propor um processo educativo que propicie o desenvolvimento humano, a formação integral dos indivíduos, a solução de situações-problemas e o posicionamento crítico frente à realidade, ao ponto em que docentes e discentes produzam o conhecimento em diferentes contextos do cotidiano. Ou como diz Freire (1996, p. 25):

Se, na experiência de minha formação, que deve ser permanente, começo por aceitar que o *formador* é o sujeito em relação a quem me considero o objeto, que ele é o sujeito que me forma e eu, o *objeto* por *ele formado*, me considero como um paciente que recebe os conhecimentos-conteúdos-acumulados pelo sujeito que sabe e que são a mim transferidos.

{...}É preciso que, pelo contrário, desde o começo do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e reforma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado (grifo do autor).

É neste sentido que, segundo o referido autor, “ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades de sua produção ou sua construção” (FREIRE, 1996, p. 25). Assim, comecei a pensar a construção de uma horta juntamente com docentes e discentes na escola onde atuava. Tinha o desejo de envolver docentes e discentes em atividades (trans)interdisciplinares com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e analisar o desenvolvimento subjetivo dos docentes enquanto realizavam estas tarefas.

Imaginei a construção da horta escolar no ano de 2017, quando estava exercendo a função de diretor escolar, função que desempenhava desde 2010, em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio. Em 2012, a escola aderiu ao regime de Educação Integral no Ensino Médio. Os alunos, desta modalidade de ensino, entram às 7h30min da manhã e saem por volta das 17 h e, conseqüentemente, realizam três refeições diárias na escola. Minha ideia inicial era construir uma horta na escola, para melhorar o cardápio dos estudantes e dirimir o problema da coleta diária de dinheiro entre os servidores, que diante da falta de regularidade na entrega dos mesmos, por parte da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA), ajudavam na compra do tempero (hortaliças ou verduras e leguminosas). Assim, a horta surgiu da necessidade da comunidade escolar.

Utilizando os conhecimentos adquiridos nos grupos de estudo do IEMCI/UFPA, comecei a conversar com os docentes, da instituição em que trabalho, sobre a importância da horta escolar ser uma construção coletiva. Isto possibilitaria a mudança da realidade vivida por alunos e professores, garantindo uma refeição mínima com sabor e componentes nutricionais adequados.

Em junho de 2017, eu estava de férias, escrevendo a proposta de pesquisa para o doutorado, quando tive a ideia de aproximar os conhecimentos adquiridos sobre a teoria da subjetividade, enquanto construía uma horta tendo como base o enfoque CTSA. Na verdade, foi preciso grande motivação para realizar o projeto, pois dispúnhamos de poucos recursos. Depois, passamos a enfrentar a dificuldade de planejar a utilização da horta como contexto de ensino, para docentes que não tinham esta prática no seu cotidiano.

A partir do segundo semestre de 2017, formei um grupo de estudos, com os docentes da escola para discutir sobre o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Interessados na aplicação de atividades interdisciplinares buscamos meios para construção de uma horta escolar, tendo como base o Catálogo Brasileiro de Hortaliças, disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), disponível em www.sebrae.com.br/setor/horticultura. Outra fonte de informações foi o diálogo com os Agrônomos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (Emater-Pa).

A ideia de um projeto denominado Horta escolar: Práticas sustentáveis e alimentação saudável, surgiu durante as reuniões do grupo de estudos com os professores da escola. Sentimos dificuldade para a realização das tarefas iniciais e para obter o apoio de outros docentes e discentes, pois era uma atividade que demandava tempo e esforço.

Porém, alguns professores e alunos se dispuseram a construí-la e passaram a considerar a horta no ambiente escolar, como uma espécie de “laboratório vivo” de ensino a partir do qual começaram a planejar seu uso pedagógico. A permanência do grupo de estudos

foi fundamental no processo de superação das dificuldades iniciais e, principalmente, para envolver os docentes no processo de formação continuada. A principal evidência foi o fato de os professores passarem a incluir temas relacionados à horta nas suas aulas de ciências, tais como Educação Alimentar e Educação Ambiental.

Nesse contexto, minha ação de pesquisador voltou-se para buscar compreender o desenvolvimento subjetivo dos professores de Ciências envolvidos no trabalho pedagógico com a horta e considerar tal processo, incluindo suas motivações e aprendizagens, como formação continuada. Assim, naturalmente, com o desenvolvimento das tarefas foi se construindo, entre os participantes, o resgate de valores humanos, o desenvolvimento de vínculos com a natureza e a ressignificação dos espaços ociosos na área externa da escola. Estes detalhes foram documentados no diário de bordo e gravados em áudio durante diálogos formais e informais.

Neste sentido, observo uma importante contribuição pedagógica das ações realizadas na escola, envolvendo a horta. Pois docentes e discentes, por vezes, apresentam discursos positivistas, oriundos de um ensino conteudista e de aprendizagem memorística. Tal ensino valoriza a racionalidade técnica, desconsiderando o processo de ensino-aprendizagem como estratégia pedagógica, tal como proposto por Cachapuz, Praia e Jorge (2000). De outra forma, atividades com a horta podem criar oportunidades de envolver as pessoas ativamente dentro das ações educativas realizadas na escola, podendo criar um processo de superação da aprendizagem reprodutiva-memorística.

A experiência com a horta escolar permitiu aos docentes a percepção que o ambiente urbano é extremamente heterotrófico (consome a produção de outros) e em seu metabolismo exige o aporte de energia, água, alimentos provenientes de regiões rurais, essas cada vez mais distantes, aumentam o custo econômico e ambiental da oferta, além, é claro, de comprometer, a qualidade do recurso e, conseqüentemente, da vida. A possibilidade de produção e consumo local evita muitas das mazelas ambientais e dos entraves urbanos contemporâneos, tais como a poluição atmosférica, a poluição do solo, a falta de alimentos saudáveis e o trânsito caótico.

Um olhar atento para os noticiários diários é suficiente para percebermos que o uso de pesticidas e adubos químicos ou de origem mineral na agricultura contamina o ambiente e compromete as diversas teias que sustentam a vida no planeta, sendo nocivos à saúde humana e à qualidade de vida das pessoas. O interesse pela produção e consumo de alimentos de base ecológica/orgânicos tem ganhado espaço na sociedade e é altamente pertinente incluir estas discussões no âmbito escolar. Assim, nosso projeto de uma horta escolar nasceu como a possibilidade de inclusão desta temática em um espaço formal de aprendizagem de forma prática.

Em nossas instituições educacionais formais, as relações sociais encontram-se engessadas por uma burocracia do fazer pedagógico conteudista e obsoleto. Documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 1997), e as Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Brasil, 1996), já apontavam para a superação das relações professor-alunos verticais e orientavam para a busca da democratização das relações dentro do espaço formal. A relação dos envolvidos deveria pautar-se numa relação horizontal de partilha de saberes e experiências.

A expectativa criada em torno de atividades extraclasse e de natureza prática, como a horta escolar, têm papel fundamental na motivação dos discentes. Tais atividades são importantes por potencializar condições de aprendizagem, oferecendo experiências socioculturais (ARAÚJO, CALUZI e CALDEIRA, 2006). Os espaços não formais permitem, muitas vezes, complementar as lacunas deixadas pela educação formal e as atividades assim realizadas podem ser entendidas como uma maneira diferenciada de trabalhar, paralela aos conteúdos curriculares (SIMSON, PARK e FERNANDES, 2001).

Em atividades práticas, por exemplo, os sujeitos são levados a observar, experimentar, buscar explicações para os processos ao seu redor e analisar suas implicações para a melhoria das condições de vida individual e coletiva (KRASILCHIK, 2008). Para Caldeira (2005), é no confronto com a experiência que se propicia um saber reflexivo e prolífero para a elaboração de posteriores relações significativas. Dessa forma, o ensino de ciências deve permitir ao aluno a elaboração de sua própria interpretação e o contexto de hortas escolares pode propiciar isso. Atividades como as realizadas em hortas vão além de uma simples aula prática, pois permitem que os estudantes raciocinem sobre e através dos fenômenos, com o diferencial de estarem no ambiente a ser estudado.

Alguns profissionais criticam essa abordagem, julgando-a como uma perda de tempo, pois pode atrapalhar a sequência dos conteúdos propostos nos livros-textos. Entretanto, temos observado que uma atividade bem planejada pelos docentes, em que o aluno possa participar de maneira interativa, onde visualize fenômenos que não seria possível visualizar em sala de aula e tenha contato com outros conhecimentos que não somente aqueles específicos de uma disciplina, pode ser muito produtiva e permitir a otimização do tempo disponível (PEREIRA e PUTZKE, 1996).

Defendemos que nesses espaços o professor pode retomar conteúdos já trabalhados e adiantar outros, de acordo com as situações de aprendizagem, possibilitando assim um ganho de tempo no cumprimento do currículo. Para Krasilchik (2008), ao despertar a curiosidade e a motivação dos alunos, o professor os capacita a estudar e pesquisar sozinhos, visto que é impossível dar todo o conteúdo e cobrir todo o campo de conhecimento. Então,

atividades desenvolvidas em hortas escolares podem favorecer metodologias eficazes na superação da fragmentação e ineficácia das aulas expositivas tradicionais.

Atividades envolvendo atividades práticas de ensino, como a horta escolar, possibilitam vivenciar o contexto, estabelecer relações e inter-relações, levantar hipóteses e desenvolver a motivação e a criatividade. O acesso a um ensino de Ciências com essas características possibilita aos sujeitos criarem coisas novas, aprendizagens novas, ensino novo, ao lidar com problemas reais e aprendendo a superar os desafios do contexto em que estão inseridos.

Os primeiros passos...

A motivação para implantar uma horta escolar foi se delineando em minha vivência como discente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECM, do Instituto de Educação Matemática e Científica - IEMCI, UFPA. No PPGECM comecei a me interessar pela abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e pelas questões da sustentabilidade e da alimentação saudável.

Os estudos com enfoque CTSA se distanciam do ensino tradicional de ciências e as ações com a horta abrem a possibilidade que o pesquisador e alguns docentes, envolvidos nesse processo, possam aprender e promover ações desejáveis como: organizar os conteúdos em temas de relevância social, tendo em consideração uma avaliação crítica das implicações da utilização das novas tecnologias; dar ênfase nas potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum; submeter o uso e a exploração da ciência e da tecnologia (C&T) ao julgamento ético; considerar que embora o desenvolvimento tecnológico seja impossível sem a ciência, em boa medida, está na dependência das decisões humanas deliberadas; lidar com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar) e buscar prioritariamente as implicações sociais dos problemas tecnológicos, ou seja, utilizar a tecnologia para a ação social (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Semelhantemente, Cachapuz, Jorge e Praia (2005) apresentam o ensino com enfoque CTSA na mesma linha de raciocínio apresentada por Morin (2015), com as múltiplas influências da ciência e da tecnologia na sociedade (e no ambiente). Os autores se esforçam para compreender os fenômenos sem estabelecer a fragmentação e relações lineares previsíveis e fechadas entre os entes dessas relações (C/T/S/A).

Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2000) a Educação em Ciências tem por finalidade proporcionar o estudo crítico da Ciência, romper com o ensino em que se prioriza a memorização de conceitos e processos, promover a reflexão e a contextualização com vistas ao desenvolvimento pessoal e social. Os argumentos em que se fundamenta a proposta do ensino segundo esses autores, se adequa ao que se espera com o trabalho pedagógico

com a horta escolar: possibilitar a inter e a transdisciplinaridade, a resolução de problemas reais no cotidiano e o pluralismo metodológico.

A questão da sustentabilidade também está intimamente atrelada às atividades práticas envolvendo hortas escolares, pois na busca consciente de meios saudáveis para a produção de alimentos, os envolvidos no projeto podem propor formas alternativas para a produção de alimentos e adubos orgânicos, a utilização de material alternativo para cobrir os canteiros, como telhas plásticas de garrafa pete e a coleta de água da chuva, tanto para regar, como para o serviço de limpeza e descarga de banheiros na escola.

Neste sentido, a horta no ambiente escolar se torna um lugar de vivências, pois possibilita o desenvolvimento de atividades pedagógicas em educação ambiental e alimentar, conseguindo unir a teoria e a prática, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem e estreitando relações através do trabalho coletivo (MORGADO, 2008).

A sociedade passa por variadas transformações e a escola como parte integrante dela também. Poulain (2004), aponta como parte dessas transformações: a mundialização da alimentação, como uma consequência da globalização. Também esclarece que o processo de industrialização da produção agrícola e os meios modernos de distribuição dos alimentos, contribuem para mudanças na relação entre meio rural e urbano, e conseqüentemente modifica os modos de vida e os vínculos estabelecidos com os alimentos.

Como consequência dessas transformações, configura-se o alimento moderno, predominantemente industrializado e de origem quase sempre desconhecida, cortando o vínculo entre alimento e natureza, tendo como consequência a padronização dos alimentos. Assim, em virtude da falta de precisão da sua procedência não há uma identidade ou qualidade simbólica desse alimento, justamente pela ausência de uma origem confiável (FONSECA et al., 2011; POULAIN, 2004).

O projeto horta escolar foi organizado buscando envolver docentes e discentes, em atividades (trans)interdisciplinares com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). O Ensino Médio em Regime Integral foi organizado em uma perspectiva para além dos componentes curriculares, assim são propostos projetos e oficinas que desenvolvem a criatividade e a capacidade de autossuperação. O diferencial desse atendimento para os outros programas de ensino médio é que o aumento do tempo escolar possibilita a exploração significativa dos projetos e integra mais o adolescente e o jovem assim como os professores na (e com) a escola.

Os professores se convenceram da importância da horta, como ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem nas várias áreas do conhecimento. Também como meio de fornecer vegetais e hortaliças para escola e, principalmente, para a formação de alunos conscientes de suas responsabilidades em desenvolver hábitos alimentares saudáveis.

Além disso, a comunidade escolar teve a oportunidade de resgatar valores um tanto quanto esquecidos na atualidade, tais como contato com a terra, conhecimento de técnicas de cultivo, incremento dos relacionamentos interpessoais bem como a ressignificação de espaços que estavam ociosos. Os professores se sensibilizaram e se comprometeram a tocar em frente o projeto.

Mas como chegar até os alunos? Seriam eles receptivos à proposta? Como fazer para ter o apoio deles, uma vez que estavam preocupados em se preparar para o ENEM? Estrategicamente, aproveitei a licença médica de um professor, no primeiro semestre de 2017, e assumi a disciplina Aspectos da Vida Cidadã – AVC para as turmas dos primeiros anos do ensino médio.

Nestas turmas, introduzi o assunto dos passos necessários para criação e implementação de uma horta escolar e a proposta da construção de maquetes que nos ajudariam naquele processo, além da escolha e medição da área. Após os diálogos teóricos, professores e alunos escolheram uma área na lateral esquerda de entrada do prédio da escola para construir a horta, por estar voltada para a nascente do sol, ser parcialmente isolada da circulação de pessoas e próxima da cozinha.

Porém, como iniciar a construção dos canteiros se não tínhamos recursos? Durante diálogo com o orientador, desenvolvemos a ideia de iniciarmos as construções de canteiros pequenos, pois seriam de menor complexidade para monitorar, prover a manutenção, garantir a realização da pesquisa, e ao mesmo tempo, oportunizar que ao longo de sua construção, docentes e discentes desenvolvessem o sentimento de pertencimento em relação ao projeto (SANTOS, 2016).

Construindo os alicerces...

No dia 16 de maio de 2018, concluímos os conteúdos básicos sobre o passo a passo para construção de uma horta na escola: escolha do local, ferramentas, preparo do terreno, preparo dos canteiros, escolha das hortaliças, adubação, covas e seu preparo, irrigação, buscar orientação, conhecer sistemas de planto, controle de pragas e a colheita. Os conteúdos foram apresentados na forma de aula expositiva e por meio de recursos audiovisuais, exposição de vídeos e textos. As aulas de AVC disponibilizavam dois encontros semanais de 45 minutos cada, com os alunos do primeiro ano do ensino médio e revisão dos conteúdos com os alunos do segundo ano.

Como atividade prática, nossa primeira tarefa foi a capinagem do terreno e a retirada dos bloquetes (blocos de concreto no formato geométrico hexagonal plano), apenas das áreas onde pretendíamos plantar. Construímos canteiros com o empilhamento organizado e planejado dos próprios bloquetes. Cada canteiro foi construído com a dimensão de 2,20

metros por 15,30 metros e uma divisória (para facilitar a manutenção) que deixou cada vão com 98 cm de largura. Além dos seis professores de ciências, nos ajudaram na construção dos canteiros e na implementação da horta na escola, um professor de história, um de geografia, um de sociologia e um professor de matemática.

No dia 17 de maio de 2018 (quinta-feira), os professores da escola aderiram ao movimento de greve dos educadores da rede estadual de ensino, que havia iniciado no dia 02 daquele mês. Isto foi excelente para o projeto, pois os professores e alunos, interessados em realizar a tarefa, ficaram com mais tempo livre para se dedicar à construção dos canteiros. No final daquele dia, fui surpreendido com a publicação da Lei 13.666/2018 no Diário Oficial da União, que estabeleceu a inclusão do assunto educação alimentar e nutricional nos currículos do ensino fundamental e médio, nas disciplinas de Ciências e Biologia, respectivamente.

A Lei 13.666/2018 entrou em vigor 180 dias após a sua publicação, e ajudou a sensibilizar os docentes e discentes sobre a importância e atualidade do valor nutricional das hortaliças e leguminosas que pretendíamos produzir de maneira orgânica (sem o uso de agrotóxicos ou produtos químicos sintéticos) na própria escola.

A Lei oportunizou novas discussões entre os docentes e discentes sobre a relevância dos conhecimentos que estávamos adquirindo quanto à produção e consumo de alimentos (orgânicos) saudáveis. Há vários estudos comprovando que a maioria das hortaliças é rica em substâncias que apresentam propriedades funcionais, ou seja, têm ação benéfica para a saúde na prevenção e controle de várias doenças, como obesidade, diabetes, câncer de cólon, úlceras e doenças coronarianas. Segundo a portaria de publicação, a nova lei tem exatamente esses objetivos: a de reduzir a obesidade infantil, além de assegurar informações sobre alimentação saudável para os cidadãos desde novos (BRASIL, 2018).

Entre os dias 18 e 24 de maio, as principais atividades foram: limpar a área de construção dos canteiros da horta, organizar os bloquetes retirados e empilhá-los para a formação dos canteiros; retirar terra preta do terreno dos fundos da escola e iniciar o plantio das sementes nos copinhos descartáveis para verificar o potencial de germinação delas. Solicitamos ajuda dos professores da disciplina de matemática para o modelo a ser adotado na organização e empilhamento dos bloquetes, visando a formação dos canteiros. Mantive contato com os agrônomos da Emater-Pa para confirmar as dimensões dos canteiros e esclarecer dúvidas, chegando ao entendimento que o comprimento pode ser adotado de acordo com a disponibilidade da área, mas a largura não deve exceder um metro, para facilitar as atividades de manutenção dos canteiros. Assim, decidimos dividir a área em quatro canteiros de 15,30M e incluir uma divisória no centro do canteiro reduzindo o vão de 2,20 para dois de 98 cm.

Segundo a perspectiva do material do site da Embrapa e da orientação dos agrônomos da Emater-Pa, iniciamos a retirada de terra preta (terra vegetal) e húmus de minhoca existente no fundo do terreno da escola em uma área onde ocorre compostagem natural, devido à decomposição da matéria orgânica de origem animal e vegetal. A terra foi peneirada e os demais componentes sólidos (pedras, galhos, sementes de acácias e resíduos sólidos principalmente de plástico) e torrões (parte de terra dura) foram retirados. Em seguida, a terra selecionada foi levada, em carrinhos-de-mão, para preencher os canteiros. Foram necessários noventa carrinhos cheios de terra para alcançarmos o nível de 50 cm de altura e/ou profundidade, ideal para o plantio das variedades de hortaliças e leguminosas existentes e usualmente consumidas no nosso estado.

A semeadura ou teste de germinação das sementes, também foi realizado sob a orientação dos agrônomos. No dia 05/06, realizamos os primeiros experimentos de semeadura em copos descartáveis. Os copos foram furados no fundo, preenchidos acima do meio com terra peneirada e identificados de acordo com as sementes neles plantadas. Naquele dia, alunos e professores produziram quinze (15) experimentos (cultivares) de cada uma das seguintes espécies de hortaliças e leguminosas: Rúcula, Alface Rafaela, Alface Mônica, Couve, Coentro, Salsa, Cebolinha, Pimentinha (Pimenta Lupita), Quiabo, Chicória, Pimenta Ouro, Pimenta Malagueta, Pimentão, Tomate Carolina e Jerimum Abóbora Leite, todas estas espécies apresentaram bom desenvolvimento.

Aprendemos que os pés de quiabo, as pimenteiras, os tomateiros e os pés de pimentão precisam ser tutorados, ou seja, apoiados para sustentar e orientar o crescimento. Também aprendemos sobre cultivares cujos plantios não são recomendados na região norte por necessitarem de clima frio para retirar as sementes da dormência ou para permitir o seu desenvolvimento, são eles: Alcachofra, Alho, Alho-Poró, Batata, Beterraba, Brócolis, Cenoura, Couve-Flor, Ervilha, Mostarda, Morango, Moranga, Mandioquinha-Salsa, Repolho, Rúcula e Salsa.

Em nossa experiência, Salsa, Alho-Poró e Rúcula se desenvolveram com qualidade. O que surpreendeu a expectativa dos docentes e discentes pois estes resultados contrariaram o apontado no catálogo brasileiro de hortaliças, que estava sendo usado como parâmetro de estudo e análise das ações na horta escolar.

No dia 04/06, entreguei os ofícios de solicitação de apoio ao secretário adjunto de logística da Secretaria de Estado de Educação do Pará. Por meio dessa solicitação conseguimos estabelecer uma parceria com a Companhia de Cavalaria Montada da Polícia Militar do Estado do Pará, que forneceu esterco de cavalo para realizarmos a produção de adubo orgânico por meio do processo de compostagem. No final daquela manhã recebemos a primeira visita do Agrônomo da Emater-Pa, que teceu elogios às tarefas já realizadas e nos deu novas orientações. Os diálogos foram gravados em áudio.

No dia 07/06, solicitamos via ofício a retirada de esterco no Regimento da Cavalaria Montada da Polícia Militar do Pará e no dia 11/06 deixamos um camburão de 200 litros de manhã e à noite fomos buscar, garantindo o material orgânico para a oficina de compostagem que já estava agendada para o dia 14/06.

No dia 13/06 realizamos a limpeza da área da frente, com capinagem e formação das eiras (material de origem vegetal empilhado) desobstruímos as canaletas, as caixas de passagem e o tubo de esgoto. Durante a execução destas atividades adquirimos material vegetal triturado de uma empresa terceirizada da Companhia Elétrica do Estado do Pará (Celpa), que estava realizando poda de árvores na frente da escola.

Entre os dias 06/06 e 13/06 aumentamos a quantidade de experimentos de sementes semeadas nos copinhos de 15 para 30 unidades de cada espécie, exceto as leguminosas, pois ainda não tínhamos o local certo para o plantio das mudas e a quantidade de Jerimum já era suficiente (17 mudas em crescimento acelerado). Neste período realizamos uma campanha na escola para aquisição de sementes de hortaliças e leguminosas, além das que já possuíamos. Também testamos o replantio das raízes de hortaliças que sobravam da cozinha da escola.

Assim, os resultados apontaram que os docentes conseguiram desenvolver soluções criativas de forma interdisciplinar e estabelecendo relações CTSA, para os problemas do excesso de água da chuva, desnutrição das cultivares, combate aos fungos, formigas e caramujos. Estes resultados evidenciam que uma série de dificuldades foram superadas de forma criativa no percurso. Nesta superação, foi preciso construir novos conhecimentos, que passaram a ser usados nas atividades pedagógicas dos docentes.

A ação docente que buscou solucionar os problemas encontrados no trabalho com a horta envolveu: a construção de canteiros suspensos com canoas cobertas para a solução do problema do excesso de água da chuva, proposta pelos professores da componente curricular física. Atualmente os esforços têm sido de construir telhas plásticas a partir de garrafas petes para cobrir os demais canteiros alocados no solo, solução apresentada pelos professores da componente curricular química.

A proposição da compostagem orgânica utilizando os vegetais retirados pela capinagem da área externas da escola e o esterco de cavalo procedente do regimento de polícia montada de Belém do Pará, foi proposta pelos professores da componente curricular biologia e implementada em uma aula por eles solicitada com o engenheiro agrônomo da Emater-Pa.

Para o combate aos fungos os docentes fizeram uso de álcool a 9% uma vez ao dia e sempre no final da tarde, evitando a exposição das folhagens das hortaliças, embebidas em vinagre, a luz solar. Para as formigas a solução apresentada foi separar em canteiros

suspensos as hortaliças e leguminosas com maior produção de glicose (quiabo, caruru e coentro) e que, por esta razão, tem maior poder de atração de formigas.

Os caramujos têm preferência por solos úmidos, logo foram tomadas algumas medidas para reduzir a umidade do solo como por exemplo, cobrir os canteiros com telhas transparentes, com filtro solar, e implantar os reservatórios para a coleta de água da chuva. Estas medidas foram usadas como estratégia exitosa para redução na população de caramujos, porém a equipe propôs que no período de chuvas intensas se fizesse uma ou duas vezes por mês uma ação de catação dos caramujos, principalmente após os dias mais chuvosos. Para esta ação foi necessário a aquisição de luvas de látex, máscaras e sacos plásticos para a proteção dos agentes envolvidos. Para a eliminação dos caramujos capturados foi realizada a abertura de covas de 30 cm de diâmetro por 45 cm de profundidade para queimar e enterrar os mesmos. Esta solução foi apresentada pelo engenheiro agrônomo da Emater-Pa em uma das formações com os docentes.

Durante todo o processo de realização do projeto, buscamos orientação sobre o tema da horta e passamos a reconhecer essa atividade de cultivo de hortaliças como um recurso didático, um laboratório vivo incluído na escola. Neste sentido, observamos uma melhoria no trabalho pedagógico em decorrência de atividades práticas realizadas no contexto da horta, por meio de um ensino prazeroso e envolvente no que demonstra o envolvimento coletivo de discentes e docentes na realização das atividades propostas.

Utilizando a horta pedagogicamente...

A pesquisa sobre o uso pedagógico da horta se encontra em desenvolvimento, todos os docentes envolvidos assinaram termo de consentimento livre esclarecido - TCLE. A pesquisa buscou compreender o desenvolvimento de atividades pedagógicas novas e criativas que permitissem a melhoria do processo de ensino-aprendizagem e do compromisso docente na realização das atividades no contexto da horta escolar, isso é, o desenvolvimento das atividades pedagógicas de professores, que precisavam produzir algo novo (atividades com a horta) e relevante (favorecendo a aprendizagem e desenvolvimento dos alunos), que permitisse o ensino de conteúdos relacionados à sua disciplina de forma contextualizada (na horta ou a partir dela), valorizando a investigação, o diálogo e estabelecendo relações CTSA, de forma interdisciplinar.

Inicialmente a horta foi construída por partes e em diferentes locais, assegurando as condições para mantê-la e para o seu uso simultâneo por diferentes turmas. Esta estratégia facilitou a construção da horta, e ao mesmo tempo, a desenvolver o sentimento de pertencer, de fazer parte da comunidade escolar e do trabalho coletivo. Passou a se estabelecer um

vínculo comunitário que permitiu o aflorar de novos laços afetivos, abrindo oportunidades para o novo e o agradável fazer pedagógico.

Os diálogos formais ou informais foram gravados em áudio ou registrados no diário de bordo pelo pesquisador. Os áudios foram transcritos e interpretados segundo os propósitos da pesquisa. Ficou evidente no processo construtivo-interpretativo do pesquisador que o sentimento de pertencimento passou a ser marcante, pois as atividades permitiram o desenvolvimento de um ambiente com novidades no processo de ensino.

Os resultados corroboraram as ideias de Santos (2016), revelando que o sentimento de pertencimento surge em atitudes que envolvem as pessoas na tomada de decisão para solução de problemas comuns, possibilitando que os sujeitos saiam do comodismo e passem a enxergar e compreender o outro e o que está no seu entorno. Conseqüentemente, houve transformação das atitudes e a identificação com a solução dos problemas que surgiram no processo.

Assim, o trabalho com a horta, expresso nas ações e diálogos do pesquisador com os docentes, permitiu a construção do fazer pedagógico por meio das aprendizagens compreensiva e criativa em que, respectivamente, o sujeito tornou-se ativo, e nesse processo, teve a oportunidade de ser protagonista (GONZÁLES REY, 2016; MITJÁNS MARTÍNEZ E GONZÁLES REY, 2017) do seu próprio desenvolvimento humano e da sua qualificação profissional, promovendo mudança na sua realidade e tornando o conhecimento personalizado (GONZÁLES REY, 2006c, p.31).

A aprendizagem compreensiva é caracterizada pelo desenvolvimento de uma postura ativa do aprendiz perante a informação, o qual busca compreender a essência do conhecimento e se posiciona tanto em relação ao conhecimento novo quanto em relação a outros conhecimentos proveniente do percurso de sua história de vida. Assim neste tipo de aprendizagem as operações produtivas e reflexivas ganham destaque e a pessoa alcança uma compreensão. Na aprendizagem criativa, a criatividade se expressa na experiência de aprender, caracterizada pela personalização da informação, a confrontação com o conhecimento e a produção de ideias próprias, ou seja, ela permite ao indivíduo transcender o conhecimento que lhe é apresentado (MITJÁNS MARTÍNEZ; GONZÁLES REY, 2017).

O estudo com enfoque CTSA trata das inter-relações existentes entre a explicação científica, o planejamento tecnológico e a solução de problemas; incentivando docentes e discentes para a tomada de decisão, sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1991, p. 27). Nesse movimento, o processo de implantação da horta permitiu mudar a realidade nutricional escolar pelo cultivo de hortaliças e leguminosas por esses sujeitos, as quais passaram a ser inseridas no cardápio das refeições feitas na escola.

Um aspecto alcançado foi que o processo de construção e utilização pedagógica de uma horta escolar com o referencial teórico em CTSA possibilitou a interação entre alunos e professores e a ação conjunta e interdisciplinar deles na resolução de problemas comuns do cotidiano. Assim, como já mencionado, os resultados apontaram que os docentes conseguiram desenvolver soluções criativas de forma interdisciplinar, para os problemas do excesso de água da chuva, desnutrição das cultivares, combate aos fungos, formigas e caramujos.

Outro resultado importante foi o estabelecimento de atividades didático-pedagógicas, em uma perspectiva CTSA, em que docentes passaram a utilizar a horta para fins didáticos. Os professores de Ciências da Natureza e de outras áreas (História, Geografia, Sociologia, Filosofia e Matemática), passaram a incluir a horta como contexto de atividades de ensino de suas respectivas componentes curriculares.

Outros docentes, como no caso de professores de biologia, desenvolveram para além destas soluções atividades como ensino por pesquisa em que os estudantes precisavam identificar as hortaliças e apresentar em equipe seminários sobre a importância das hortaliças e leguminosas, os seus nomes científicos e valor nutricional. Os professores de química fizeram estudos do Ph (potencial hidrogeniônico) do solo, evidenciando a necessidade de melhor controle hídrico e de melhoria do adubo orgânico para correção do solo (processo de compostagem). Docentes de física e outras disciplinas realizaram, em conjunto com os estudantes, a instalação dos coletores de água da chuva e os alunos precisaram apresentar seminários sobre a montagem e instalação dos coletores.

Estas ações evidenciam o desenvolvimento de relações CTSA, permitindo aos proponentes do projeto compreender a dinâmica do trabalho pedagógico dos professores ao desenvolverem novas produções de ensino, com criatividade e comprometimento pessoal.

E para concluir...

O projeto nasceu das minhas reflexões de professor-pesquisador, unindo minhas experiências da infância, ajudando meus pais em uma horta familiar e as reflexões sobre o meu ambiente atual de trabalho, a escola, onde era notória a necessidade de uma alimentação saudável e o ensino de atitudes para o desenvolvimento da educação ambiental.

Assim, o projeto horta escolar envolveu docentes em formação continuada, de forma interdisciplinar. A busca de soluções para os problemas do cotidiano possibilitou a cada sujeito o protagonismo de sua aprendizagem e conseqüentemente do seu desenvolvimento humano e profissional. Eles envolveram-se na resolução dos problemas e conseqüentemente aprenderam procedimentos e desenvolveram atitudes relacionadas às atividades com a horta. Entre elas, o contato com a terra e com as diferentes etapas do processo de cultivar hortaliças, o encantamento com o crescimento das cultivares, o cuidado cotidiano

de regar, transplantar, tirar ervas daninhas e outros seres vivos invasores, além da colheita de hortaliças e leguminosas. Nesta dinâmica, considero que os alunos aprenderam a fazer relações CTSA e os professores, além destas, aprenderam como ensinar os alunos a estabelecerem tais relações.

As interações entre os sujeitos durante e após as atividades do projeto horta escolar contribui para a formação de cidadãos conscientes e críticos de sua realidade. Uma vez que, ao desenvolver o comprometimento dos educadores e educandos na transformação do seu meio ambiente, esses sujeitos passaram a se enxergar como integrantes do ambiente escolar, facilitando a divisão de tarefas entre eles e a atribuição de responsabilidades.

Esse projeto tem sido relevante pela escassez de estudos nesta perspectiva possibilitando o tratamento de conteúdo, usando uma metodologia de resolução de problemas de cunho CTSA. Permitiu aos professores incitarem dúvidas nos alunos, levantarem hipóteses e resolverem problemas, fazendo com que os conteúdos se tornassem significativos, contextualizados e prazerosos, pois relacionaram os temas discutidos em sala de aula com as observações do contexto real dos sujeitos.

As atividades interdisciplinares no contexto da horta permitiram ao pesquisador confirmar que a educação CTSA se distancia do ensino tradicional de ciências, pois de fato permite que os envolvidos selecionem os conteúdos por assuntos de relevância social, desenvolvendo uma postura crítica ante as implicações da utilização das tecnologias, enfatizando tanto as boas aplicações como as limitações delas no alcance do bem comum.

■ REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. Divulgação e cultura científica. p. 15 a 34. In: **Divulgação Científica e Ensino e Ciências**. São Paulo: Escrituras. ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Org.) 2006.
2. BATISTA, I.M. *et al.* Horta escolar: alimentação como fonte de prazer e sustentação. **Universidade Estadual de Goiás**. Goiás, s/n, p. 209 -218, 2013.
3. BRASIL. Lei 9.394 de 20/12/1996, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**.
4. BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília-DF: Ministério da Educação. 1997.
5. BRASIL. Lei nº 13.666, de 16 de maio de 2018. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, página 1 da seção 1 de 17 de maio de 2018.
6. CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; PESSOA DE CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 41.
7. CALDEIRA, A. M. A. **Semiótica e a relação pensamento e linguagem no ensino de ciências naturais**. Tese (Livre Docência) Faculdade de Ciências. Unesp: Bauru. 2005.

8. CRIBB, S.L.S.P. Contribuições da Educação Ambiental e Horta Escolar na Promoção de Melhorias ao Ensino, à Saúde e ao Ambiente. **Rev. Eletr. do Mestr. Profis. em Ensino, Saúde e Ambiente**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 1, p. 42-60, jan/abr. 2010.
9. FERREIRA, V.G.M. *et al.* Educação Ambiental e o Ensino de Ciências: a horta escolar como instrumento facilitador no processo de ecoalfabetização. Congresso Latino-americano de Botânica. Congresso Nacional de Botânica. 54 . **Anais eletrônicos...** Salvador – BA. 2014. Disponível em: <<http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/65CNBot/5083-ENB.pdf>> Acesso em: 16 dez. 2020
10. FONSECA, A. B. et al. Modernidade alimentar e consumo de alimentos: contribuições sócio-antropológicas para a pesquisa em nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 9, p. 3853-3862, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011001000021>. Acesso em: 15 dez 2020.
11. GONZÁLES REY, F. L. O sujeito que aprende: desafios do desenvolvimento do tema da aprendizagem na psicologia e na prática pedagógica. In: TACCA, M.C.V.R. (Org.). **Aprendizagem e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Alínea, 2006c. p. 29-44.
12. GONZÁLES REY, F. L. Ideias e modelos teóricos na pesquisa construtivo-interpretativa. In: Albertina Mitjás; Mauricio Neubern; Valeria Mori. (Org.). **Subjetividade Contemporânea: discussões epistemológicas e metodológicas**. 1ed.Campinas: Alínea, 2014, v. 1, p. 13-34.
13. GONZÁLES REY, F. L. **O Social na Psicologia e a psicologia social: a emergência do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2016. p. 154.
14. IRALA, C. H.; FERNANDEZ, P. M. **Manual para escolas: a escola promovendo hábitos alimentares saudáveis**. Brasília: Ministério da Educação, 2001, 50 p.
15. KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6. ed. São Paulo: Edusp. 2008.
16. MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. Agricultura Urbana. *Documentos*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.
17. MITJÁS MARTÍNEZ, A.; GONZÁLES REY, F. **Psicologia, Educação e Aprendizagem Escolar: avançando na contribuição da leitura cultural histórica**. São Paulo: Cortez, 2017.
18. MORGADO, F; S. **A Horta Escolar na Educação Ambiental e Alimentar: Experiência do Projeto Horta Viva nas Escolas Municipais de Florianópolis**, 2008. Disponível em: <<http://www.extensio.ufsc.br/20081/A-hortaescolar.pdf>> Acesso em: 17 dez. 2020.
19. PEREIRA, A.B. & PUTZKE, J. **Ensino de Botânica e Ecologia: Proposta metodológica**. Porto Alegre: Sagra. 1996.
20. POULAIN, J.-P. **Sociologias da alimentação: os comedores e o espaço social alimentar**. Florianópolis: UFSC, 2004.
21. ROBERTS, Douglas A. What counts as Science education? In: FENSHAM, Peter J. (Ed.). **Development and dilemmas in science education**. Barcombe: The Falmer Press, 1991. p. 27-55.
22. RODRIGUES, I. O. F.; FREIXO, A. A. Representações e Práticas de Educação Ambiental em Uma Escola Pública do Município de Feira de Santana (BA): subsídios para a ambientalização do currículo escolar. **Rev. Bras. de Ed. Ambiental**, v. 4, 2009.

23. SANTOS, E. B. O docente e a produção do sentimento de pertencimento: possibilidades formativas em grupos colaborativos. In: TACCA, M.C.V.R. (Org.). **Ação formativa docente e práticas pedagógicas na escola**. Campinas, SP: Alínea, 2016. cap.3, p. 59-89.
24. SIMSON, O. R.; PARK, M. B.; FERNANDES, R. S. **Educação Não Formal**: cenários da criação. Campinas: Editora da Unicamp. 2001.
25. TAVARES, B.V. *et al.* Os desafios na implantação de um projeto de horta escolar. Ouro Preto (MG): **XXI Seminário de Iniciação Científica da UFOP**, s/n, p. 1-9, 2014.

“

Reutilização do óleo vegetal para produção de sabão líquido com adição de produtos florestais não madeireiros

▮ Ridley Cesar Zozomazoré da **Silva**
UFMT

▮ Gabriella da Silva **França**
UFMT

▮ Esther Saraiva Carvalho de **Souza**
UFMT

▮ Rayza Mariane da Silva **França**
UFMT

RESUMO

Nossos antepassados utilizavam resíduos de óleos vegetais e gorduras animais na fabricação de sabão para limpeza doméstica, lavagem de roupas, louças e serviços gerais, dando assim, um destino útil a algo que era considerado resíduo. O óleo de copaíba é conhecido por seus benefícios a saúde, tais como efeito hidratante, fungicida, bactericida e anti-inflamatório. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o sabão produzido a partir da matéria prima de óleo vegetal de cozinha já utilizado, incorporando produtos florestais não madeireiros e avaliar seu potencial fungicida ao adicionar óleo de *Copaifera langsdorffii* Desf. Para confecção do sabão utilizou-se hidróxido de soda e água quente para promover a saponificação dos materiais graxos, e álcool etílico como agente de transparência. A maturação do sabão foi controlada pela determinação do pH durante aproximadamente 21 dias. Após, adicionou-se o óleo de copaíba e a essência de lima-limão. A partir da reciclagem do óleo vegetal foi possível desenvolver um sabão líquido caseiro com adição de produtos florestais não madeireiros, e ainda que o teste para a ação antifúngica tenha apresentado resultados ineficientes, a fabricação do sabão pode ser considerada positiva, pois apresenta baixo custo, alto rendimento e evita que este seja descartado de maneira incorreta, gerando impactos ambientais.

Palavras-chave: Reciclagem, Copaíba, Óleo de Cozinha.

INTRODUÇÃO

Como consequência do progresso intensivo e aumento demasiado da população mundial, nos últimos anos houve um aumento significativo da degradação do meio ambiente (MELLO e SATHLER, 2015). Segundo dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2012), apesar de 30% de todo o lixo produzido no Brasil ter potencial de reciclagem, apenas 3% de fato é reaproveitado. Sendo assim, rotineiramente grande parte desse resíduo além de não ser reciclado, acaba sendo descartado inadequadamente no meio ambiente. Como exemplo, temos o óleo de cozinha, cujo descarte quase sempre é realizado de maneira incorreta, sendo realizado — na maioria das vezes — diretamente no ralo das pias, provocando o entupimento das tubulações das residências e posteriormente a contaminação das galerias pluviais e de esgoto.

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), um litro de óleo é capaz de contaminar milhares de litros de água, resultando em um enorme prejuízo ambiental e social, já que grande parte das populações ribeirinhas fazem o uso do rio para consumo próprio e sobrevivem da pesca.

A água não dissolve todas as substâncias contidas no óleo e além dos impactos diretos sobre o ambiente aquático, o descarte incorreto de óleos, de forma geral, aumenta os custos do tratamento da água potável. O óleo de cozinha ao ser liberado na rede de esgoto pode ficar acumulado nos encanamentos, dificultando a passagem da água e afetando a eficiência do sistema. Além disso, o aparecimento deste óleo nos mananciais hídricos, cria uma barreira protetora na superfície da água, dificultando a oxigenação e a passagem de luz, podendo acarretar a mortalidade de diversas espécies aquáticas (BORTOLUZZI, 2011).

O sabão caseiro foi muito fabricado pelas donas de casa em décadas passadas e, ainda hoje, é muito utilizado por ser considerado eficaz na retirada de sujeiras em geral e por apresentar bom rendimento em volume. É amplamente utilizado, desde a lavagem de roupas e louças até para a limpeza de cerâmicas. Hoje, a reciclagem do óleo vegetal é uma alternativa para a redução do descarte incorreto desse produto no meio ambiente, sendo uma das formas de reaproveitamento a utilização na fabricação de sabão líquido e sólido, que são empregados na limpeza de uso geral e também na matéria-prima da produção de resinas para tintas, detergentes, glicerinas, ração para animais e biodiesel (RIBEIRO, 2018).

Embora exista uma boa aceitabilidade desses sabões caseiros pela população, não há registros de produção desse tipo de produto para a comercialização em larga escala. Há apenas relatos de fabricação para uso próprio e para vendas em pequenas comunidades. Diante da crescente preocupação com os prejuízos causados ao meio ambiente pelo descarte incorreto de óleo comestível, a reciclagem desse material através da sua utilização para

produção de sabão líquido ou em barra é uma alternativa interessante, não apenas para reduzir os impactos ao meio ambiente, bem como para geração de renda (RIBEIRO, 2018).

Segundo Pereira (2007), os óleos naturais e extratos de plantas são considerados aditivos no processo de fabricação do sabão, podendo ser extraídos de folhas e sementes. Eles possuem diversas finalidades, tais como tratar e proteger a pele, hidratação, adstringência, antialérgicos e anti-inflamatórios.

O óleo de copaíba também vem sendo explorado pela indústria de cosméticos em razão de sua propriedade hidratante e dermatológica, além do uso tradicional como anti-inflamatório. O gênero *Copaífera*, pertence à subfamília *Caesalpinoideae*, com 16 espécies predominantes no Brasil, sendo quatro delas oriundas da região norte do país, onde o óleo de copaíba é utilizado e vendido para fins medicinais, administrados in natura e de forma oral contra infecções no geral (CASCON e GILBERT, 2000).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o sabão produzido a partir da matéria prima de óleo vegetal de cozinha já utilizado, incorporando a ele produtos florestais não madeireiros e avaliar o potencial fungicida do sabão confeccionado artesanalmente com adição do óleo de *Copaifera langsdorffii* Desf.

MATERIAL E MÉTODOS

A fabricação do sabão líquido a partir de óleo de cozinha usado e com adição de componentes florestais não madeireiros foi realizada no Laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Preparo do sabão líquido

O óleo de cozinha foi adquirido através do programa de recolhimento e reciclagem elaborado pela Faculdade de Engenharia Florestal da UFMT (FENF - UFMT), com o intuito de destinar corretamente este resíduo. Após o recebimento do óleo, o mesmo foi peneirado para a remoção de todas as impurezas e partículas sólidas, estando assim pronto para a realização do experimento.

Em um béquer, adicionou-se 75 ml de água fervente, 42,5 g de soda cáustica (NaOH) e misturou-se até a completa dissolução da soda. Em seguida, adicionou-se 250 ml de óleo de cozinha filtrado e levemente aquecido, misturando por cinco minutos até que a solução apresentasse uma consistência homogênea e então, acrescentou-se 62,5 ml de álcool etílico (92° GL) e novamente a mistura foi agitada até formação de uma pasta densa.

Posteriormente, incorporou-se à solução aos poucos 250 ml de água fervente e agitou-se até que a mistura ficasse homogênea e cremosa (aproximadamente 20 minutos). Em seguida, foram adicionados 2000 ml de água a temperatura ambiente e 25g de bicarbonato de sódio previamente dissolvido em pequeno volume de água. Após 20 dias da data de fabricação adicionou-se 2 ml do óleo de copaíba. Com o objetivo de trazer ao sabão um aroma agradável, foi adicionado a mistura 7 ml de essência florestal de lima-limão.

O sabão líquido produzido foi acondicionado em recipientes de plástico de 1500 ml e mantidos em temperatura ambiente até que se estabilizasse as reações entre os compostos químicos.

Determinação do pH

A determinação do pH do sabão líquido produzido foi realizada semanalmente utilizando um pHmetro de bancada (Intratherm - modelo pH - 2000). Este aparelho digital utiliza o método potenciométrico para determinação do pH ou potencial hidrogeniônico, indicando a acidez, neutralidade ou alcalinidade do meio. As determinações foram realizadas no mesmo dia e após 7, 14 e 21 dias da fabricação.

Avaliação da atividade antifúngica do óleo de copaíba

Com o intuito de verificar se o óleo de copaíba adicionado ao sabão seria capaz de inibir o aparecimento de fungos, realizou-se no laboratório de Patologia Florestal da Faculdade de Engenharia Florestal da UFMT um teste de atividade antifúngica no sabão líquido. O teste foi realizado através da inoculação em 24 placas de petri do fungo *Aspergillus flavus*, que é um fungo parasita de sementes agrícolas. O meio de cultura utilizado foi o ágar puro, separando-se oito placas de petri para três concentrações diferentes:

- a) 1%: 1 ml/L: 1 ml de óleo de copaíba para 1 litro de meio de cultura.
- b) 2%: 2 ml/L: 2 ml de óleo de copaíba para 1 litro de meio de cultura.
- c) 4%: 4 ml/L: 4 ml de óleo de copaíba para 1 litro de meio de cultura.

A cada 24 horas foi verificado o aparecimento das colônias dos fungos nas placas de petri. Esse fungo foi escolhido por ser considerado comum o seu aparecimento em alimentos, sendo assim está presente comumente no dia a dia. Para o teste fúngico, o acompanhamento foi realizado apenas baseando-se no aparecimento e desenvolvimento das colônias.

Resultados e discussões

Utilizando as respectivas proporções, foram obtidos 1700 ml de sabão líquido e os custos da matéria-prima utilizada são apresentados conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Custo da matéria-prima.

Matéria Prima	Custo
Soda cáustica em escamas 1 kg	R\$ 19,00
Bicarbonato de sódio 25g	R\$ 2,50
Álcool Etílico 1L	R\$ 5,00
Óleo de copaíba 15 ml	R\$ 10,00
Essência de Lima-Limão 100 ml	R\$ 10,00

O sabão líquido produzido neste estudo pode ser considerado como um produto de baixo custo. Para ser produzido em casa, uma pessoa gastará em média R\$ 46,50 na produção de aproximadamente 60 litros de sabão líquido, apresentando assim uma relação de custo-benefício positiva.

Determinação de pH

A determinação do pH foi realizada semanalmente, conforme a Tabela 2, utilizando-se o pHmetro.

Tabela 2. pH do sabão.

Período (dias)	pH
Primeiro dia	11,7
Sétimo dia	9,76
Décimo quarto dia	9,75
Vigésimo primeiro dia	9,44

A primeira medição do pH ocorreu logo após a confecção do sabão e as medições subsequentes foram realizadas semanalmente, até a estabilização. Na primeira semana, houve redução do valor de pH de forma evidente. Entretanto, entre a primeira e terceira semana, o pH reduziu de forma menos acentuada, finalizando o processo de maturação e enquadrando-se nas normas da ANVISA para confecção de sabões, que tem como 10 o valor de pH máximo aceito (ANVISA - RDC, 2008).

Após o vigésimo primeiro dia, o sabão apresentou uma base clara e cor esverdeada, odor agradável, com pouca espuma e pH em torno de 9,00.

Em uma pesquisa relacionada a produção de sabão com óleo de cozinha acrescido de essência florestal de eucalipto, e cravo e canela, Eggers et al. (2016) encontrou ao medir o pH dos ensaios os valores de 12,99 para sabões com essência de eucalipto e 12,46 para a essência de cravo e canela, sendo estes valores superiores aos registrados neste trabalho e ao indicado pela ANVISA.

Análise do teste fúngico

Após 48 horas de incubação, notou-se o aparecimento do fungo *Aspergillus flavus* e após 96 horas notou-se que os mesmos já estavam totalmente estabelecidos nas placas de petri, em todas as concentrações testadas. Sendo assim, para este fungo em questão, o óleo de copaíba não foi eficaz para impedir o desenvolvimento, possivelmente por não inibir essa espécie de fungo em específico ou o grau de pureza e/ou concentração do óleo foram ineficientes.

Uma solução para a correção dessa ineficiência seria a coleta do óleo de copaíba diretamente da árvore, evitando assim qualquer tipo de contaminação ou perda de suas propriedades através de uma possível volatilização de seus sesquiterpenos. Sugere-se que seja feito um teste com uma maior concentração de óleo de copaíba, pois as concentrações avaliadas neste trabalho foram incapazes de inibir a proliferação do fungo.

CONCLUSÃO

Com base nas análises avaliadas neste estudo foi possível desenvolver um sabão líquido caseiro, a partir da reciclagem do óleo de cozinha com adição de produtos florestais não madeireiros.

Embora o teste para a ação antifúngica tenha apresentado resultados ineficientes, a fabricação do sabão ainda pode ser considerada positiva, pois possui um baixo custo de fabricação, alto rendimento em volume e pode ainda ser um auxílio em potencial na renda familiar daqueles que optam por reaproveitar o óleo usado de cozinha, evitando assim que este seja descartado de maneira incorreta, gerando impactos ambientais.

■ REFERÊNCIAS

1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA - Ministério da Saúde - MS Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 40, DE 5 DE JUNHO DE 2008.
2. BORTOLUZZI, O. R. S. A poluição dos subsolos e água pelos resíduos de óleo de cozinha. 2011. 36 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Goiás, Formosa, 2011.
3. CASCON, V.; GILBERT, B. Characterization of the chemical composition of oleoresins of *Copaifera guianensis* Desf., *Copaifera duckei* Dwyer and *Copaifera multijuna* Hayne. **Phytochemistry**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. v.55, p.773-8, 2000.

4. EGGERS, A.R.; SOUSA, C. S. A.; AVILA, S. D.; MOURA, P. R. G.; SILVA, A. L. S.; COCCO, I. R.; DIEHL, V. E. W.; CARVALHO, C. A. **Reciclagem do óleo comestível usado na fabricação do sabão líquido com ênfase na economia solidária**. XXI Seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão. Unicruz, Universidade de Cruz Alta. 2016.
5. MELLO, L. F.; SATHLER, D. A demografia ambiental e a emergência dos estudos sobre população e consumo. **Revista Brasileira de Estudo de População**. São Paulo, v. 32, n. 2, p. 357-380, 2015. DOI: 10.1590/S0102-30982015000000020.
6. PEREIRA, M. C. **Tecnologia de sabonetes**. Monografia (Graduação em Química) Departamento de Química, Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, 2007.
7. PNRS. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Governo Federal – Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2012.
8. RIBEIRO, L. A.; VASCONCELOS, A.; SANTOS, G. B.; CAMPOS, D. M. Transformação do Óleo Comestível em Sabão Artesanal: Ferramenta de Sensibilização para Implantação da Coleta Seletiva Municipal. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**. 2018.

“

Um movimento de consciência limpa: reaproveitando óleo de cozinha no município de Várzea Grande – MT

- | Arlete da Silva **Barbosa**
- | Maria Aparecida da Silva **Alves**
- | Luciana **Ferraz**
- | Neiva Sales **Rodrigues**
Unemat
- | Renata **Freitag**
Unemat

RESUMO

Discussões como manutenção da biodiversidade, recuperação de ambientes degradados e adoção de políticas públicas que garantam o desenvolvimento sustentável são debatidas no ambiente acadêmico, mas também se fazem necessárias ser debatidas por empresários, políticos e sociedade em geral. Esta sociedade passou a sentir e contabilizar os prejuízos causados, por exemplo, pelas modificações em fatores climáticos, extinção de espécies nativas, crescente comprometimento de recursos hídricos. Assim, o presente capítulo objetivou um diagnóstico do descarte de óleo de origem vegetal usado, proveniente de frituras, no bairro Cristo Rei, localizado no Município de Várzea Grande–MT. A primeira etapa consistiu em um levantamento bibliográfico e revisão da literatura, após foram ministradas palestras com alunos do 6º ao 9º ano de uma escola estadual do bairro em estudo. Foi demonstrado o reaproveitamento do material para produção de sabão, como forma de reciclagem. Por fim, o trabalho apresenta orientações referentes ao método correto de descarte do óleo de cozinha. A prática foi de suma importância para a comunidade escolar e o meio social na qual os alunos estão inseridos.

Palavras-chave: Destinação, Educação Ambiental, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Conforme Pereira et al. (2018), os recursos naturais se encontram como maior fonte de matéria prima para o desenvolvimento da sociedade, seja este obtido a partir da água, solo, plantas ou animais, com o aumento desordenado da população ocorre o aumento no desenvolvimento agropecuário e indústria de alimentos, influenciando na exploração exacerbada dos recursos naturais.

O aumento na produção de lixo e o inadequado destino de produtos tóxicos acarretam graves problemas ambientais para a saúde das cidades e dos indivíduos, bem como contribuir para a escassez de água potável no planeta. Portanto, investir na reciclagem é uma maneira de gerenciar e minimizar os efeitos dele, conferindo vantagens ambientais (MARTINS et al., 2016).

O óleo não reciclado, descartado indevidamente, provoca danos ambientais e sociais graves, tal como o entupimento de caixas de gordura e tubulações da rede de esgotos, o que produz uma pressão que contribuirá para a infiltração desse óleo no solo, podendo atingir água subterrâneas ou gerar um refluxo do esgoto à superfície por meio da própria rede (DA SILVA et al., 2017).

A água é o bem mais precioso que temos, porém está se tornando um recurso finito para o mundo, por ser menos denso que a água, o óleo de cozinha forma uma película sobre a mesma, o que provoca a retenção de sólidos, entupimentos e problemas de drenagem quando colocados nas redes coletoras de esgoto.

D'Avignon (2007) defende que “quanto mais o cidadão evitar o descarte do óleo no lixo comum, mais estará contribuindo para preservar o meio ambiente, segundo ele, uma das soluções é entregar o óleo usado a um catador de material reciclável ou diretamente a associações que façam à reciclagem do produto. ”

Rizzettia (2016), afirma que a gestão do óleo residual de fritura, a adoção de políticas de reaproveitamento e reciclagem fomenta a valorização do resíduo que pode ser empregado na produção de sabão e detergentes, ração animal, resina para colas, assim como, na produção de biodiesel, mostrando uma alternativa em substituição aos combustíveis fósseis, utilizando matéria-prima renovável e menos poluente.

“O óleo de cozinha usado quando retornado ao processo produtivo como nova matéria prima, agrega valor econômico ao produto. Diminui o custo. Mas para que o seu retorno seja feito, é necessário a otimização de toda cadeia logística, seguindo algumas etapas: Acondicionamento, coleta, armazenagem e movimentação” (MIGUEL; FRANCO, 2016).

Assim, a discussão aqui apresentada, ampliada e proveniente do resumo publicado nos anais da V Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão – JENPEX, do Instituto Federal de Mato Grosso, Barbosa et al. (2018), se justifica em um dos problemas apontados no

gerenciamento inadequado deste resíduo, a destinação incorreta do óleo usado, que descartado no Meio Ambiente tende a não se misturar. A presença de óleos nos rios cria uma barreira que dificulta a entrada de luz e a oxigenação da água, comprometendo, assim, a base da cadeia alimentar aquática, contribuindo para a ocorrência de enchentes, além de propiciar o entupimento de tubulações de esgoto.

OBJETIVO

Diagnosticar o descarte de óleo de cozinha usado, proveniente de frituras, no bairro Cristo Rei, localizado no Município de Várzea Grande–MT, e apresentar orientações referentes ao método correto de descarte do mesmo.

MÉTODOS

Neste trabalho empregou-se óleo comestível usado (óleo de soja) obtido por meio de coletas realizadas pelos próprios alunos. A pesquisa é de natureza qualitativa e socioambiental, que permite a troca de conhecimento entre a área acadêmica e a comunidade, respondendo algumas indagações sobre a gestão do óleo usado, trazendo também orientações referentes ao método correto de descarte do mesmo.

Na primeira etapa foi feito um levantamento bibliográfico, e revisão da literatura sobre o assunto. Na segunda etapa foi realizada uma visita à escola estadual Professor José Mendes Martins, do Município de Várzea Grande-MT, com capacidade para 1.280 alunos do ensino fundamental e médio, localizado no Cristo Rei, um bairro populoso de classe baixa, para apresentação do projeto “Consciência Limpa: Reciclando o Óleo de Cozinha” à diretora Geralda Castro e Coordenadora Marinalva Carvalho, que em seguida, indicou as séries que poderiam participar do projeto. Participaram alunos das séries iniciais de 3º e 9º ano do ensino fundamental, totalizando 571 crianças.

Após a escolha das turmas que iriam participar do projeto, os alunos foram motivados a coletar o óleo de cozinha nos respectivos bairros e nas suas residências, no período de 5 dias. O resultado desta coleta foi de 100 litros de óleo usado, uma parte do material coletado foi utilizada para demonstrar a produção dos sabões aos alunos participantes do projeto, uma forma de reutilização do mesmo, após foi realizada uma palestra para os alunos, onde assistiram vídeos sobre o descarte inadequado do óleo de cozinha, em pias por exemplo, e sobre a reciclagem do mesmo.

A pesquisadora seguindo o agendamento prévio realizado com a direção da escola, ministrou a palestra “Projeto Consciência Limpa: Reciclando o Óleo de Cozinha”. Ao final da palestra foi aplicado um questionário aos participantes para verificar o conhecimento

dos mesmos sobre o assunto tema da palestra. Na quarta etapa, foi identificada a existência ou não de cooperativa de coletores no município, ou estabelecimentos de recebimento do material.

Para o preparo do sabão foi convidada a professora do “Curso de Sabão”, dona Divina Marques da Silva, do programa “Qualificação” promovido pela Coordenação Social da Prefeitura de Várzea Grande MT.

Vale ressaltar que foi preconizado o cuidado no manuseio dos ingredientes, pois alguns deles são tóxicos e não devem ser manipulados por crianças ou por pessoas que não tenham o conhecimento prévio. Enfatizando que a receita caseira dessa produção de sabão, em sua maioria, contém soda cáustica e outros químicos, portanto, foram seguidas todas as normas de segurança. Essa atividade prática foi demonstrativa para os participantes e todo o material foi distribuído para os alunos e mães que participaram. No preparo do sabão foi seguida a receita descrita e realizados os seguintes passos:

- a. Em um recipiente foram adicionados: a água, o óleo, o sebo previamente derretido, o sabão em pó, o detergente, o desinfetante e por último a soda cáustica nas proporções indicadas (Figura 1).

Figura 01. Vista do recipiente contendo os ingredientes para preparo do sabão em barra.



- b. Esta mistura foi mexida sem parar por aproximadamente 1h20min.
- c. A mistura ficou em repouso por 24 horas, após esse período, já endurecida foi retirada da forma e cortada em pequenos pedaços dando origem as barras de sabão que foram dispostas em uma prateleira para secar por seis dias (Figura 2).

Figura 02. Vista do sabão após a retirada da forma e a esquerda, vista das barras de sabão prontas para o consumo.



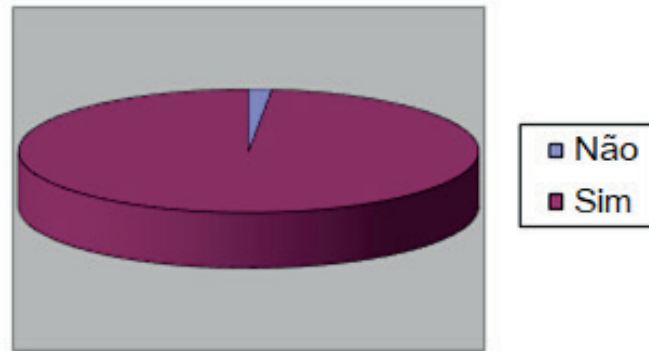
RESULTADOS

Participaram da palestra “Consciência Limpa - Reciclando o Óleo de Cozinha”, as turmas de 3ª Serie, 4ª Serie, 5ª Serie, 6ª Serie, 7ª Serie, 8ª Serie e 9ª Serie, do ensino fundamental perfazendo um total de 571 alunos em três dias de palestra. Após a realização da palestra, foi criado um ponto de coleta de óleo na Escola por um período de 60 dias, foram resgatados 2 galões de 50 litros cada um, totalizando 100 litros de óleo usados, que foram entregues a empresa Fernis Reciclagem E Comercio De Óleos Vegetais Ltda.

Para a atividade prática desse projeto, além da palestra supracitada, foram apresentados dois vídeos referentes ao assunto e distribuído um questionário contendo sete perguntas referentes ao tema abordado no projeto somente para a turma do 8º e 9º série, por já estarem teoricamente mais aptas a responder os tipos de questionamentos aplicados. O formulário em questão teve como objetivo obter informações sobre o nível de conscientização ou conhecimento referente ao assunto pesquisado dos alunos do 8º e 9º série em relação ao descarte do óleo de cozinha, uma vez que esse resíduo é gerado nas suas residências após o preparo de frituras.

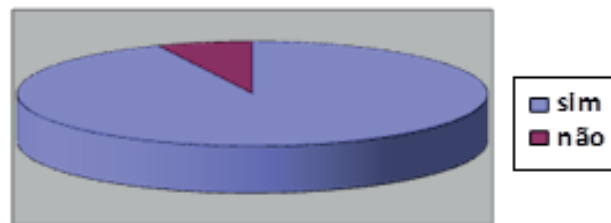
Os resultados mostraram que a maioria dos alunos envolvidos (98,4%) no projeto reconhece a importância do meio ambiente para a sua vida e a necessidade da sua preservação (Figura 3).

Figura 03. Reconhecem ou não a relação do meio ambiente e vida.



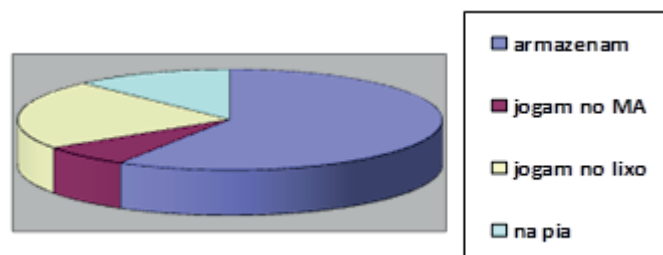
Os resultados evidenciaram que o óleo de cozinha é muito utilizado nas residências (93,4%) (Figura 4).

Figura 04. Utiliza o óleo de cozinha com frequência.



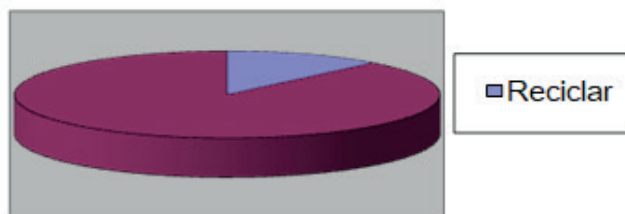
55,7% dos alunos confirmaram que o óleo de cozinha, em suas residências, após o uso, é armazenado, porém, algumas famílias descartam no meio ambiente incorretamente, sendo: no quintal (6,8%), no lixo (21,2%) e na pia (11,5%). Apenas uma pequena porcentagem (4,8%) dos envolvidos no questionário, responderam que levam para um centro de coleta na cidade (Figura 5).

Figura 05. Destinação do óleo de cozinha.



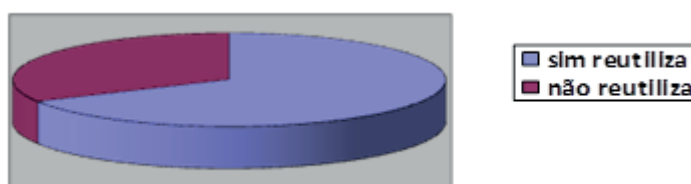
Quando a pergunta foi o conhecimento de alternativas para reciclar o óleo, 5,8% dos entrevistados responderam sobre a existência de alguma maneira de se reciclar o óleo de cozinha, porém, 43% não tinham conhecimento sobre alternativas de reciclagem (Figura 6).

Figura 06. Conhece alternativas de reciclagem.



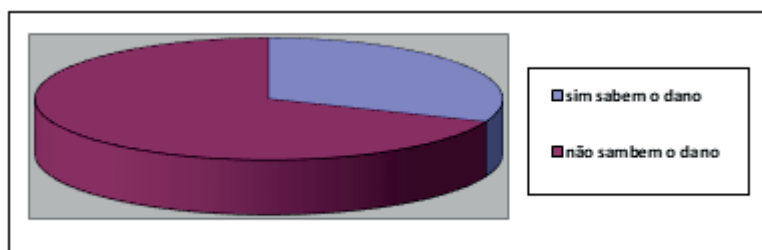
Questionados a respeito da reutilização do óleo de cozinha, muitos alunos confirmaram que sim, 70%, e 32,8% dos envolvidos responderam que não o reutilizam (Figura 7).

Figura 07. Reutilizam o óleo de cozinha.



Apesar de muitos alunos reutilizarem o óleo de cozinha, muitos alunos (68,9%) não conhecem quais são os danos que o descarte inadequado desse resíduo pode causar (Figura 8).

Figura 08. O gráfico mostra a quantidade de alunos que não conhecem quais são os danos que o descarte desse resíduo pode causar quando descartado de maneira incorreta.



DISCUSSÃO

Como observado nos resultados, parte considerável dos entrevistados condicionam e fazem algum uso posterior do material coletado. Porém este é mais um hábito fruto possibilidade de se obter um produto final utilizável do que relacionado a manter cuidados com o meio ambiente, visto que 68,9% não sabiam dos danos causados pelo descarte inadequado o óleo de cozinha.

Dentre as várias receitas que existem para se produzir o sabão encontrado na literatura, a equipe do projeto, optou por uma receita simples e prática, descrita posteriormente em um panfleto de conscientização sobre a reutilização do óleo usado.

Segundo Reis et al. (2007), “esses óleos são largamente consumidos para a preparação de alimentos tanto nas residências domiciliares quanto nos estabelecimentos industriais e comerciais de produção de alimentos. ”

Segundo Rebouças (2010), o óleo de cozinha representa um fator nocivo à natureza, cada litro de óleo que vai para o esgoto possui a capacidade de poluir até 1 milhão de litros de água. Além disso, o óleo fica retido nos encanamentos e nas estruturas dos esgotos provocando entupimentos e rompimentos das redes.

A obrigação de empresas vendedoras ou distribuidoras de óleo de cozinha e estabelecimentos similares de manter estruturas destinadas à coleta de óleo de cozinha usado faz com que devam informar nos rótulos do produto sobre a possibilidade de reciclagem.

A coleta seletiva domiciliar, consegue incorporar questões mais amplas, como a preocupação com a preservação do meio ambiente, o reaproveitamento dos recursos, a geração de emprego e renda e o envolvimento da sociedade (GALBIATI, 2005), para que o retorno do óleo vegetal como matéria-prima seja possível, é preciso a adoção de uma série de procedimentos inter-relacionados, entre eles: acondicionamento, coleta, armazenagem e movimentação até o local de produção.

De acordo com Pitta Jr. et al. (2009), é recomendável que o acondicionamento do óleo seja feito em embalagens com capacidades entre 500 ml a 2 litros, no caso das habitações, e de 20 a 50 litros nos pontos comerciais, na coleta, o veículo adaptado para receber caçamba, tanque ou com uma mangueira de sucção, faz uma rota pré-definida calculada habitualmente por um sistema informatizado. Quanto ao armazenamento, o óleo é estocado até atingir determinada quantidade antes de retornar à produção, podendo passar pelo processo de filtragem para a remoção das impurezas.

O descarte do óleo é apenas uma pequena parte do grande problema relacionado à geração de lixo no mundo, tratar lixo é caro e, quando não tratado, há um forte impacto ambiental, no caso do óleo de cozinha usado em frituras, a possibilidade mais concreta para evitar seu despejo na natureza é reaproveitá-lo fazendo sabão (MARTINS, 2010).

Para Santana et al. (2010), o ciclo reverso do produto pode evitar ou minimizar a degradação ambiental e trazer vantagens competitivas para as empresas em relação ao óleo de cozinha usado. Com isso, o uso da ferramenta Logística Reversa, ou seja, o retorno do produto para servir de matéria-prima, para a fabricação do mesmo ou de outro material, pode evitar problemas nos sistemas de tratamento de água e esgotos por despejo inadequado do mesmo.

A metodologia foi essencial para uma maior conscientização dos alunos e familiares, propiciando educação ambiental em relação ao descarte de resíduos, alternativas de

reutilização, reaproveitamento e reciclagem. Além disso, pode contribuir para a economia dos recursos naturais, assim como para o bem-estar da comunidade.

Contudo, apesar de tecnologias permitirem reciclar com eficiência diversos materiais amplamente consumidos, a reciclagem não é ainda um hábito comum entre os brasileiros. No caso do óleo de cozinha, a alternativa trabalhada é uma das mais simples no quesito reciclagem. Mesmo assim, muitos estabelecimentos comerciais e residenciais jogam o óleo comestível (de cozinha) usado na rede de esgoto, que além de gerar graves problemas de higiene e mau cheiro, causa o entupimento da mesma, bem como o mau funcionamento das estações de tratamento.

Desta forma, para retirar o óleo e desentupir são empregados produtos químicos altamente tóxicos, o que acaba criando uma cadeia perniciososa, além de causar danos irreparáveis ao meio ambiente que constitui uma prática ilegal punível por lei, pela observação dos aspectos mencionados pode-se concluir que a reciclagem do óleo de cozinha é um dos meios de preservação do meio ambiente, desta forma, o trabalho alcançou as expectativas, mostrando que é possível preservar o meio ambiente, mesmo através de técnicas simples, desde que com o apoio correto. Também foi propícia a incentivar coletas e mesmo empreendedorismo utilizando o produto final como bem econômico, uma vez que, o óleo de cozinha usado e arrecadado pelos alunos e levados a um centro coletor do Município pode gerar emprego e renda para quem for reutilizar desse resíduo.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados mencionados pode-se concluir que a reciclagem do óleo de cozinha é um meio de preservação do meio ambiente, desta forma, o trabalho alcançou as expectativas, mostrando que é possível preservar, mesmo por meio de técnicas simples, desde que com o apoio correto, uma vez que, o óleo de cozinha usado é arrecadado pelos alunos e levado a um centro coletor do Município, podendo essa prática gerar emprego e renda para quem for reutilizá-lo.

Contudo, se faz necessário mais trabalhos com reutilização do óleo de cozinha nas escolas, para que os alunos possam utilizar os recursos de forma correta e sejam multiplicadores de informações. A educação ambiental é muito importante para que dentro da escola os alunos possam entender as premissas ambientais e fora dela vivam em equilíbrio com os recursos naturais.

■ REFERÊNCIAS

1. DA SILVA, Yaankha Bharbara Allecxandria Bernardo; AMOGLIA, Sabrina Marcelino; MCCLELLAND, Julie Louise; TEIXEIRA, Amanda Ferreira; MELO, Laura Fernandes. Projeto Sabão Ecológico: uma estratégia educacional para a reciclagem do óleo de cozinha no município de Viçosa. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 6, n. 3, pag. 33-44, 2017.
2. D'AVIGNON, A .L. de A. **Uso do óleo de cozinha para produção de biodiesel**. 2007. (Programa de rádio ou TV/Mesa redonda).
3. GALBIATI, A. F. **O Gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Minas Gerais, jun. 2005. Disponível em: <www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92>. Acesso em: 12 abr. 2014.
4. MARTINS, M. **Receita de sabão caseiro com óleo de cozinha usado**. 2010. Disponível em: <http://www.martinsreciclagem.com/new/?p=813>. Acesso em: 02 mar. 2014.
5. MARTINS, Maria Isabel Morgan, MESDES, Fábio Renê Klagenberg; SOSTER, Caroline; FRAGA, Eliane; DOS SANTOS, Ana Maria Pujol Vieira; SCHOREDOR, Nadia Teresinha. Reciclo-óleo: do óleo de cozinha ao sabão ecológico, um projeto de educação ambiental. **Cinergis**, v. 17, n. 4, 2016.
6. MIGUEL, Antônio Carlos; FRANCO, Débora M. Bueno. Logística Reversa do óleo de cozinha usado. <http://www.webartigos.com/artigos/logistica-reversa-do-oleo-de-cozinha-usado/113547/>. Acessado em, v. 16, p. 32h, 2016.
7. PEREIRA, Paulo Emanuel Batista. DANTAS Gustavo da Costa. ABRANTES, José Vinicius Vieira de Abrantes. SALAES, Ricélia Maria Marinho, PEREIRA. ALBUQUERQUE, Karla Elita Viegas, Tiago da Nóbrega. Destinação do óleo de cozinha na cidade de Pombal-PB. ESTUDO DE CASO. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, 2018.
8. PITTA JUNIOR, O.S.R.; NOGUEIRA NETO, M.S.; SACOMANO, J.B.; LIMA, A. **Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo**. São Paulo, Brasil, maio 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/2/M.%20S.%20Nogueira%20%20Resumo%20xp.pdf>>. Acesso em: 13 Abr. 2014.
9. REBOUÇAS, F. **Reciclagem do óleo de cozinha**. 2010. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/reciclagem-de-oleo-de-cozinha/>>. Acesso em: 2 mar. 2014.
10. REIS, M.F.P.; ELLWANGER, R.M.; FLECK, E. **Destinação de óleos de fritura**. 2007.
11. RIZZETTIA, T. A., et al; Uso de dinâmica de sistemas para avaliação de cenários de reaproveitamento de óleo de cozinha na produção de biodiesel em uma IES pública. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**. Volume 11, Número 1, 2016, pp. 112-119. DOI:10.20985/1980-5160.2016.v11n1.1010.
12. SANTANA, G.; SENA, P.A.; SILVA, L.; SILVA, D.B.; PIMENTA, H.C.D. **O papel dos Supermercados no canal reverso do óleo de cozinha: um estudo na cidade de Natal, RN**, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

13. BARBOSA, Arlete da Silva et al. Um movimento de consciência limpa: reaproveitando óleo de cozinha no bairro Cristo Rei, município de Várzea Grande – MT. In: Anais da 5ª Jenpex IFMT/BLV: Inovação e empreendedorismo na educação profissional. Anais...Cuiabá (MT) IFMT/BLV, 2018. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/jenpex2018/97584-UM-MOVIMENTO-DE-CONSCIENCIA-LIMPA--REAPROVEITANDO-OLEO-DE-COZINHA-NO-BAIRRO-CRISTO-REI-MUNICIPIO-DE-VARZEA-GRANDE>>. Acesso em: 01/11/2020.

“ Uso de bagaço de cana-de-açúcar como isolante térmico em aquecedor solar de água

▮ Fernando Villaverde **Cendon**
UFPR

▮ Regina Maria Matos **Jorge**
UFPR

▮ Alvaro Luiz **Mathias**
UFPR

RESUMO

A cana-de-açúcar é a matéria-prima mais importante para a indústria sucroalcooleira. O colmo é esmagado para produzir o caldo rico em sacarose. O bagaço é um subproduto gerado em grandes quantidades e normalmente queimado para produzir energia termoelétrica para contribuir com o balanço energético do processo. Porém, há situações em que o resíduo poderia ser usado para fins mais nobres. O aquecimento de água com uso da irradiação solar pode ser usado como tecnologia simples e barata em habitações populares. No entanto, sua eficiência fica reduzida pela perda de energia térmica ao meio ambiente devido ao alto custo do isolante térmico que deve ser aplicado sobre as tubulações e sobre o reservatório. O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade do emprego do bagaço da cana-de-açúcar como isolante térmico com o intuito de agregar valor a esse subproduto e aumentar a eficiência do uso da energia térmica. O coeficiente de condutividade térmica do bagaço de cana-de-açúcar seco foi medido e resultou em $0,0436 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ de acordo com o Método de Lee. Este valor é similar ao de alguns isolantes térmicos tradicionais, mostrando que existe viabilidade técnica para esta aplicação. Os cálculos realizados revelam que a economia energética pode chegar a 80% nas tubulações e 90% no reservatório de água quente com uso de camadas isolantes de 20 mm e 24 mm, respectivamente.

Palavras-chave: Energia, Tecnologia Ambiental, Valorização de Resíduo, Resíduo Sólido.

INTRODUÇÃO

Anualmente, aproximadamente 600 milhões de toneladas de cana-de-açúcar são processadas no Brasil. Cerca de 165 milhões de toneladas de bagaço são gerados, dos quais 90% são queimados para gerar energia (1). Outros usos para o bagaço da cana-de-açúcar são a alimentação animal e a fabricação de conglomerados (2). O presente trabalho verifica a viabilidade da utilização do bagaço da cana-de-açúcar como isolante térmico. Alguns outros materiais vegetais, como o algodão, o sabugo de milho, o bambu e os galhos de algodoeiros, já tiveram seu coeficiente de condutividade térmica avaliados (3), sendo que alguns têm potencial de serem usados, contribuindo para o reaproveitamento de resíduos vegetais.

O Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) é um sistema de aquecimento de águas potáveis por meio da captação da energia solar em painéis termosolares. A construção do equipamento deve empregar materiais de baixo custo e fácil aquisição, tais como placas de forração alveolares, tubos e conexões de PVC e acessórios complementares. O ASBC pretende oferecer acesso a aquecimento de água por meio de energia solar com baixo investimento financeiro quando comparado a um aquecedor comercial. Um dos problemas desse sistema é a perda de energia obtida do sol para o meio ambiente devido à falta de um sistema de isolamento térmico de baixo custo. Estas perdas ocorrem em duas etapas principais: nos tubos que levam a água quente da placa ao reservatório e no reservatório (4).

OBJETIVO

Avaliar a capacidade do bagaço de cana-de-açúcar de ser utilizado como isolante térmico para ser aplicado em sistemas ASBC, contribuindo para o reaproveitamento de resíduos vegetais e para a construção de sistemas sustentáveis de aquecimento de água residencial com melhores eficiências e menores custos.

MÉTODOS

Preparação da amostra

O bagaço de cana-de-açúcar foi cedido por um comerciante autônomo de caldo de cana no município de Curitiba. O miolo da cana esmagada (bagaço) foi separado da casca e mantido em uma solução de hipoclorito de sódio por 24 horas para eliminar os microrganismos ativos. O material desinfetado foi lavado superficialmente com água corrente e, posteriormente, fervido por 2 horas para retirar a sacarose remanescente. O bagaço foi novamente lavado, deixado para escorrer em recipiente vazado e mantido em contato com

o ar ambiente por 24 horas para a evaporação da umidade adquirida. A seguir, as fibras lignocelulósicas da biomassa foram secas em estufa a 150 °C por 1 hora. Depois de seco, cerca de 20 g do produto foram triturados em um liquidificador doméstico (Walita Liqfaz) por 1 minuto para diminuir o tamanho das fibras para menos de 5 mm.

Determinação do coeficiente de condutividade térmica

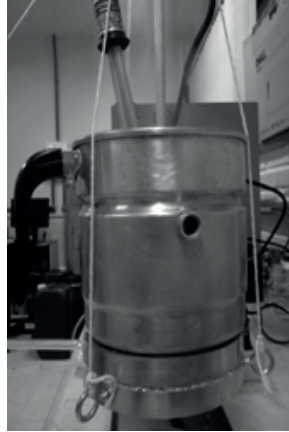
O coeficiente de condutividade térmica foi determinado com uso do Método de Lee (5). Esse método consiste na preparação de um regime permanente de condução de calor. O valor do coeficiente de condutividade térmica foi obtido a partir da Lei de Fourier na forma linear (Equação 1):

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

sendo Q a quantidade de calor transferido por unidade de tempo, k o coeficiente de condutividade térmica, A a área de troca térmica e T a temperatura em um determinado ponto x ao longo da direção onde ocorre o fluxo de calor.

Para a determinação experimental, um disco maciço de latão 360 foi suspenso mantendo-se a superfície circular na posição horizontal com o auxílio de fios e de ganchos fixados em sua lateral (Figura 1). O diâmetro (136,5 mm), a espessura (17,0 mm) e a massa (2112 g) do disco foram determinados com paquímetro (Mitutoyo 530-321) e balança (Filizola CS-6). Sua superfície superior foi coberta com uma camada fina e uniforme (massa = 2,81 g) de fibras secas. Outro disco de latão (diâmetro = 136,9 mm, espessura = 17,0 mm e massa = 2118 g) foi assentado sobre as fibras. A camada de fibras de bagaço era fina (2,9 mm, depois de compactada pelo disco superior) para reduzir a troca de calor entre esse material e o ar ambiente nas laterais. Finalmente, um recipiente metálico de diâmetro similar contendo água foi apoiado sobre o disco superior. Uma resistência elétrica foi adaptada para ferver a água contida no recipiente metálico e servir como fonte de calor. Os discos metálicos apresentavam orifícios para que em cada um pudesse ser inserido um termômetro de mercúrio (Incoterm 5003). A leitura das temperaturas foi feita após constatar-se que não houvesse variação do valor por no mínimo 10 minutos, garantindo o estabelecimento de um estado de transferência contínua de calor.

Figura 1. Sistema montado para a aplicação do Método de Lee.



No caso estudado, Q , k e A podem ser considerados constantes. Além disso, x é pequeno o suficiente para a simplificação matemática do fenômeno segundo a Equação 2, na qual foram inseridos os valores das temperaturas determinadas dos discos superior e inferior (T_1 e T_2), bem como os demais parâmetros físicos.

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{T_1 - T_2}{x} \quad (2)$$

Depois de anotadas as temperaturas e a altura da camada de bagaço, o conjunto experimental foi desmontado e montado novamente de forma que o recipiente de aquecimento fosse colocado diretamente sobre o disco inferior. Este foi aquecido até aproximadamente 10°C acima da temperatura onde ocorreu o processo em regime permanente. Logo após, foi retirado o sistema de aquecimento e anotou-se a temperatura do disco ao longo do tempo, obtendo-se uma curva para descrever o comportamento do resfriamento do disco. O módulo da derivada da temperatura em relação ao tempo (dT/dt) foi tomado para a temperatura de operação do disco inferior anotada durante o processo em regime permanente para, juntamente com a massa do disco (M) e o calor específico do latão 360 (c), calcular a taxa de transferência de calor (Q) que estava ocorrendo durante o regime mencionado. Foi descontada a área superior, que antes estava recebendo calor, e não cedendo, sendo que r e h são o raio e a espessura do disco, respectivamente (Equação 3).

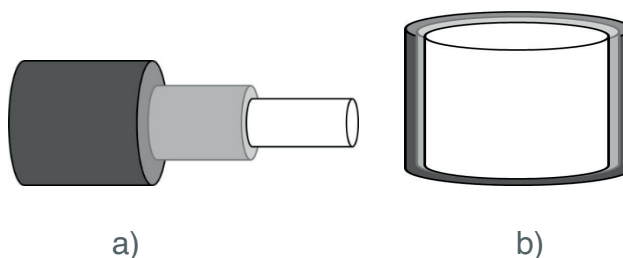
$$Q = M \cdot c \cdot \left. \frac{dT}{dt} \right|_{\frac{(\pi \cdot r^2 + 2 \cdot h)}{(2\pi \cdot r^2 + 2 \cdot h)}} \quad (3)$$

Projeto de isolamento térmico de Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC)

O projeto do isolamento térmico do ASBC também foi feito a partir da Lei de Fourier em coordenadas cilíndricas. Considerou-se o uso de tubos de policloreto de vinila clorado (CPVC), que aceitam temperaturas de até 80°C , de diâmetro externo igual a 28,1 mm,

espessura de 2,5 mm e condutividade térmica de $0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ (6), com a adição de isolamento de diversas espessuras (Figura 2a). Igualmente, adotou-se o isolamento de um reservatório de 300 litros com diâmetro interno de 0,50 m, comprimento interno de 1,53 m e espessura de parede de 2,4 mm, também confeccionado com CPVC (Figura 2b). A percentagem de energia economizada foi calculada para várias espessuras de isolamento para verificar o potencial prático do bagaço de cana-de-açúcar como isolante. As temperaturas interna de 70°C , temperatura que a água pode ser aquecida pelas placas, e externa de 20°C , temperatura ambiente que pode ocorrer, foram consideradas para a modelagem (4).

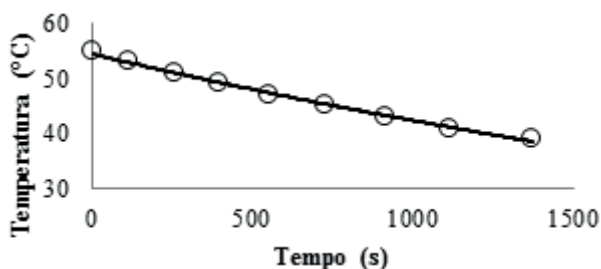
Figura 2. a) esquema da água (branco), tubo de plástico (cinza claro) e isolante térmico (cinza escuro). b) do reservatório (codificação similar).



RESULTADOS

As temperaturas T1 e T2 foram determinadas como sendo $71,5\text{°C}$ e $43,5\text{°C}$, respectivamente. O calor específico do latão 360 foi obtido junto ao fornecedor do material, sendo igual a $0,0931 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$.

Figura 3. Curva de resfriamento do disco inferior.



Com essas informações, os dados da Figura 3 e da Tabela 1, e as Equações 2 e 3, o valor da condutividade térmica das fibras lignocelulósicas do bagaço de cana-de-açúcar seco encontrado foi de $0,0436 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$. O método descrito para preparo das fibras lignocelulósicas fragmentadas não foi observado na literatura técnico-científica disponível. O aspecto das fibras celulósicas era similar ao de uma palha.

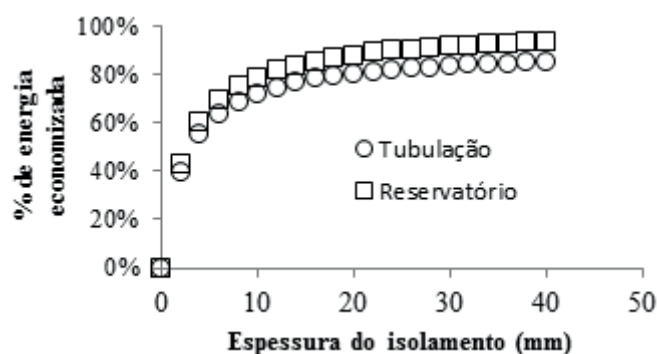
Tabela 1. Dados relativos ao resfriamento do disco inferior.

Parâmetro	Valor
Coefficiente de Determinação (R^2)	0,996

Parâmetro	Valor
Equação do Resfriamento do Disco Inferior	$T=54,4 \cdot \exp(-3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
Derivação da Equação do Resfriamento do Disco Inferior	$dT/dt=163 \cdot 10^{-4} \cdot \exp(-3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$

Os cálculos realizados para o projeto do isolamento do ASBC com o isolante desenvolvido revelaram que aproximadamente 80% do calor seria economizado nas tubulações com uma espessura isolante de 20 mm (perda de 67 W/m sem isolante e 13 W/m com isolante) e 90% no reservatório isolado com uma camada de 24 mm (perda de 2335 W sem isolamento e 222 W com isolamento) dentro da especificação descrita (Figura 4).

Figura 4. Relação da espessura do isolamento nas tubulações e no reservatório com a percentagem de energia economizada.



DISCUSSÃO

O baixo valor para o coeficiente de condutividade térmica das fibras lignocelulósicas (Tabela 2) produzidas é similar ao da cortiça (7), a qual é um material natural tradicionalmente usado para isolamento térmico. As fibras celulósicas apresentam melhor desempenho que o observado para outros materiais naturais, como o algodão (7) e o sabugo de milho (8). Assim, ele pode ser considerado um eficiente material natural para ser recomendado como isolante térmico para revestir vários materiais clássicos da indústria civil, como cimento, vidro, aço carbono e cobre. Outros exemplos de materiais avaliados pelo Método de Lee são o tijolo ecológico (9), apresentando valores de condutividade entre 0,35 e 0,75 $W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$, dependendo dos aditivos usados, e alguns tipos de madeira (10), com valores de 0,1 a 0,3 $W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$. Estes valores são maiores que o dobro do valor encontrado por este trabalho para as fibras da cana-de-açúcar, sendo que os materiais são piores isolantes do que o proposto por este trabalho.

Tabela 2. Coeficientes de condutividade térmica de alguns materiais.

Material	$k (W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1})$
Areia*	0,027
Poliestireno Expandido e Extrudado*	0,027
Lã de vidro*	0,038
Lã de rocha*	0,04
CPVC (Cloro de Polivinila Clorado)**	0,040

Material	k (W.m ⁻¹ .°C ⁻¹)
Cortiça*	0,043
Bagaço de Cana-de-açúcar	0,0436
Algodão*	0,06
Sabugo de Milho***	0,101
Cimento*	0,29
Vidro*	0,78
Aço Carbono (C=0,5%)*	55
Cobre****	292,41

*Fonte: OZISIK, 1985; **Fonte: TIGRE, 2014; ***Fonte: PAIVA *et al.*, 2012; ****Fonte: ELUMA, 2009

O desempenho das fibras celulósicas foi inferior ao Poliestireno Expandido e Extrudado, mais conhecido no Brasil pelo nome comercial Isopor™. A areia é um ótimo isolante térmico (Tabela 2), mas sua densidade elevada impede sua aplicação proposta. As lãs de rocha e de vidro apresentam custo elevado (R\$83,16 por 12 unidades 25x600x1200 mm e R\$160,02 por 12 unidades 50x610x2700 mm, respectivamente (11)), tornando-as proibitivas para a aplicação em sistemas ASBC. A empresa Tigre (6) apresenta um tipo de tubo feito com CPVC (Cloro de Polivinila Clorado, Tabela 2) com capacidade isolante similar à das fibras produzidas, mas o diâmetro do tubo é fixo e, neste caso, as fibras podem cobrir esse tipo de tubulação, reduzindo ainda mais sua perda de energia.

O padrão de perda térmica para tanques de armazenamento confeccionados para sistemas ASBC tem sido relatado em 5°C a cada 24 horas para uma temperatura interna de 45°C (4). Esta é uma condição menos crítica porque, segundo a Lei de Fourier, a perda de energia é maior quanto maior for a diferença entre a temperatura interna e a temperatura ambiente. No tanque do sistema calculado, caso a temperatura interna fosse de 45°C, seria necessária uma espessura de 44 mm de fibras de cana-de-açúcar para obter a perda térmica estabelecida pela literatura (94% de economia de energia). O isolamento com essa espessura é viável, o que confirma a factibilidade da proposta.

Apesar dos resultados positivos com relação à condutividade, outros aspectos ainda devem ser averiguados antes da aplicação do produto proposto em larga escala. A utilização mais comum do bagaço de cana produzido no Brasil é a queima para geração de vapor e/ou energia elétrica (1). O perigo de combustão do bagaço seco pode ser tão alto que, para evitar o seu armazenamento, são alimentadas quantidades maiores do que as demandas estequiométricas nas caldeiras de produção de vapor, o que resulta numa operação pouco eficiente (12). Isto revela que o material precisa receber um aditivo anti-chama, como o borato de sódio, o ácido bórico, ou o sulfato de amônio, para poder ser aplicado como isolante térmico sem risco de acidentes (12).

Microorganismos têm sido produzidos com o uso do bagaço da cana-de-açúcar como substrato, como o *Penicillium chrysogenum*, o *Trichoderma reesei* e o *Aspergillus Niger* (13). Isso indica que é necessário verificar se há a possibilidade de crescimento de bactérias ou

fungos no material nas condições de aplicação, de modo a se propor tratamentos químicos e/ou térmicos adequados para evitar mau cheiro, contaminações em humanos e alterações na capacidade de isolamento.

CONCLUSÃO

As fibras lignocelulósicas de bagaço de cana-de-açúcar podem ser facilmente produzidas para se aplicar como isolante térmico. A capacidade de isolamento térmico do bagaço de cana-de-açúcar preparado revelou ser similar à da cortiça, a qual é usada como isolante térmico na construção civil, e superior à de outros materiais naturais, como o algodão, o sabugo de milho, o tijolo ecológico e a madeira.

O isolante proposto é adequado para isolar vários materiais da construção civil que possuem maior facilidade de propagação térmica, como cimento, vidro, aço carbono e cobre, embora com menor capacidade do que outros isolantes industriais, como poliestireno, lã de vidro e lã de rocha.

Por ser um produto natural e de baixo custo, as fibras podem ser o isolante de primeira escolha para isolamento de tubulações e de reservatórios de água aquecida de sistemas ASBC. A perda pode ser reduzida em 80% nos tubos e 90% nos tanques aplicando-se camadas de isolamento menores que 25 mm. Uma espessura de isolante de 44 mm seria necessária para reduzir a perda térmica do reservatório até o limite estabelecido na literatura, o que representaria uma economia de 94% da energia perdida para o ambiente.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem o financiamento deste trabalho pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

■ REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento. **A Geração Termoelétrica com a Queima do Bagaço de Cana-de-Açúcar no Brasil: Análise do Desempenho da Safra 2009-2010**. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_05_15_45_40_geracao_termo_baixa_res..pdf. Acesso em: 18 abr. 2014.
2. CASTRO, L.B.B.N.; OLIVEIRA, L.A.; MOREIRA, R.F.; MURTA, M.R.M. Bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Pubvet**, Londrina, v. 02, n. 30, ed. 41, art. 432, 2008. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=432. Acesso em: 18 abr. 2014.

3. PAIVA, A.; PEREIRA, S.; SÁ, A.; CRUZ, D.; VARUM, H.; PINTO, J. A contribution to the thermal insulation performance characterization of corn cob particleboards. **Energy and Buildings**, v. 45, p. 274-279, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.11.019>. Acesso em: 27 nov. 2020.
4. COSTA, R.N.A. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais de um sistema solar de aquecimento de água a baixo custo para fins residenciais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007. Disponível em: http://bdtd.ufrn.br/tde_arquivos/10/TDE-2008-02-21T011110Z-1119/Publico/RaimundoNAC.pdf. Acesso em 12 jan. 2014.
5. KONGUNADU COLLEGE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. **Physics Laboratory Manual for Engineers**. Thottiyam, 2010. Disponível em: http://www.kongunadu-engg.com/files/SH_QB/HS1104%20PHYSICS%20LABORATORY%20MANUAL.pdf. Acesso em: 18 abr. 2014.
6. TIGRE. **Aquatherm: Ficha técnica**. Joinville, 2013. Disponível em: http://www.tigre.com.br/pt/download_ficha.php?tipo_arq=linha&file=linha_7.pdf. Acesso em: 12 jan. 2014.
7. Ozisik, M.N. **Heat Transfer: A Basic Approach**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1985.
8. ELUMA. **Tubos e conexões de cobre: catálogo**. Paranapanema, 2009. Disponível em: http://www.cfg.com.br/up_catalogos/Eluma_-_2009.pdf. Acesso em: 12 jan. 2014.
9. AKINMUSURU, J. Thermal Conductivity of Earth Blocks. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 6, p. 34-351, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/msa.2017.812062>. Acesso em: 27 nov. 2020.
10. SAMUEL, O.S.; RAMON, B.O.; JOHNSON, Y.O. Thermal Conductivity of Three Different Wood Products of Combretaceae Family; Terminalia superb, Terminalia ivorensis and Quisqualis indica. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 2, p. 36-43, 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234653929.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.
11. ARTESANA DIVISÓRIAS E FORROS LTDA. **Desenvolvido por ARTESANA, 2010-2014**. Disponível em: <http://www.artesana.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2014.
12. GRIFFIN, G.J. The effect of fire retardants on combustion and pyrolysis of sugar-cane bagasse. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 8199-8204, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.05.051>. Acesso em: 27 nov. 2020.
13. PELIZER, L.H.; PONTIERI, M.H.; MORAES, I.O. Utilização de Resíduos Agro-Industriais em Processos Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental. J. Technol. **Journal of Technology Management & Innovation**. v. 2, p. 118-127, 2007. Disponível em: <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art41/395>. Acesso em: 27 nov. 2020.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Prof. Dr. Reinaldo Eduardo da Silva Sales

Graduado em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Pará (2002). Cursou Aperfeiçoamento em Culturas, Historicidade e Diversidade Étnico Racial na Amazônia (Universidade Federal do Pará, 2010) e Especialização em Ciências Sociais (Universidade Federal do Pará, 2006). É Mestre em Ciências da Educação pela Universidade Gama Filho (2013). Atualmente é Professor Nível 301 do Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal. Também é membro do Grupo de Pesquisa Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária da Amazônia (GECOOPES). Tem experiência nas áreas de Educação, Cultura e Sociedade, com ênfase em Relações de Gênero; Novas Tecnologias e Educação e em Educação Profissional, Científica e Tecnológica atuando principalmente nos seguintes temas: Empoderamento Feminino, Tecnologias Digitais na Educação, Educação Ambiental, Formação de Professores(as) e Educação do Campo. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5504809611081936>

Prof. Me. Reginaldo da Silva Sales

Possui graduação em química, Licenciatura (2003), Especialização em Tecnologia Mineral e Metalúrgica (2004), Mestrado em Química Analítica Ambiental (2010), com ênfase em Água e Solo. É membro da Associação Brasileira de Química (ABQ), da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) e do Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM-UFPA). Durante o Mestrado desenvolveu pesquisa sobre o Estudo Hidrogeoquímico do Reservatório da UHE de Tucuruí-Pará. Tem experiência em docência nos níveis Fundamental, Médio e Superior, na área de Ciências Exatas: Ciências Naturais, Química e Ciências Ambientais. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7249963024899554>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração de Resíduos: 407

Agricultura: 143, 147, 189, 268, 275, 276, 277, 286, 434, 464

Água: 266, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 349, 353, 364, 397

Águas: 245, 247, 249, 265, 266, 334, 335, 352, 353

Amazônia: 15, 16, 19, 32, 43, 245, 249, 254, 265, 266, 417, 466

Ambiental: 243, 248, 254, 265, 266, 297, 307, 308, 325, 328, 329, 330, 331, 349, 350, 366, 368, 371, 372, 381, 392, 398, 400, 404, 419, 422, 434, 445, 454, 465

Amostra de Água: 355

Análise Envoltória de Dados: 69

B

Bacia: 245, 249, 279, 332, 337, 339, 349, 358

C

Climate Change Education: 309, 312, 313

Coagulantes: 237, 239

Comparativo de Custos: 176, 184

Complexação Dinâmica: 52

D

Desenvolvimento: 298, 312, 330, 464

Desenvolvimento Sustentável: 69

Desenvolvimento Urbano: 203

Destinação: 445, 450, 454

Dinâmica: 101, 201

Doenças: 32, 45, 46, 214

E

Ecoeducador: 218, 223

Ecologia: 373, 375, 434

Ecossistemas Aquáticos: 375

Educação: 248, 265, 297, 307, 308, 312, 316, 317, 321, 329, 330, 331, 366, 367, 368, 372, 390, 392, 395, 417, 419, 421, 422, 423, 424, 428, 433, 434, 435, 445

Educação Ambiental: 108, 217, 234, 316, 329, 330, 331

Educação Sócioambiental: 218

Energia: 78, 113, 286

Ensino: 320, 325, 329, 330, 373, 421, 425, 433, 434, 446

Escola: 320, 325, 421, 434, 449

Esgotamento Sanitário: 133

F

Formação Continuada: 218

G

Geoprocessamento: 201, 267, 268, 286

Gerenciamento: 15, 21, 25, 26, 28, 29, 30, 103, 281, 335, 352, 392, 393, 396, 399, 402, 404, 405, 415, 454

H

Horta: 417, 418, 421, 433, 434

I

Impacto: 372, 381, 465

Inclusão: 316, 329, 330, 331

Indicadores de Sustentabilidade: 69

L

Licenciamento: 86, 90, 111, 113, 116, 130

M

Mata Ciliar: 146, 378, 379

Maxent: 288, 290, 295

Medição Individualizada: 186

Meio Ambiente: 130, 268, 277, 331

Mudanças Climáticas: 296, 299

N

Notificação: 381, 383, 385, 386, 389

O

Obras: 86, 106, 113, 181, 183, 234

Óleo de Cozinha: 437, 438, 439, 441, 442, 444, 445, 446, 447, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455

P

Parâmetros: 44, 147, 251, 253, 329, 354, 355, 379, 423, 433

Percepção Ambiental: 365, 368, 379

Ph: 432

Plano de Gerenciamento: 404

Política: 317, 333, 335, 352, 389, 393, 404, 410

Poluição: 245, 370

Q

Qualidade da Água: 245

R

Reciclagem: 437, 443, 449, 454

Resíduo Sólido: 15, 76

Responsabilidade: 86, 113, 415

Revitalização: 23, 25, 26, 27

Ruído: 102, 159

S

Saneamento Básico: 133

Saúde: 32, 35, 36, 39, 43, 46, 48, 49, 50, 141, 155, 156, 157, 159, 160, 175, 204, 206, 207, 213, 214, 215, 216, 363, 372, 383, 385, 386, 389, 390, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 401, 403, 404, 405, 410, 414, 434, 442

Sensoriamento Remoto: 279

Subjetividade: 434

Sustentabilidade: 84, 203, 204, 212, 215, 409, 415, 445

Sustentabilidade Ambiental: 409, 415

T

Terra: 298, 356, 409

V

Vegetação Ripária: 146, 147

Veículos: 159



follow us



www.editoracientifica.org

contato@editoracientifica.org

ISBN 978-658719674-9



9

786587

196749

VENDA PROIBIDA - ESTE LIVRO DEVE SER OBTIDO ATRAVÉS DE DOWNLOAD GRATUITAMENTE - OPEN ACCESS



editora científica