



VI SIMPÓSIO DA GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



SIMPÓSIO AMBIENTAL

V SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO
EM QUALIDADE AMBIENTAL

ISSN: 2675-0538

CIDADES INTELIGENTES: UMA ABORDAGEM DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Anais do Simpósio Ambiental

Vol. 4, 2023

Organizadores:

Bruna Fernanda Faria Oliveira

Daniel de Oliveira Martins

Ellen Cristina Gazzotto Soares Almeida

Lucas Menezes Santos

Milena Garrido Souza

Sueli Moura Bertolino

Uberlândia – MG

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Ciências Agrárias

2023

SIMPÓSIO AMBIENTAL

18 a 22 de setembro de 2023 – Uberlândia, Minas Gerais

TEMA

Cidades Inteligentes: uma abordagem dos objetivos de desenvolvimento sustentável

Anais do Simpósio Ambiental

Organizadores:

Bruna Fernanda Faria Oliveira

Daniel de Oliveira Martins

Ellen Cristina Gazzotto Soares Almeida

Lucas Menezes Santos

Milena Garrido Souza

Sueli Moura Bertolino

Uberlândia – MG

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Ciências Agrárias

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Reitor

Valder Steffen Júnior

Vice-reitor

Carlos Henrique Martins da Silva

SIMPÓSIO AMBIENTAL

Realização:

Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)

Diretor: Hudson de Paula Carvalho

Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária

Coordenador: Roberto Terumi Atarassi

Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental

Coordenador: Drausio Honorio Moraes

Coordenação do evento:

Bruna Fernanda Faria Oliveira

Sueli Moura Bertolino

Instituto de Ciências Agrárias

Endereço: BR 050, km 78, Campus Glória, bloco 1C, sala 212

CEP: 38.410-337 – Uberlândia – Minas Gerais

Home Page: <https://eventos.ufu.br/simposioambientalufu>

E-mail: simposioambiental.ufu@gmail.com

ORGANIZAÇÃO DO EVENTO

Comissão Organizadora

Allan Britis Pinheiro Rocha

Beatriz Vieira dos Santos

Bruna Fernanda Faria Oliveira

Caroline Yuka Mori Saito

Daniel de Oliveira Martins

Ellen Cristina Gazzotto Soares Almeida

Érica Rizzo Portilho

Henrique Humberto Caixeta de Oliveira

Júlia de Souza Maia

Lara Sales Lima

Letícia Nayara Lino de Moura

Lucas Menezes Santos

Milena Garrido Souza

Nathalia Souza Carneiro

Sueli Moura Bertolino

Vinícius de Oliveira Kuhn

Apresentação

O VI Simpósio da Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária e V Simpósio da Pós-graduação em Qualidade Ambiental trouxe como tema principal “Cidades Inteligentes”, promovido pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em formato presencial foi realizado entre os dias 18 a 22 de setembro de 2023. O evento foi promovido por discentes e docentes dos cursos de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária e do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ), em parceria com o Diretório Acadêmico do curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (DAAMB), com o Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), com o Núcleo de Apoio Estudantil (NAAMB) e ainda patrocinado pela a Empresa Junior Sustenta Consultoria do curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (SUSTENTA) e pela ENGIE.

No processo de formação dos discentes, é crucial que o ambiente universitário impulse o debate crítico sobre temas relevantes para a sociedade, promovendo conhecimento legítimo e tornando os alunos capacitados a pensar e implantar soluções viáveis para a sustentabilidade ambiental. Neste contexto, o evento permitiu a troca de experiências dos discentes com profissionais, proporcionando sua capacitação e fomentando sua atuação no mercado de trabalho e na sociedade.

A discussão proposta para o simpósio teve por objetivo promover a divulgação e desafios sobre temáticas relacionadas as cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável. Com isso, o SIAMB 2023 buscou promover assuntos e debates na área ambiental, focado na aplicação na área urbana, promovendo promover a articulação com a realidade profissional e a interação entre instituições de ensino superior, pesquisa, iniciativa privada e sociedade, atualizar conhecimentos e técnicas e estimular a interação entre discentes da pós-graduação e graduação.

Durante o VI Simpósio da Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária e V Simpósio da Pós-graduação em Qualidade Ambiental, as discussões foram desenvolvidas em 3 mesas redondas, 7 palestras, 6 minicursos, 6 visitas técnicas e 2 dias com apresentações (orais ou poster) de 44 trabalhos desenvolvidos por discentes e docentes divididos em 9 eixos temáticos: Áreas degradadas e contaminadas, Educação Ambiental, Gestão Ambiental, Planejamento e Políticas Públicas, Inovações Tecnológicas em Engenharia Ambiental e Sanitária, Manejo e Qualidade do Solo, Meteorologia, Climatologia e Qualidade do Ar, Recursos Hídricos, Saneamento Básico, Sociedade Cultura e Meio Ambiente.

Programação

DIA 18/09/2023 (SEGUNDA-FEIRA)

08:00 - 08:30 Cerimônia de Abertura

08:30 - 10:00 Palestra 1: “Cidades Humanas: Ênfase em Governança” (Antônia Sheila Gomes Lima - Doutoranda em Direitos Humanos e Cidadania na Universidade de Brasília.)

10:00 – 10:30 Coffe-Break

10:30 - 12:00 Palestra 2: “Cidades Eficientes: Ênfase em Educação Ambiental” (Melchior José Tavares – Professor do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia.)

12:00 – 14:00 Intervalo

14:00 – 15:30 Mesa Redonda 1: “Ex-Alunos no Mercado de Trabalho” (Rodrigo, Isabela Ribeiro, Thales Guimarães, Vitor Luiz, moderadora: Samara)

15:30 – 16:00 Coffe-Break

16:00 - 17:30 Apresentação de Trabalhos

17:30 - 18:00 Encerramento do dia

DIA 19/09/2023 (TERÇA-FEIRA)

08:00 - 08:30 Momento Cultural

08:30 - 10:00 Palestra 3: “Cidades Eficientes: Ênfase nas normas ISO para desenvolvimento inteligente, resiliente e sustentável” (Ana Paula Cintra – Coordenadora da Câmara Técnica de Desenvolvimento Urbano no CODERV.)

10:00 – 10:30 Coffe-Break

10:30 - 12:00 Palestra 4: “Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Ênfase na Estrutura Física” (Jaluza Maria Lima – Líder do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento Sustentável e é a Presidente do Comitê Gestor dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável na UFU.)

12:00 – 14:00 Intervalo

14:00 – 15:30 Mesa Redonda 2: “Mobilidade Urbana” (Glauco, Rafael Mascarenhas, Beatriz Alves Goulart Rocha, Vitor Ribeiro Filho, moderadora: Milla.)

15:30 – 16:00 Coffe-Break

16:00 - 17:30 Apresentação de Trabalhos

17:30 - 18:00 Encerramento do dia

DIA 20/09/2023 (QUARTA-FEIRA)

08:00 - 08:30 Momento Cultural

08:30 - 10:00 Palestra 5: “Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Ênfase em Infraestrutura Digital” (Alexandre Cardoso – Professor da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFU.)

10:00 – 10:30 Coffe-Break

10:30 - 12:00 Palestra 6: “Cidades Eficientes: Ênfase em Governança” (Susana Marchionni – CEO da Planet Smart City no Brasil.)

12:00 – 14:00 Intervalo

14:00 – 15:30 Mesa Redonda 3: “PNRS e as Gestões de Resíduos” (Arthur Rosa, Juliana Leal, Leornado, Jayder, moderadora: Bruna.)

15:30 – 16:00 Coffe-Break

16:00 - 17:30 Palestra 7: “Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Ênfase em Preservação Ambiental” (Francisco Luiz - Doutorando em Tecnologia Nuclear pela CNEN.)

17:30 - 18:00 Encerramento do dia

DIA 21/09/2023 (QUINTA-FEIRA)

08:00 - 10:00 Minicurso 1: “Estabilidade de Taludes em Aterros Sanitários” (Prof. Dr. Vinícius de Oliveira Kühn.)

08:00 - 10:00 Minicurso 2: “Cartografia Emocional” (Mateus Duarte Segismundo – Mestrando em Geografia pela UFU.)

08:00 - 10:00 Minicurso 3: “Modelagem de Rios utilizando Excel” (Prof. Dr. Marcio Ricardo.)

08:00 - 10:00 Minicurso 4: “Construções Sustentáveis” (Engenheiro Victor Luz dos Santos.)

10:00 – 10:30 Intervalo

10:30 - 12:00 Minicurso 1: “Estabilidade de Taludes em Aterros Sanitários” (Prof. Dr. Vinícius de Oliveira Kühn.)

10:30 - 12:00 Minicurso 2: “Cartografia Emocional” (Mateus Duarte Segismundo – Mestrando em Geografia pela UFU.)

10:30 - 12:00 Minicurso 3: “Modelagem de Rios utilizando Excel” (Prof. Dr. Marcio Ricardo.)

10:30 - 12:00 Minicurso 4: “Construções Sustentáveis” (Engenheiro Victor Luz dos Santos.)

12:00 – 14:00 Intervalo

14:00 – 17:30 Minicurso 5: “Vigilância Sanitária - Qualidade da água e PRAGAS” (Gustavo Ragassi, Alessandra Monteiro, Aline Gomes.)

14:00 – 17:30 Minicurso 6: “Técnicas de Arborização Urbana e Conforto Térmico” (Profa. Dra. Tatiane Pereira Santos Assis.)

17:30 - 18:00 Encerramento do dia

DIA 22/09/2023 (SEXTA-FEIRA)

08:00 - 12:00 Visita Técnica 1: “Engie”

08:00 - 12:00 Visita Técnica 2: “ETA Capim Branco”

08:00 - 12:00 Visita Técnica 3: “Pau Furado”

14:00 - 17:30 Visita Técnica 4: “Bayer”

14:00 - 17:30 Visita Técnica 5: “LD Celulose”

17:30 - 18:00 Encerramento do dia

DIA 23/09/2023 (SÁBADO)

08:00 - 12:00 Visita Técnica 1: “Ambev”

12:00 - 12:30 Encerramento do dia

SUMÁRIO

ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINANTES.....	15
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	77
GESTÃO AMBIENTAL, PLANEJAMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS.....	92
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA	120
MANEJO E QUALIDADE DO SOLO	149
METEOROLOGIA, CLIMATOLOGIA E QUALIDADE DO AR	168
RECURSOS HÍDRICOS.....	178
SANEAMENTO BÁSICO	220

ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINANTES

Águas Pluviais Urbanas: Estudo Dos Alagamentos Na Avenida Governador Rondon Pacheco No Ensino Fundamental

Silvio Luis Almeida Pena, Giovanna Caroline Braga, Lidiane Aparecida Alves

Análise E Quantificação De Metais Pesados Em Humor Vítreo: Revisão Bibliográfica.

João Lucas Oliveira De Souza, Sueli Moura Bertolino.

Análise Da Degradação Ambiental Em Área De Preservação Permanente Em Um Trecho Urbano Do Rio Uberabinha Na Cidade De Uberlândia-Mg

Maria Eduarda Dos Santos Pedroso, Lara Sales Lima.

Análise De Aderência Dos Relatórios De Sustentabilidade Da Petróleo Brasileiro S.A.

Sara Inez Da Silva, Bruna Fernanda Faria Oliveira.

Cálculo Do Volume Da Voçoroca Do Mombuca A Partir De Imagens Arp: Monte Carmelo (Mg)

Willian Toshiaki Mizumura, Alan Silveira, Samuel Lacerda De Andrade, Juliana Abreu Crosara Pentronzio.

Estudo Do Teor De Oxigênio Dissolvido Em Tubulações De Ferro Fundido E Análise Espacial De Possíveis Pontos De Ferrugem

Thaís Cristina De Jesus Fábio Santos, Bruno De Oliveira Lázaro.

Incremento De Metais Pesados Em Solos De Veredas Na Região Do Triângulo Mineiro, Mg

Ana Vitoria Gonzaga Diniz, Fernando César Ferreira, Adão De Siqueira Ferreira, Laura Caroline Alves Cadorso, Araújo Hulmann Batista.

Indicadores De Saneamento Básico: Snis E Ods_6

Stéfani Jacomini.

Um Ambiente Indissociável Entre Ensino, Pesquisa E Extensão: Ambientar-Se_Ufu

Allan Britis Pinheiro Rocha, Isabela Guimarães Lima, Júlia Rodrigues Martins, Davi Shinji Toyoda Gomes, Sueli Moura Bertolino.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Estratégias Pedagógicas Com Uso De Hortas Escolares Visando A Promoção De Comunidades Sustentáveis

Vanessa Gomes Santos, Josiéle Botelho Rodrigues, Amilton Cesar Dos Santos, Oscar João Abdounur

**Projetos Com Hortas Agroecológicas Como Ferramenta Pedagógica Para A
Conscientização Da Segurança Alimentar E Sustentabilidade**

Vanessa Gomes Santos, Herivelton Carlos Caldas Moreira, Camila Oliveira, Amilton Cesar Dos Santos, Oscar João Abdounur

GESTÃO AMBIENTAL, PLANEJAMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS

Análise Do Desmatamento E Uso E Ocupação Do Solo Na Bacia Do Ribeirão Bom Jardim

Maria Eduarda Dos Santos Pedroso, Raquel Naiara Fernandes Silva, Lauren Karoline De Sousa Gonçalves.

Caracterização De Resíduos Madeireiros Provenientes De Serraria

Anna Caroline Costa Fanalli, Bianca Freire, Olívia Pereira Lopes, Regina Maria Gomes.

Coleta Seletiva E Cooperativa De Catadores De Recicláveis: Um Estudo Sobre O Cenário Atual Do Município De Barreiras-Ba

Cristiane Silva De Magalhães, Cássia Souza Primo, Suzy Magaly Alves Cabral De Freitas

Identificação De Geofomas Aplainadas No Alto Paranaíba/Mg: Subsídio Ao Mapeamento Geomorfológico

Nathália Almeida Santos, Luis Felipe Ferreira Batista, Alan Silveira.

INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Análise Espacial Aplicada Ao Estudo Da Turbidez E Dos Sólidos Totais Em Tubulações De Ferro Fundido

Franz C. Gonçalves, Thais C. J. F. Santos, Bruno O. Lazaro.

Hidrólise Enzimática De Sabugo E Palha De Milho Pré-Tratados Com Hidróxido De Sódio E Antraquinona

Mariana Fornazier, Patrisia de Oliveira Rodrigues, Daniel Pasquini, Milla Alves Baffi.

Produção De B-Glicosidase Por Fermentação Em Estado Sólido Por Trametes E Trichoderma, Utilizando Sabugo De Milho Como Substrato

Natasha Kevellyn Dos Santos, Milla Alves Baffi.

Projeto Do Reator Termoquímico Da Universidade Federal De Uberlândia Para Os Alunos Do Senai

Julia Hoblos, Allan Britis Pinheiro Rocha, Kaylane Raquel Teixeira Silva, Sueli Moura Bertolino.

MANEJO E QUALIDADE DO SOLO

Considerações Iniciais Sobre Transecto Posicionado Na Alta Bacia Do Rio Bagagem

Crislayne Aparecida Luna, Alan Silveira

Efeitos Do Chorume De Composteira Na Germinação E Crescimento De Feijão Carioca (*Phaseolus Vulgaris* L.)

Guilherme Costa Santos, Dayane Cristine Silva, Giovanna Andreoli, Maria Eduarda Basílio, Vanessa Granville Pazeto.

Fontes De Boro Em Eucalipto

Tamires Gomes Viana Rezende, Barbara Caetano Silva, José Geraldo Mageste Da Silva, Vitor Augusto Cordeiro Milagres, Rilner Alves Flores, Fabiano Silvestrin, Eduardo César Medeiros Saldanha, Victor Correa Do Amaral.

METEOROLOGIA, CLIMATOLOGIA E QUALIDADE DO AR

Ozônio Troposférico Com Referência À Proteção Da Vegetação No Parque Do Ibirapuera, São Paulo-Sp

Guilherme Costa Santos, Samara Carbone.

RECURSOS HÍDRICOS

Análise Da Variação Da Superfície Hídrica De Uberlândia/Mg, Brasil Por Meio De Séries Temporais De Imagens De Satélite

Bruno De Oliveira Lázaro, Thais Cristina De Jesus Fábio Santos.

Análise Espacial Aplicada À Avaliação Das Condições De Conservação E Operacionalidade De Bueiros Em Um Sistema De Microdrenagem Urbana

Bruno De Oliveira Lázaro, Davi Pitanguí Do Prado Abreu, Mariana Meneguesso Simão, Thais Cristina De Jesus Fábio Santos.

Caracterização Das Vazões De Demanda Em Redes De Distribuição De Água Por Meio De Análise Espacial: Estudo De Caso Para A Zona Sul De Uberlândia/Mg

Thais Cristina De Jesus Fábio Santos, Bruno De Oliveira Lázaro, Alice Rosa Da Silva.

Determinação Eletroquímica Do Estrogênio Natural Estriol Pelo Método Bia Usando Eletrodo De Diamante Dopado Com Boro

Giulia Maronezzi, Letícia Poggere, Regis Sousa, Sheila Canobre, Fabio Amaral, Rodrigo B. A. Silva, Ricardo Brocenschi.

Estimativa De Consumo De Água E Das Vazões De Abastecimento Em Zonas Urbanas: Estudo De Caso Para O Bairro Santa Mônica Em Uberlândia/Mg.

Thais Cristina De Jesus Fábio Santos, Gabrielle Ananias Arantes, Giovanna Marcelly Lopes Melo, Júlia Maria De Souza Silva, Bruno De Oliveira Lázaro, Gabriel Do Nascimento Guimarães.

Perfis Geológico-Geomorfológicos Do Município De Tabarre, Haiti: Subsídio À Avaliação Da Vulnerabilidade Da Água Subterrânea

Luckencia Jean, Alan Silveira.

SANEAMENTO BÁSICO

Avaliação Ecotoxicológica Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Mumbuca, Área Urbana De Monte Carmelo/Mg

Andressa Pereira Vantine Catib, Raquel Gonzaga Martins, Caroline Yuka Mori Saito, Vanderson Fernandes De Oliveira, Ana Vitória Lourenço De Oliveira, Júlia De Souza Maia, Igor Fernando Domingos, Ivania Beatriz Almeida De Souza, Guilherme Resende Ponce, Daiane Gabriela Ribeiro, Bruno De Oliveira Lázaro, Roseli Mendonça Dias, Maria Lyda Bolanos Rojas, Marcio Ricardo Salla, Edmar Isaias De Melo.

Determinação Da Demanda Química De Oxigênio Para O Córrego Mumbuca, Área Urbana De Monte Carmelo/Mg

Vanderson Fernandes De Oliveira, Caroline Yuka Mori Saito, Andressa Pereira Vantine Catib, Raquel Gonzaga Martins, Ana Vitória Lourenço De Oliveira, Júlia De Souza Maia, Igor Fernando Domingos, Guilherme Resende Ponce, Ivania Beatriz Almeida De Souza, Daiane Gabriela Ribeiro, Edmar Isaias De Melo, Maria Lyda Bolanos Rojas, Marcio Ricardo Salla, Roseli Mendonça Dias.

Influência Da Descarga Líquida Nas Concentrações De Sólidos Suspensos E Dissolvidos E Turbidez No Córrego Mumbuca, Monte Carmelo/Mg

Caroline Yuka Mori Saito, Júlia De Souza Maia, Guilherme Resende Ponce, Andressa Pereira Vantine Catib, Raquel Gonzaga Martins, Vanderson Fernandes De Oliveira, Ana Vitória Lourenço De Oliveira, Igor Fernando Domingos, Ivania Beatriz Almeida De Souza, Daiane Gabriela Ribeiro, Edmar Isaias De Melo, Roseli Mendonça Dias, Maria Lyda Bolanos Rojas, Marcio Ricardo Salla.

Nitrogênio E Fósforo Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Mumbuca, Área Urbana De Monte Carmelo/Mg

Ana Vitória Lourenço De Oliveira, Andressa Pereira Vantine Catib, Raquel Gonzaga Martins, Caroline Yuka Mori Saito, Júlia De Souza Maia, Igor Fernando Domingos, Vanderson Fernandes De Oliveira, Ivania Beatriz Almeida De Souza, Guilherme Resende Ponce, Daiane Gabriela Ribeiro, Edmar Isaias De Melo, Roseli Mendonça Dias, Marcio Ricardo Salla, Maria Lyda Bolanos Rojas.

Otimização Dos Parâmetros De Adsorção De Zinco Por Resíduo Da Construção Civil Cerâmico

André Afonso Borges De Souza, Sueli Moura Bertolino.

Simulações Estática E Dinâmica Do Comportamento Hidráulico Da Rede De Distribuição De Água De Um Residencial No Município De Uberaba-Mg

Gustavo Marco Silva, Marcio Ricardo Salla.

Variabilidade Espaço-Temporal De Metais Em Água Superficial Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Mumbuca Em Monte Carmelo/Mg

Igor Fernando Domingos, Caroline Yuka Mori Saito, Ana Vitória Lourenço De Oliveira, Júlia De Souza Maia, Andressa Pereira Vantine Catib, Raquel Gonzaga Martins, Vanderson Fernandes De Oliveira, Guilherme Resende Ponce, Daiane Gabriela Ribeiro, Edmar Isaias De Melo, Maria Lyda Bolanos Rojas, Marcio Ricardo Salla, Roseli Mendonça Dias.

SOCIEDADE, CULTURA E MEIO AMBIENTE

A Mrv Engenharia E Os Objetivos De Desenvolvimento Sustentável

Oracilda Aparecida De Freitas, Julio Cesar De Lima Ramires.

Racismo Ambiental Em Comunidades Urbanas Brasileiras: Reflexões Para A Construção De Cidades Inteligentes Inclusivas

Júlia Fernandes Rodrigues



ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINANTES



ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: estudo dos alagamentos na Avenida Governador Rondon Pacheco no ensino fundamental

Silvio Luis Almeida Pena¹, Giovanna Caroline Braga², Lidiane Aparecida Alves³

¹Graduando – IG/UFU

²Graduanda – IG/UFU

³Professora – ESEBA/UFU

E-mail de contato lidianeaa@ufu.ber

Resumo: Este texto apresenta os resultados de projeto desenvolvido no âmbito do Programa de Bolsas de Graduação (PBG), edital 07-2022, o qual teve como objetivo geral: possibilitar a compreensão dos alagamentos no espaço urbano de Uberlândia, especificamente na Avenida Rondon Pacheco, na perspectiva da Análise Geográfica Integrada. Como resultado os estudantes do ensino fundamental produziram um folder informativo sobre os alagamentos considerando, questões que envolvem processos da natureza - na interface litosfera/atmosfera/hidrosfera - e da sociedade, as causas, os efeitos imediatos, diretos e indiretos ao homem e apontamentos de possíveis soluções para os alagamentos. Nessa perspectiva foram sugeridas medidas mitigadoras do tipo estrutural e do tipo não-estrutural, como a implementação do sistema de sinalização de alerta, que de fato foi implantada pelo poder público municipal.

Palavras-chave: Ensino de Geografia, ciclo hidrológico, alagamentos, cidades.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização altera a cobertura solo que, por conseguinte implica em mudanças no ciclo hidrológico, resultando na aceleração do escoamento da drenagem e consequentemente em problemas como as enchentes, inundações e alagamentos, comuns nas cidades, em diversas partes do mundo, inclusive na cidade de Uberlândia -MG. Ano após ano, esses problemas se tornam mais frequentes devido ao aumento de elementos artificiais nas bacias hidrográficas, aos processos de impermeabilização do solo, de canalização do escoamento, de drenagens inadequadas, das obstruções ao escoamento. (TUCCI, 2005).



Portanto, considerando a recorrência dos alagamentos durante a estação chuvosa na cidade de Uberlândia – MG e, de modo a possibilitar aos estudantes do ensino fundamental a compreensão da totalidade, mas também das particularidades dos alagamentos processo na Avenida Governador Rondon Pacheco desenvolveu este projeto, que teve como objetivo geral: compreender os alagamentos no espaço urbano de Uberlândia na perspectiva da Análise Geográfica Integrada. Já os objetivos foram: a) Observar e analisar os problemas ambientais, nomeadamente os alagamentos, nos lugares a partir de suas paisagens. b) Discutir sobre as causas e consequências dos alagamentos para os seres humanos.

Destaca-se ainda que o presente texto resulta do desenvolvimento de um projeto no âmbito do Programa de Bolsas de Graduação (PBG), subprograma Educação Básica e Profissional, edital 07/2022.

MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento deste estudo, de modo a alcançar os objetivos propostos, a metodologia adotada, de acordo com Gil (2008), tem caráter qualitativo, a qual adota um método indutivo e proporciona a compreensão do problema, mas “não há fórmulas ou receitas predefinidas para orientar os pesquisadores” (GIL, 2008, p.175). Cabe acrescentar ainda com base em Gil (2008, p.31), que, em certa medida, a metodologia adotada configura-se como pesquisa-ação, dada a postura dialética, que “procura captar os fenômenos históricos, caracterizados pelo constante devir. Privilegia, pois, o lado conflituoso da realidade social”.

Dentre as etapas de desenvolvimento do presente estudo destacam-se as seguintes: a) formulação do problema, a partir do lugar de vivência; b) construção de objetivos, geral e específicos; c) elaboração dos procedimentos para buscar explicações das causas e possíveis soluções para o problema; d) operacionalização dos conceitos e variáveis essenciais para o entendimento do problema e alcance dos objetivos; e) análise e interpretação dos resultados.



No decorrer das etapas descritas, utilizou-se de diferentes materiais e procedimentos, como a leitura e interpretação de textos, de materiais gráficos e de representação espacial, como mapas, perfis topográficos, gráficos, tabelas e imagens etc. Houve momentos para trabalhos em grupo, apresentações e rodas de conversas utilizando a sala de aula como um espaço seguro para trabalhar sua opinião e construir novas interpretações do meio a partir de uma perspectiva relacional, tal como recomendado por Pierre Monbeing na década de 1950, no contexto do debate sobre o ensino de geografia no Brasil. (CASTELLAR; MACHADO, 2014, p. 236).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo a compreender a situação-problema concreta, qual seja os alagamentos na Avenida Governador Rondon Pacheco em Uberlândia-MG, considerando a interação sociedade-natureza desenvolveu-se Sequências Didáticas Investigativas em Geografia (SDIG), as quais conforme destacam Castellar e Machado (2014, p. 248) permitiram “a aplicação de determinado conhecimento geográfico a partir de um contexto específico do cotidiano dos estudantes, assim como a problematização de seus conhecimentos prévios tendo como referência uma proposta interpretativa da paisagem, própria da ciência geográfica”.

Para analisar de forma integrada os sistemas da Terra e as atividades antrópicas, buscou a compreensão da litosfera, da atmosfera e da hidrosfera e suas interfaces vistas por meio processos como o ciclo hidrológico. Cabe destacar que ao tratar dos sistemas da Terra foi recorrente a discussão sobre as consequências das ações antrópicas (desmatamento, urbanização, barragens, canalização de rios, extrativismo etc.) nos fluxos de energia e matéria, o que implica segundo Ambrizzi et al. (2021, p.32) no aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, os quais estão relacionados a mudanças observadas no ciclo global da água



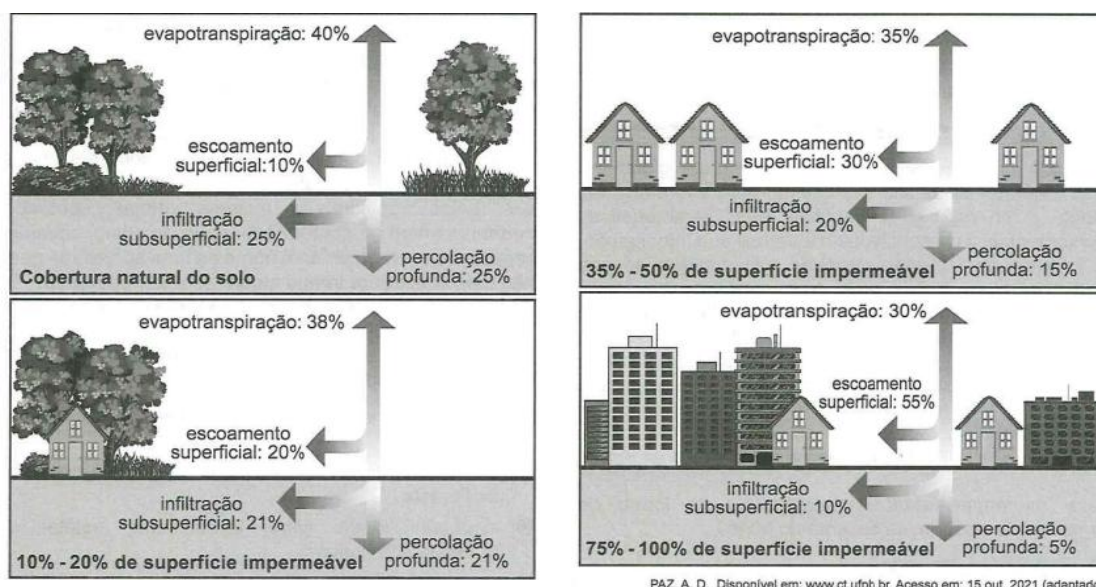
(com secas longas e severas em certas regiões e com o aumento da precipitação anual em outras regiões).

Partindo da litosfera, com foco no relevo, desenvolveu-se atividades para a compreensão do que é relevo, suas variações de altitudes, da escala local até a escala nacional, utilizando sobretudo os mapas hipsométricos, ou seja, os mapas que representam as variações de altitudes por meio de cores. Destaca-se ainda que, ao estudar o relevo, foram abordados seus os agentes transformadores. Sendo que ao considerar os agentes exógenos, foram utilizadas imagens com paisagens mostrando o antes e depois da interação com esses agentes. As imagens foram selecionadas para instigar os estudantes a perceberem a influência antrópica sobre os relevos, com destaque para a urbanização nas planícies de inundação (várzea).

Na perspectiva da atmosfera, o enfoque foi dado ao ciclo hidrológico, descrevendo o processo de circulação da água (nos estados sólido, líquido e gasoso) nas esferas da Terra, graças a energia solar, por meio dos processos de transpiração, evaporação, precipitação, escoamento superficial e escoamento subterrâneo. Tal como na abordagem do relevo, buscou se destacar os fatores que podem influenciar nos processos do ciclo hidrológico, como a quantidade e intensidade de chuvas, a forma do relevo e o uso do solo. Nesse caso, além da experiência de despejar água em superfície com grama, em solo com fragmentos e em solo compactado, foi analisada a imagem a seguir, cobrada no ENEM-2022, a qual mostra o escoamento superficial em diferentes superfícies.



Imagem 1 - Intensificação da urbanização e os efeitos no ciclo hidrológico, 2022.



Fonte: ENEM (2022).

Ao tratar dos diferentes comportamentos do escoamento das águas de acordo com as características da superfície, abordou-se o conceito de bacia hidrográfica, entendida com uma área drenada por um rio e todos os seus afluentes, retomando conhecimentos acerca do relevo.

Nesse momento foi possível a discussão para a compreensão dos alagamentos. Sendo que primeiramente diferenciou os conceitos de enchente, alagamento e inundação, que muitas vezes são apresentados como sinônimos, no entanto são distintos e se complementam. Também com a experiência simples de encher um copo com água até o transbordamento, os estudantes puderam compreender que de modo geral ocorre uma sequência de eventos, quais sejam: uma enchente, que se trata do aumento do nível no canal de drenagem em função do aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem que isso gere transbordamento; mas a enchente pode provocar uma inundação, isto é o extravasamento da água do canal, quando o sistema de drenagem não é capaz de conter a vazão de chuva; por sua vez, gera um alagamento, ou seja, o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem,



cobrindo pequena parte da planície. Nesse momento, discutiu-se sobre a duração de tais processos, que é variável podendo durar minutos, horas ou mesmo dias, bem como sobre os prejuízos associados a eles, que podem ser classificados em tangíveis e intangíveis. Os primeiros estão relacionados aos danos físicos, custos de emergência e prejuízos financeiros, já os segundos não têm valor de mercado ou valor monetário, como a perda de vida ou obras e prédios históricos (TUCCI, 2005).

Cabe destacar que nas cidades é comum atribuir o nome de inundação ao processo de alagamento urbano. Sendo que segundo a definição adotada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - Cemaden/MCTI, em conformidade com a Portaria Conjunta nº 148, de 18 de dezembro de 2013, publicada no Diário Oficial da União em dezembro de 2013, p.58, a inundação caracteriza-se pela “submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica”, enquanto os alagamentos decorrem da “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em áreas rebaixadas atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas” (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2013, p.58).

Nesse sentido, considerou-se pertinente a utilização do termo alagamentos para se referir ao evento que é recorrente na Avenida Governador Rondon Pacheco na cidade de Uberlândia – MG. Ademais, aproveitando o início da estação chuvosa, discutiu-se o problema dos alagamentos que são comuns em Uberlândia. A partir dessa vivência, considerando a interrelação entre relevo, atmosfera e hidrografia foi proposta a construção de um folder informando por que ocorrem alagamentos na Av. Rondon Pacheco e indicando as causas, as consequências e possíveis soluções para esses alagamentos.

Importante destacar, que no início do mês de janeiro de 2023, a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) implementou, através da Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte (Settran), o sistema de sinalização e alerta para risco de alagamento na Avenida Governador



Rondon Pacheco, cujo instrumento busca indicar, em caso de chuvas intensas, que a situação de risco de desastre é previsível em curto prazo. Ao longo da via, estão distribuídas dez colunas com avisos semafóricos. Cada coluna possui uma placa orientativa e dois sinais luminosos de LED, um laranja e outro vermelho, que acendem para alertar os transeuntes, em situações de chuvas intensas e, por conseguinte, alagamentos.

Antes do anúncio de implementação do sistema de sinalização de alerta para risco de alagamentos na Avenida Governador Rondon pela PMU, os estudantes pesquisaram e apresentaram essa alternativa, concluindo que era simples e poderia mitigar o problema, considerando especialmente quem usa a Rondon Pacheco diariamente. Destaca-se que de acordo com Tucci (2005) trata-se de uma medida não-estrutural, que pautada na melhor convivência da população com o problema, utiliza-se medidas preventivas, como alertas e medidas de proteção individual. Dentre as medidas estruturais intensivas, os estudantes citaram a construção de reservatórios, os quais retardariam o escoamento da água. Tal medida é considerada eficiente e recomenda para mitigação do problema, pois visam justamente recuperar o papel hidrológico (Luz e Rodrigues, 2020) e o controle a jusante, isso segundo Tucci (2005) consiste em uma vantagem, sua desvantagem é a dificuldade para localização devido a desapropriação em bacias intermediárias.

CONCLUSÕES

Os estudantes puderam compreender que as enchentes, as inundações e os alagamentos são processos cíclicos e naturais, que ocorrem no período das chuvas de verão, entre dezembro e março e, considerando ambientes naturais, não representam situações de risco, mas em ambientes ocupados pelo homem, tais processos são acentuados pela ação antrópica e causam efeitos imediatos, diretos e indiretos ao meio e ao homem.

No caso das áreas urbanas, as planícies de inundação geralmente são transformadas pela construção de canais artificiais, que limitam a área do canal original do córrego e/ou rio;



pela diminuição das áreas verdes e, em contrapartida aumento de áreas construídas com casas e prédios, além da pavimentação impermeáveis. A impermeabilização do solo, combinada com um sistema de drenagem ineficiente e um saneamento ambiental deficiente (limpeza das ruas e bocas de lobo etc.) ocasiona inundações e os alagamentos em ruas, avenidas calçadas e outras infraestruturas urbanas.

Portanto, buscou-se destacar a importância do conhecimento e gestão das bacias hidrográficas, sendo que em áreas urbanas, onde há redução e/ou impedimento da infiltração no solo e aumento o volume de escoamento superficial da água da chuva, podem ser necessárias medidas estruturais e não estruturais para a mitigar as inundações e alagamentos.

Agradecimentos: À Pró-reitoria de Graduação (PROGRAD-UFU) pela bolsa PBG.

REFERÊNCIAS

AMBRIZZI, T.; et al. **Mudanças climáticas e a sociedade**. São Paulo: IAG, 2021. 44 p

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. E. O ensino de geografia física na Educação Básica: sobre a superação do obstáculo para aprendizagem. In: María Victoria Fernández Caso; Raquel Gurevich. (Org.) **Didáctica de la geografía: prácticas escolares y formación de profesores**. Buenos Aires: Biblos, 2014, p. 229-250.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 249, 24 dezembro 2013. Seção I, p.1. Brasil Portaria Conjunta nº- 148, de 18 de Dezembro de 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

LUZ, R. A.; RODRIGUES, C. O processo histórico de ocupação e de ocorrência de enchentes na planície fluvial do rio Pinheiros de 1930 até os dias atuais. **Geosp – Espaço e Tempo** (On-line), v. 24, n. 2, p. 340-360, ago. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades/Unesco 2005.



ANÁLISE E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS PESADOS EM HUMOR VÍTREO: Revisão Bibliográfica.

João Lucas Oliveira de Souza¹, Sueli Moura Bertolino²

¹Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária /UFU

²Professora – ICIAG/UFU

E-mail de contato: joao.souza200@ufu.br, suelibertolino@ufu.br.

Resumo: A taxa de metais pesados no humor vítreo pode ter uma injeção significativa para a saúde ocular e, possivelmente, para o sistema nervoso central. A compreensão das mudanças e consequências da bioacumulação de metais pesados nesse tecido ocular é um possível bioindicador para avaliar os riscos potenciais e desenvolver estratégias de prevenção e tratamento. A seleção de fontes para esta revisão foi baseada em artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares sendo a base de dados eletrônicos o Portal de Periódicos CAPES vinculado a Web of Science. Foram incluídos estudos que abordam a bioacumulação de metais pesados em pelo menos um dos seguintes tecidos/fluidos: sangue, urina, cabelo, unhas e humor vítreo humano. Verificou-se que a ausência de trabalhos acadêmicos dedicados à exploração detalhada dos efeitos dos metais no humor vítreo e seus biomarcadores correspondentes sugere a necessidade de pesquisas mais aprofundadas nessa área.

Palavras-chave: Bioacumulação, Metais pesados, Humor vítreo.

INTRODUÇÃO

O processo de bioacumulação de metais pesados nos organismos vivos, ocasiona em graves problemas para a fisiologia dos mesmos, mas também pode desencadear um processo denominado de biomagnificação (COSTA, 2020). A biomagnificação consiste na transferência de metais pesados para ao menos dois níveis tróficos em uma teia alimentar (BARWICK e MAHER, 2003).

A análise de metais pesados em seres humanos envolve a utilização de métodos científicos para quantificar a presença e concentração desses metais nos tecidos biológicos, como sangue, urina, cabelo e unhas. Existem diversos métodos de análise disponíveis, cada



um com suas vantagens e limitações, que permitem aos investigadores e profissionais de saúde avaliar a exposição a metais pesados e tomar medidas adequadas para minimizar os riscos à saúde pública.

Segundo JÚNIOR et al. 2014, vários fluidos corporais podem ser o alvo para essa tarefa, como sangue, líquido cefalorraquidiano e humor vítreo. Muitos constituintes fundamentais nesses alvos são íons metálicos, proteínas e uma ampla gama de biomoléculas.

O humor vítreo é utilizado há várias décadas na análise de alterações químicas e apresenta algumas vantagens atraentes em relação a outros fluidos corporais: (I) possui difusão desacelerada, responsável por manter a integridade dos constituintes; (II) mesmo em intervalos pós-morte tardios, o humor vítreo dificilmente foi contaminado; e (III) também está sujeito a menor degradação bacteriana devido ao ambiente protegido dentro do olho. Em contraste com o sangue, o humor vítreo pode ser considerado um local adequado para investigações de alterações químicas e bioquímicas após a morte. (JUNIOR et al. 2014, p. 1801).

A taxa de metais pesados no humor vítreo pode ter uma injeção significativa para a saúde ocular e, possivelmente, para o sistema nervoso central. A compreensão das mudanças e consequências da bioacumulação de metais pesados nesse tecido ocular é essencial para avaliar os riscos potenciais e desenvolver estratégias de prevenção e tratamento.

Nesta perspectiva, o objetivo desta revisão de literatura é analisar e sintetizar os estudos mais recentes sobre a bioacumulação de metais pesados em diferentes tecidos e fluidos corporais, com foco especial na captura desses elementos no humor vítreo humano. A revisão pretende compreender os métodos de análise utilizados, os principais metais envolvidos, os fatores que afetam a bioacumulação e os possíveis impactos na saúde humana. A compreensão desses aspectos é crucial para desenvolver estratégias preventivas e terapêuticas eficazes, garantindo a saúde visual e o bem-estar geral da população.



MATERIAL E MÉTODOS

A seleção de fontes para esta revisão foi baseada em artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares sendo a base de dados eletrônica utilizada o Portal de Periódicos CAPES vinculado a *Web of Science*. Foram incluídos estudos que abordam a bioacumulação de metais pesados em pelo menos um dos seguintes tecidos/fluidos: sangue, urina, cabelo, unhas e humor vítreo humano (Tabela 01).

Tabela 01 - Termos de busca (Query) utilizados na pesquisa de artigos (primeiro bloco).

Operador	Classificação	Termo
AND	Qualquer campo	<i>Human</i>
AND	Qualquer campo	<i>Heavy Metals</i>
OR	Qualquer campo	<i>Urine</i>
OR	Qualquer campo	<i>Blood</i>
OR	Qualquer campo	<i>Hair</i>
OR	Qualquer campo	Humor Vítreo

Fonte: Autor.

Foram excluídos estudos que não se concentram especificamente na bioacumulação de metais pesados ou que estejam fora do período de análise dos últimos 10 anos. Ademais, foram aceitos apenas artigos em qualquer idioma utilizando o filtro “50 melhores resultados” divididos em 2 blocos. O bloco 1 pesquisando “*Urine*” como primeiro termo (Tabela 01), e o segundo bloco (bloco 2) com “Humor vítreo” como primeiro termo (Tabela 02). Totalizando 100 artigos inicialmente.



Tabela 02 - Termos de busca (Query) utilizados na pesquisa de artigos (segundo bloco).

Operador	Classificação	Termo
AND	Qualquer campo	<i>Human</i>
AND	Qualquer campo	<i>Heavy Metals</i>
OR	Qualquer campo	Humor Vítreo
OR	Qualquer campo	<i>Blood</i>
OR	Qualquer campo	<i>Hair</i>
OR	Qualquer campo	<i>Urine</i>

Fonte: Autor.

Após a busca inicial nas bases de dados, os títulos e resumos dos estudos foram identificados para determinar os objetivos da revisão. Os estudos relevantes foram selecionados dos blocos de 50 artigos, para a revisão completa do texto. A partir da leitura dos artigos selecionados, extraiu-se informações sobre os métodos de análise, tipos de metais pesados em diferentes tecidos/fluidos, os fatores associados à bioacumulação e os potenciais efeitos na saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca inicial apresentou um resultado total de apresentou 1.973.696 resultados de artigos publicados nos últimos 10 anos em qualquer idioma. Utilizando a ferramenta “50 melhores resultados”, obteve-se uma lista dos melhores artigos encontrados que demonstram em seus resumos, conforme a ordem estabelecida no item “busca avançada”, os termos desejados.

Analisando os artigos do primeiro bloco, ordem listada na Tabela 1, de 50 artigos, apenas 7 apresentaram relevância para a temática desejada (Tabela 03, bloco 1), o que é um número significativamente pequeno, quando comparado ao número total avaliado. Os demais



excluídos, apresentavam análises de bioacumulação/biomagnificação de metais em animais aquáticos, solo, vegetais, água dentre outros.

O artigo mais citado, sendo referência para outros 743 trabalhos, analisa de forma abrangente os diferentes aspectos dos metais pesados como materiais perigosos, com foco especial em sua persistência ambiental, toxicidade para organismos vivos e potencial bioacumulativo. Ainda descrevem os efeitos dos metais pesados tóxicos à saúde humana:

Os metais pesados Cd, Pb, Hg e As esgotam os principais antioxidantes das células, particularmente antioxidantes e enzimas com o grupo tiol (—SH). Tais metais podem aumentar a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) como radical hidroxila (HO^\cdot), radical superóxido ($\text{O}_2^{\cdot -}$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O aumento da geração de ROS pode devastar as defesas antioxidantes inerentes das células e levar a uma condição chamada “estresse oxidativo” (ALI et al. 2019).

O trabalho de REHMAN, KHAN e MUHAMMAD, 2018 apresentou a determinação de metais em sangue, urina, unhas e cabelo, através dos métodos da digestão ácida. Amostras de água acidificada e sangue digerido, urina, unhas e cabelo do couro cabeludo foram analisadas em um período de 2 meses usando um espectrômetro de massa de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Os resultados deste estudo sugerem que as unhas podem ser um bom biomarcador para Cu, plasma para Mn e Fe, hemácias para Fe e Cu e urina apenas para Cu.



Bloco 1

Local de Publicação	Citações	Ano de publicação	Título
Paquistão	20	2018	Rehman, Ubaid ur ; Khan, Sardar ; Muhammad, Said
USA	42	2018	Raehsler, Stephanie L; Choung, Rok Seon ; Marietta, Eric V ; Murray, Joseph A
Paquistão	743	2019	Ali, Hazrat; Khan, Ezzat; Ilahi, Ikram Yang, Yuangen ;
Oxford	45	2019	Ahamed, Maqusood; Akhtar, Mohd Javed; Alhadlaq, Hisham A.
Berlin	14	2016	Sheng, Jianguo; Qiu, Wenhui; Xu, Bentuo; Xu, Hui; Tang, Chong
Berlin	9	2020	Manjarres-Suarez, Alejandra; Olivero-Verbel, Jesus
São Francisco	91	2014	Zhuang, Ping; Lu, Huanping ; Li, Zhian ; Zou, Bi ; McBride, Murray B. Chen, Aimin

Bloco 2

São Paulo	NDA	2021	Donato Ribeiro, Angélica; Ciscato Cusinato, Diego Alberto
Rio de Janeiro	NDA	2018	Fátima I. V. Perez; Rita de Cassia Campbell Machado Botteon ; Bianca P. Medeiros ; Jéssica D. de Assis ; Paulo T L Botteon
Boca Raton	201	2019	Ali, Hazrat ; Khan, Ezzat

Tabela 03 – Trabalhos que apresentaram relevância e especificidade aos termos buscados.

Fonte: Autor.

RAEHSLER et al. 2018, verificou que em uma análise dos dados coletados do NHANES, as pessoas em dieta sem glúten tinham níveis de arsênico total na urina significativamente mais altos e níveis sanguíneos de mercúrio, chumbo e cádmio do que as pessoas que não evitavam o glúten.

Segundo SHENG et al. 2016 conforme classificado pela idade dos participantes, descobriu-se que a concentração de metais pesados no sangue humano tem certo efeito de acumulação com o aumento da idade. Conforme classificados de acordo com fisicamente ativos ou inativos, o teor de metais foi menor nos participantes fisicamente ativos regularmente do que nos inativos. O teor de zinco é o mais alto na urina, enquanto a concentração de Zn foi muito maior do que a de outros metais pesados no sangue (SHENG et al. 2016).



Ainda na Tabela 03, verificou-se no segundo bloco, artigos que apresentaram enfoque no termo “Humor Vítreo”, após ser realocado na ordem de preferência para busca (Tabela 02). De 50 trabalhos, foram revisados 3 mais relevantes. Foram excluídos aqueles que retornaram a abordagem do bloco 1 e que aqueles que possuíam acesso restrito. Ademais, foram aceitos estudos sobre bioacumulação em humor vítreo em animais para fins de entendimento da estrutura do tecido, já que são precários tais estudos em globo ocular humano. Embora o HV tenha sido utilizado como matriz alternativa por mais de 50 anos, a quantidade de literatura sobre essa matriz ainda é muito limitada, principalmente a respeito da difusão de xenobióticos, havendo poucas referências e dificultando a interpretação das concentrações nessa matriz (RIBEIRO e CURSINATO, 2021).

Um trabalho publicado no Rio de Janeiro analisou os valores de magnésio no humor vítreo de bovinos abatidos para consumo no sul do Estado do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos evidenciaram que a concentração normal de magnésio no humor vítreo de bovinos saudáveis a 23°C por até 48 horas após a morte varia de 1,8 a 2,7 mg/dL (CORBELLINI et al., 1992; LINCOLN e LANE, 1985) ou entre 1,86 e 2,28 mg/dL (WITTEWER et al., 1992). Os valores aqui obtidos variaram entre 1,28 e 3,35 mg/dL, com concentração mínima menor e máxima maior que a descrita por esses autores (PERÉZ, 2018).

CONCLUSÕES

Os resultados dos estudos examinados sugerem uma preocupação crescente com os efeitos adversos dos metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio, cobre e outros, sobre a saúde ocular e sistêmica. A restrição desses elementos nos tecidos oculares, como o humor vítreo, pode estar associada a distúrbios visuais e a uma série de condições de saúde mais amplas. No entanto, é importante ressaltar a lacuna significativa na literatura acadêmica sobre esse tópico específico. A ausência de trabalhos acadêmicos dedicados à exploração detalhada



dos efeitos dos metais no humor vítreo e seus biomarcadores correspondentes sugere a necessidade urgente de pesquisas mais aprofundadas nessa área.

REFERÊNCIAS

ALI, Hazrat. Química Ambiental e Ecotoxicologia de Metais Pesados Perigosos: Persistência Ambiental, Toxicidade e Bioacumulação. *Hindawi Journal of Chemistry*, [S. L.], pág. 14, 5 mar. 2023.

BARWICK, M.; MAHER, W. Biotransferência e biomagnificação de selênio, cobre, cádmio, zinco, arsênico e chumbo em um ecossistema temperado de ervas marinhas do estuário do lago Macquarie, NSW, Austrália. *Pesquisa Ambiental Marinha*, Vol. 56, No. 4, p.471 – 502, 2003.

COSTA, LETÍCIA. Bioacumulação de metais pesados em pequenos mamíferos em áreas de remanescentes de mata atlântica e monocultura de cana-de-açúcar na Paraíba, Brasil. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, [S. l.], 2020.

RIBEIRO, A. D., CUSINATO, D.A.C. AVALIAÇÃO das Publicações Brasileiras Envolvem do Humor Vítreo como Amostra Alternativa para Análises Toxicológicas Forenses. *Revista Brasileira de Ciências Forenses, Direito Médico e Bioética*, [S.l.], p. 49-61, 10 nov 2021.

JÚNIOR, JÚLIO CÉSAR SANTO et al. Identificação de metais e (metal)proteínas no humor vítreo com enfoque na bioquímica post-mortem. *Sociedade Real de Química*, [S.l.], p. 1801-1807, 10 out.2014.

PERÉZ, Fátima *et al.* Valores de magnésio no humor vítreo de bovinos abatidos para consumo no sul do Estado do Rio de Janeiro. **Revista brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, p. 264-269, 3 dez. 2017.

RAEHSLER, Stephanie *et al.* Acúmulo de metais pesados em pessoas em uma dieta sem glúten. **Gastroenterologia Clínica e Hepatologia**, [s. l.], p. 244-251, 1 fev. 2018.

REHMAN, Ubaid; KHAN, Sardar; MUHAMMAD, Disse. Associações de elementos potencialmente tóxicos (PTEs) em água potável e biomarcadores humanos: um estudo de caso de cinco distritos do Paquistão. **Ciência Ambiental e Pesquisa de Poluição**, [S. l.], p. 27912–27923, 29 jul. 2018.

SHENG, Jianguo *et al.* Monitoramento dos níveis de metais pesados nos principais rios e no sangue dos residentes na cidade de Zhenjiang, China, e avaliação da eliminação de metais



pesados pela urina e suor em humanos. **Ciência Ambiental e Pesquisa de Poluição**, [S. l.], p. 11034–11045, 23 fev. 2016.

WITTWER, F., URCULLÚ, F., CONTRERAS, P. A., & BOHMWALD, H. (1992). Concentrações post-mortem de minerais, ureia e creatinina no humor aquoso e vítreo em vacas como indicadores de suas concentrações sanguíneas premortem. *Arquivos de Medicina Veterinária*, 24(1), 61-68.



ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UM TRECHO URBANO DO RIO UBERABINHA NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG

Maria Eduarda dos Santos Pedroso¹, Lara Sales Lima²
^{1 e 2} Graduandas em Engenharia Ambiental e Sanitária - ICIAG/UFU

Resumo: O rio Uberabinha desempenha um papel crucial na região em que está localizado, desdobrando-se em diversas dimensões de importância ambiental, econômica e social. Sua relevância abrange desde o fornecimento de água até a conservação da biodiversidade. Os resultados destacam claramente que a degradação observada nas áreas impactadas é resultado direto das atividades antrópicas, mais precisamente do elevado crescimento populacional. A biodiversidade vegetal reduzida e a presença de espécies invasoras ressaltam o impacto substancial da intervenção humana no ecossistema local. A Área de Preservação Permanente (APP) está degradada, tendo boa parte com ausência de vegetação nativa do Cerrado. Assim, vê-se necessidade urgente de implementar políticas de conservação mais rigorosas e estratégias de manejo sustentável nas áreas de preservação permanente do rio Uberabinha, a fim de se manter os serviços ecossistêmicos prestados pela região.

Palavras-chave: rio Uberabinha; Áreas degradadas; Área de Preservação Permanente (APP).

INTRODUÇÃO

O rio Uberabinha, situado no Triângulo Mineiro (MG), não apenas representa um valioso recurso hídrico, mas também presta diversos serviços ecossistêmicos indispensáveis para a sociedade. Através de suas águas límpidas e cursos sinuosos, o rio oferece benefícios que vão além do suprimento de água potável. Ele desempenha um papel crucial na regulação do clima local, atuando como moderador térmico e contribuindo para a umidade ambiental.

A importância dos recursos hídricos para a sobrevivência e o bem-estar das comunidades é inquestionável. Atualmente, atividades humanas resultam na produção de resíduos e substâncias poluentes que entram no sistema fluvial. Isso ocorre tanto em ambientes rurais, através da erosão do solo e da descarga de esgoto, quanto de maneira indireta devido à poluição do ar. Nos espaços urbanos, esse fenômeno é evidenciado pela



lixiviação de materiais de construção e pelos sistemas de esgoto (AHLF E FÖRSTNER, 2001). Dessa forma, os processos hidrológicos nas bacias podem sofrer modificações significativas em decorrência de atividades antrópicas nas matas ciliares, assim, o uso de terra é um importante ponto a se destacar no manejo de bacias hidrográficas (LIMA, 2008).

A Área de Preservação Permanente (APP), principal área protegida instituída por norma jurídica no Brasil, foi criada pelo Código Florestal (Lei 4.771) em 1965. De acordo com Ribeiro et al. (2005), a inexistência de demarcação oficial das áreas das APPs é um dos fatores que facilita o descumprimento da legislação que as criou, levando à ocupação e à utilização ilegal dessas áreas.

A poluição dos corpos de água com substâncias de origem humana é um desafio duradouro nas sociedades industriais, uma vez que esses poluentes possuem baixa degradabilidade ou mesmo não se degradam, acumulando-se ao longo do tempo. Isso pode se transformar em uma ameaça significativa para o ecossistema aquático e para a saúde das pessoas que dependem do abastecimento público de água (ADRIANO *et al.*, 2004). Dessa forma, o estudo a seguir, tem como objetivo analisar uma determinada área degradada no interior da APP do rio Uberabinha, no setor sul do município de Uberlândia – MG, e os principais fatores envolvidos na degradação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da área foi efetuado a partir da confecção de mapas e para isto foram utilizados arquivos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do município de Uberlândia. Também foram utilizadas imagens do software Google Earth PRO, os quais auxiliaram na identificação das áreas degradadas analisadas no estudo.

Após a delimitação prévia da área de estudo, para o processamento de dados serão utilizadas informações provenientes de diversos bancos de dados. Os dados serão obtidos a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA, 2022)



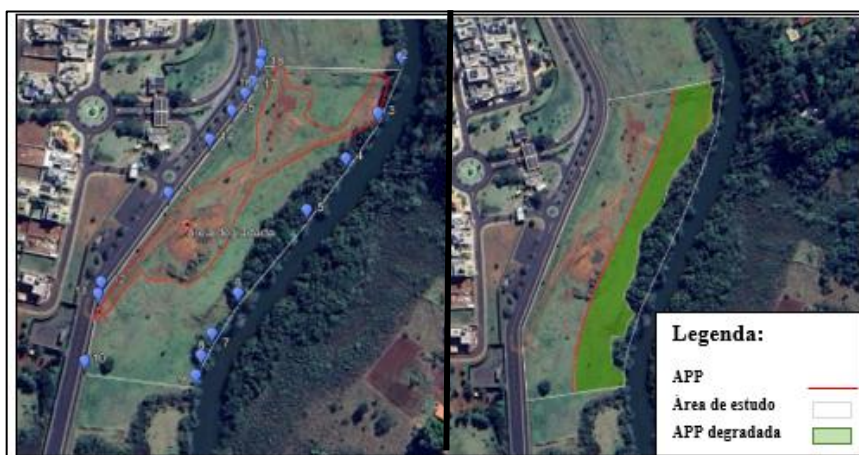
e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Dessa forma, é possível executar uma análise abrangente abordando temas como desmatamento, preservação de matas ciliares e padrões de uso do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área em questão se situa na margem do rio Uberabinha no bairro Nova Uberlândia, em frente ao Condomínio Jardins Gênova no município de Uberlândia-MG. O trecho escolhido, decorrente de sua localização, compreende uma Área de Preservação Permanente (APP), a qual em certos trechos possui mata ciliar alcançando até 30 metros de largura e em outros trechos totalmente antropizados.

De acordo com o art. 129 da Lei Municipal nº 10.700, de 9 de março de 2011, para zona urbana, considera-se APP uma faixa de 50 (cinquenta) metros de largura em ambas as margens do Rio Uberabinha, e em toda sua extensão. Sabendo-se que a APP está antropizada, a mesma não está cumprindo sua função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, conforme disposto na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Figuras 1 e 2 - Delimitação da área de estudo e APP degradada.





Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Seguindo com o histórico de imagens orbitais e relatos da vizinhança, foi levantada a hipótese de que a degradação da área estudada se deu em decorrência à movimentação humana e das máquinas para remoção da terra, elemento que haveria sido utilizado para a realização de técnicas de terraplanagem na construção do condomínio mencionado e também na avenida que passa em frente ao mesmo. As Figuras 3 e 4, mostram um comparativo entre os anos de 2010 e 2022 da área de estudo.

Figura 3 e 4 - Evolução da degradação.



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

A movimentação de máquinas resultou na compactação e degradação da estrutura do solo, podendo ter prejudicado sua capacidade de absorver água, oxigênio e nutrientes. Além disso, a compactação pode ser um dos fatores que dificultou o desenvolvimento das raízes das plantas, comprometendo a saúde e a biodiversidade desse solo. Outro impacto negativo causado pela movimentação das máquinas foi a alteração da paisagem natural e da biodiversidade do solo, levando a mudanças na composição de espécies vegetais e animais. Dessa forma, essas mudanças podem impactar negativamente a capacidade do solo de suportar a vida selvagem e comprometer a diversidade biológica da área, visto que resultam na perda de nutrientes e diminuição da qualidade do solo. Além disso, a remoção do solo libera poeira, detritos e sedimentos na atmosfera e nos corpos d'água próximos, impactando



negativamente na qualidade do ar e da água. A alteração do habitat natural de animais e plantas que vivem na área também é um impacto importante a ser considerado, levando novamente à diminuição da biodiversidade e impactando negativamente o ecossistema local.

Em visita a campo, foi perceptível que a maior parte do solo da região de estudo se encontra compactado, assim foi possível observar diversos sulcos, como mostra a Figura 5, que se formam devido à força de impacto da água da chuva que fica impossibilitada de penetrar no solo. Em análise, nota-se também a forte presença da erosão eólica, visto que boa parte do solo está exposto, ocasionando em perdas de nutrientes, uma vez que a camada superficial do solo, (horizontes A e O) está sendo removida constantemente.

Figura 5 - Formação de sulcos.



Fonte: Autores, 2023.

A região de estudo se encontra na bacia do rio Uberabinha, localizada no Triângulo Mineiro (MG). Esta bacia possui uma área de aproximadamente 2.195 km² e uma extensão de 142,7 km, está situada nas Regiões Intermediárias de Uberlândia e Uberaba (IBGE, 2017)

Foi perceptível em visita, que a maior parte da água oriunda da chuva contendo sedimentos da degradação, é escoada para o curso d'água, causando assoreamento e aumento da turbidez. O aumento da turbidez leva a diminuição da absorção da luz solar, aumento da



temperatura e diminuição do oxigênio dissolvido e também alteração da qualidade da água, o que pode levar à diminuição da variedade de espécies locais.

O local de estudo apresenta uma vasta quantidade de indivíduos do gênero *Brachiaria*, conhecida popularmente como Braquiária, e em mata ciliar foram vistas espécies características do Cerrado, como o *Anadenanthera falcata*, conhecido como Angico. As espécies do gênero *Brachiaria* são consideradas vegetação clímax nas pradarias africanas, sua região de origem. Dessa maneira, conseguem se estabelecer e formar bancos de colonização em outras formações vegetais (PITELLI, 2008), descaracterizando os ecossistemas originais e impedindo a germinação do banco de sementes de espécies nativas.

Devido à antropização acentuada e às constantes modificações no ecossistema local, a integridade da fauna nativa mostrou-se vulnerável e afetada, uma vez que a única evidência encontrada no local foram dejetos de capivara. Outro indicativo de antropização foram os resíduos e rejeitos localizados no local. Dessa forma, vê-se a necessidade do cercamento da APP, além da execução de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), sendo um estudo científico que guia a realização, bem como o monitoramento da recuperação do ambiente de uma área específica que sofreu degradação, sendo implementado por uma equipe especializada, a fim de se recuperar os serviços ecossistêmicos fornecidos pela área.

CONCLUSÕES

Em suma, o rio Uberabinha, situado no Triângulo Mineiro (MG), desempenha um papel vital como recurso hídrico e provedor de serviços ecossistêmicos cruciais para a sociedade. A valorização dos recursos hídricos é incontestável, porém, as atividades humanas contemporâneas resultam em poluição e degradação, introduzindo substâncias prejudiciais provenientes de diversas fontes. A falta de demarcação oficial das Áreas de Preservação Permanente (APPs) permite a ocupação ilegal e compromete sua função ambiental. No caso específico da área de estudo ao longo do rio Uberabinha, a hipótese foi de que a degradação resultou da movimentação de máquinas para fins de terraplanagem, comprometendo a



capacidade do solo de absorver água e nutrientes, afetando a biodiversidade local e a qualidade do solo e da água. A implementação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), guiado por um estudo científico e conduzido por especialistas, é crucial para reverter esse cenário e restaurar os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos por essa área, contribuindo para a saúde do ecossistema e o bem-estar das comunidades que dependem dele.

REFERÊNCIAS

Adriano, D.C., Wenzel, W.W., Vangronsveld, J. & Bolan, N.S. **Role of assisted natural remediation in environmental cleanup**. *Geoderma*, 122: 121-142. 2004.

Ahlf, W. & Förstner, U. **Managing contaminated sediments**. Part I: Improving chemical and biological criteria. *J. Soils & Sediments*. 2001

Brasil. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

IBAMA. **Ecosistemas Brasileiros: Projetos de Conservação e Manejo de Ecosistemas**. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica**. 2022.

IDE-SISEMA - SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **WebGis**. 2022. Disponível em: <[IDE Sisema \(meioambiente.mg.gov.br\)](http://ide.sisema.meioambiente.mg.gov.br)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens Landsat 5**. 2022.



Lima WP. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ; 2008

PITELLI, R. A. **Manejo de plantas daninhas em áreas ciliares: Aspectos técnicos e administrativos do processo de restauração florestal**. In: II Simposio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas. Moji-Guaçu, 2008. Anais. São Paulo: IB, 2008.

Ribeiro CAAS, Soares VP, Oliveira MAS, Gleriani JM. **O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente**. Revista *Árvore* 2005; 29(2): 203-212. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000200004>

SANTANA, P. D. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas.



ANÁLISE DE ADERÊNCIA DOS RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE DA PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

Sara Inez da Silva¹, Bruna Fernanda Faria Oliveira²

¹ Bacharel - Engenharia Ambiental/UFU

² Professora – ICIAG/UFU

4

E-mail de contato bruna.faria@ufu.br

Resumo: Os relatórios de sustentabilidade são essenciais na divulgação de informações relacionadas ao meio ambiente, sociedade e governança de organizações. Seguindo as normas da Global Reporting Initiative, o trabalho analisou os relatórios de sustentabilidade divulgado pela Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) entre 2018 e 2021. Foram utilizados para análise, os relatórios dos anos estudados, as Normas do GRI ao padrão GRI G4, análise interpretativa e classificação das informações e indicadores contidos nos relatórios levando em comparação a série 300 do GRI. Após classificação dos indicadores, realizou-se o cálculo do Grau de Aderência Plena (GAPIE) e do Grau de Evidenciação Efetiva (GEE). Notou-se uma evolução positiva em 2020, mas uma queda em 2021, devido a inconsistências na abordagem dos temas materiais. Sugeriu-se a adoção das normas atualizadas GRI 11: Oil and Gas Sector para padronizar futuros relatórios.

Palavras-chave: Relatórios de sustentabilidade, Petrobrás, Global Reporting Initiative.

INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, a indústria de petróleo busca alternativas sustentáveis para enfrentar desafios como limitações de reservas, alto custo de exploração e questões geopolíticas. Embora a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) se destaque como a principal produtora de petróleo no Brasil, a atividade petrolífera causa impactos ambientais e sociais significativos, incluindo desastres ambientais e problemas socioeconômicos.



Nesse contexto, a elaboração de relatórios de sustentabilidade se torna fundamental para demonstrar transparência e comprometimento das empresas com questões ambientais e sociais. Esses relatórios divulgam as práticas éticas, sociais e ambientais das organizações, além de conectar suas ações com a estratégia geral (GRI, 2022).

Este estudo analisa a aderência dos relatórios de sustentabilidade da Petrobras por meio dos indicadores Grau de Aderência Plena (GAPIE) e do Grau de Evidenciação Efetiva (GEE), adaptados de trabalhos anteriores. Esses indicadores avaliam a conformidade dos relatórios em relação às diretrizes da Global Reporting Initiative (GRI), uma referência em sustentabilidade.

No setor de petróleo, a busca pela sustentabilidade se intensifica, e a elaboração de relatórios transparentes é uma maneira importante de enfrentar os desafios socioambientais e atender às expectativas de consumidores e stakeholders.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos dados teve como fonte de informações os relatórios de sustentabilidade disponíveis no site oficial da Petrobras, assim como as informações de indicadores utilizados nos relatórios e colhidas das diretrizes da GRI, no site oficial da GRI. A análise quantitativa tem como objetivo avaliar a aderência dos relatórios de sustentabilidade da Petrobras durante quatro anos de divulgação (2018, 2019, 2020 e 2021), ao relatório GRI, utilizando o Grau de Aderência Plena (GAPIE) e o Grau de Evidenciação Efetiva (GEE). Já a análise qualitativa, envolve a avaliação e discussão dos resultados dos indicadores e a relação com as descrições e detalhes do relatório da organização.



Quadro 1 – Classificação dos indicadores abordados nos tópicos

	CLASSIFICAÇÃO	JUSTIFICATIVA
APRESENTADO	Aderência Plena – APL	Quando todas as informações solicitadas pelo indicador eram disponibilizadas pela organização.
	Aderência Parcial – AP	Quando apenas parte das informações solicitadas pelo indicador era disponibilizada pela organização.
	Dúbio - D	Quando as informações disponibilizadas não são suficientes para o usuário perceber se houve aderência plena ou parcial.
	Inconsistente - I	Quando as informações disponibilizadas pela organização referente ao indicador diferem do que é solicitado pela GRI.
NÃO APRESENTADO	Não Disponível - ND	Quando a organização reconhece que a informação referente ao indicador está relacionada à sua atividade, porém não tem condições de fornecê-la.
	Não Aplicável - NA	Quando a organização relata que o indicador não se relaciona com sua atividade ou seu setor.
	Omitido com Justificativa - OJ	Quando a empresa faz a omissão do indicador, mas emite uma justificativa por tal decisão.
	Omitido - O	Quando nada é comentado a respeito do indicador, como se esse não existisse.

Fonte: DIAS (2006).

Utilizou-se as fórmulas do GAPIE (Equação 1) e GEE (Equação 2) de acordo com o trabalho de Nascimento e Santos (2020), a qual foi adaptado do trabalho de Dias (2006) e Carvalho (2007). Nascimento e Santos (2020) realizaram a adaptação das equações do trabalho original devido a diferenças entre o modelo G4 da GRI e o modelo Standards, a qual foi utilizado na avaliação deste trabalho.

$$GAPIE = \frac{\text{Total dos indicadores gerais ou específicos com "aderência plena"} + \text{Total dos indicadores gerais ou específicos "omitidos com justificativa"}}{\text{Total dos indicadores de desempenho} - \text{Total dos indicadores de desempenho "não aplicáveis"}} \quad (1)$$

$$GEE = \frac{\text{Total dos indicadores gerais ou específicos com "aderência plena"}}{\text{Total dos indicadores gerais ou específicos} - \text{Total dos indicadores de desempenho "não aplicáveis"}} \quad (2)$$



Por fim, de acordo com a Tabela 1, a análise e comparação dos resultados será feita de acordo com os níveis de classificação encontrados entre os relatórios de sustentabilidade de cada ano, para entender as evoluções e desafios ambientais.

Tabela 1 – Classificação do GAPIE e GEE para os relatórios analisados

FAIXA	CLASSIFICAÇÃO
0% a 25%	"BAIXO"
25% a 62%	"MÉDIO"
62% a 100%	"ALTO"

Fonte: Nunes, Assis, Cavalcante, Adriano e Fonseca (2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas a presença dos tópicos ambientais da série GRI 300 (tópicos ambientais) nos relatórios de sustentabilidade dos anos selecionados para o trabalho. No ano de 2018, dentre os 32 indicadores analisados, 15 foram classificados como Aderência Plena, 11 como Aderência Parcial, 4 como Omitidos e 2 como Dúbios. No relatório de 2018, os indicadores de número 301-2 Matérias-primas ou materiais reciclados utilizados, 302-3 Intensidade Energética, 302-5 Reduções do consumo de energia e 305-4 Intensidade de emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram classificados como Omitidos, não encontrando nenhuma justificativa para a não apresentação dos mesmos no relatório. Os indicadores de número 302-1 e 303-1 foram classificados como dúbios pois não apresentaram dados suficientes para classificação em relação a Aderência Plena ou Parcial, e não apresentando detalhe de informações e os dados requeridos. Dessa forma, o relatório de sustentabilidade do ano de 2018 foi classificado como Aderência Média, abrindo novas oportunidades para desenvolvimento do relatório para os anos seguintes.



O relatório de sustentabilidade do ano de 2019 foi classificado como Aderência Média. Em relação ao GAPIE e ao GEE, houve um pequeno aumento relacionado ao ano anterior, porém, apesar da classificação mediana, vários indicadores analisados foram classificados como parcialmente englobados no relatório, sendo necessária a presença de informações detalhadas e concretas desses indicadores.

Para o ano de 2020, o relatório de sustentabilidade foi classificado como Aderência Alta. Observa-se um aumento em relação ao ano anterior de cerca de 40% no Grau de Aderência Plena e cerca de 30% no Grau de Evidenciação Efetiva. A diferença entre os dois indicadores, o que não aconteceu nos resultados dos dois anos anteriores, se dá principalmente devido aos indicadores que foram classificados como Omitidos com Justificativa, que são contabilizados no GAPIE devido a flexibilidade da escolha dos tópicos materiais. No relatório do ano de 2020, há também uma mudança nos temas materiais abordados, diminuindo a quantidade de 15 para 8 temas materiais. Baseando-se em *benchmarkings* com outras empresas e documentos externos, a empresa revisou a materialidade do relatório, de acordo com as Normas da GRI buscando temas que impactam os negócios e tem como referência seus públicos de interesse.

Mesmo com a diminuição da porcentagem dos indicadores GAPIE e GEE em cerca de 20% em relação ao ano anterior, o relatório de sustentabilidade da Petrobras de 2021 é classificado como Aderência Alta. Dentre os 32 indicadores analisados, 22 foram classificados como Aderência Plena e 10 como Omitidos. O maior impacto no resultado do indicador é a não abordagem de dois tópicos no relatório, ocasionando a classificação dos indicadores como omissos. A principal justificativa pela omissão dos tópicos de Materiais e Avaliação Ambiental de Fornecedores foi a redefinição dos temas materiais da empresa no relatório de 2021, excluindo a abrangência desses tópicos, como citado anteriormente. A decisão de não abrangência desses tópicos é insuficiente para a conexão com os temas materiais escolhidos, por exemplo, o tema material de Conformidade, Ética nos Negócios e Combate à Corrupção é diretamente relacionado com o tópico de Avaliação Ambiental de



Fornecedores. No tópico de Energia, onde três indicadores foram classificados como omissos, o relatório aborda o tópico com o foco em explicações voltadas para a transição energética e iniciativas de baixo carbono, e não aborda informações sobre redução de energia, o consumo de energia fora da organização e o quanto os requisitos energéticos de produtos ou serviços sofreram alterações. A Tabela 2 identifica os resultados dos indicadores de todos os anos analisados no trabalho.

Tabela 2 - Resultados dos indicadores relacionados ao relatório de sustentabilidade

Relatórios de sustentabilidade	GAPIE	GEE
Relatório de Sustentabilidade de 2018	46,88%	46,88%
Relatório de Sustentabilidade de 2019	50%	50%
Relatório de Sustentabilidade de 2020	90,63%	81,25%
Relatório de Sustentabilidade de 2021	68,75%	68,75%

Fonte: Autora, a partir de dados dos relatórios de sustentabilidade.

A partir da mudança da quantidade e dos temas materiais de 2019 para 2020, os relatórios de sustentabilidade conseguiram abranger uma quantidade maior e direcionada de informações relacionadas aos tópicos ambientais. Embora haja diretrizes e normas específicas com informações obrigatórias, ainda há a variação de informações apresentadas entre os relatórios de sustentabilidade, não sendo obrigatória a inclusão de todos os tópicos ou indicadores necessários para transparência e coerência de informações.

Após a atualização das diretrizes e normas do GRI, com a existência das diretrizes GRI 11: Oil and Gas Sector, focadas no setor de óleo e gás, espera-se que os próximos relatórios de sustentabilidade da Petrobrás consigam abordar todas as informações



necessárias, e não só focar em espelhar ações ambientais e sustentáveis para minimizar os impactos de suas atividades, mas também na transparência de todos seus resultados frente aos stakeholders.

CONCLUSÕES

O estudo analisou a evolução da abordagem dos tópicos e indicadores ambientais nos relatórios de sustentabilidade da Petrobras ao longo de quatro anos. Utilizando os indicadores GAPIE e GEE, verificou-se a dificuldade de abranger informações sobre os indicadores da série de tópicos 300, relacionados ao meio ambiente. Os resultados mostraram que em 2018, o relatório apresentou baixa aderência às normas GRI, enquanto em 2019 houve um pequeno avanço, e em 2020 houve um destaque significativo com maior taxa de aderência. Entretanto, em 2021, a empresa optou por informações mínimas e essenciais, o que resultou em queda nos indicadores em comparação ao ano anterior. A falta de padronização ao longo dos anos é notável, apesar da preocupação das empresas com a transparência frente aos *stakeholders*. Sugere-se para futuros relatórios a adoção de padrões definidos para um período específico, considerando as normas atualizadas GRI 11: Oil and Gas Sector, e a transparência total das ações realizadas para minimizar os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

DIAS, L. N. S. **Análise da utilização dos indicadores do Global Reporting Initiative nos relatórios sociais em empresas brasileiras**, Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006. Acesso em: 17 de agosto de 2022.

GRI. **GRI Standards Download Center. 2022**. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.



NASCIMENTO, L. R. P.; SANTOS, C. M. V. **A Evidenciação De Informações Econômicas, Sociais e Ambientais nos Relatórios de Sustentabilidade das Empresas de Petróleo e Gás Listadas Na B3: Uma Análise à Luz da Teoria Institucional.** XVII Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://congressousp.fipecafi.org/anais/20UspInternational/ArtigosDownload/1914.pdf>. Acesso em: 17 de agosto de 2022.

PETROBRAS. **Petrobras Apresentações, Relatórios e Eventos.** 2022. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/apresentacoes-relatorios-e-eventos/relatorios-anuais/>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.



CÁLCULO DO VOLUME DA VOÇOROCA DO MOMBUCA A PARTIR DE IMAGENS ARP: MONTE CARMELO (MG)

Willian Toshiaki Mizumura ¹, Alan Silveira ², Samuel Lacerda de Andrade³, Juliana Abreu Crosara Pentronzio ⁴

¹Graduando em Geologia/UFU. Bolsista PIBIC/CNPq/UFU

²Professor – IGUFU e PPGeo/UFU

³Técnico do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria (Engenharia de Agrimensura e Cartográfica/IGUFU)

⁴Técnica do Laboratório de Geologia e Mineralogia (Geologia/IGUFU)

E-mail de contato: wtmizumura@hotmail.com

Resumo: Devido as suas condições climáticas tropicais, no Brasil é recorrente a ocorrência de erosões de origem hídrica, afetando o cotidiano de comunidades urbanas e rurais. Na região de Monte Carmelo (MG) são observadas quantidades significativas de erosões lineares, principalmente em área de rochas e regolitos vinculadas ao Complexo Monte Carmelo. Mais especificamente, em cabeceira de drenagem de afluente da margem direita do Córrego Mombuca, encontra-se uma voçoroca de tamanho expressivo, com a presença de três canais principais em que se observam nítidas erosões regressivas. Isto posto, o trabalho propôs a quantificação do volume de materiais erodidos da voçoroca, a partir de imagens obtidas por Aeronave Remotamente Pilotadas (ARP). Identificou-se o volume total de 163.250,6 m³, sendo encontrado diferenças de perdas entre os 3 principais canais que constituem as frentes erosivas do voçorocamento.

Palavras-chave: Erosão linear, solos frágeis, Complexo Monte Carmelo.

INTRODUÇÃO

A erosão é um processo de remoção de material pelas águas das chuvas, ocorrendo com grande frequência no Brasil devido a sua condição climática tropical (Guerra, 2011). Ao



discutir a esse dos processos erosivos, Guerra (2010) destaca que as voçorocas são erosões hídricas lineares que ilustram a intensidade dos processos pluviais, gerando estruturas de grande tamanho. Propiciam problemas ambientais e socioeconômicos em áreas rurais e urbanas (Pereira, 2020).

Segundo o Dicionário Geológico-Geomorfológico, as voçorocas se formam pela erosão causada pelo lençol de escoamento superficial ou subsuperficial (Guerra; Guerra, 2010). Como exemplo de passivos ambientais, recentemente a grande mídia divulgou problemas com voçorocamentos na cidade de Buriticupu (MA), onde casas estão sendo desabadas pelo fenômeno erosivo (Fróes, 2023).

Por muitos anos, a análise e monitoramento de voçorocas eram realizadas utilizando estacas para acompanhar o processo de evolução (Guerra, 1996). Recentemente, o uso de drones, conhecidos como Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), revolucionou essa investigação, fornecendo imagens que permitem a análise e monitoramento das formas erosivas lineares. Uma das aplicações dessas imagens consiste no cálculo volume total de perda de solos das voçorocas, como ilustra o trabalho de Gramani *et al.* (2018).

Barbosa *et al.* (2018) registrou em mapeamento geomorfológico na região de Monte Carmelo (MG) a presença de formas denudativas nas áreas do Complexo Monte Carmelo, constituído por rochas neoproterozoicas, com destaque aos granitos com intercalações de anfíbolitos (Codemig, 2017). Trabalhos de campo realizados nesta área permitiram evidenciar intensos processos erosivos lineares associados à fragilidade da cobertura superficial, marcada por solos e saprolitos suscetíveis à dinâmica físico-hídrica, em condições atuais de clima tropical.

Considerando o potencial investigativo geomorfológico com o uso de imagens aéreas com ARP, assim como a fragilidade erosiva registrada em áreas do Complexo Monte Carmelo nas imediações da cidade, esse trabalho teve o objetivo de calcular o volume de perda de solos e saprolitos da voçoroca de Mombuca, a fim de contribuir com o planejamento ambiental da



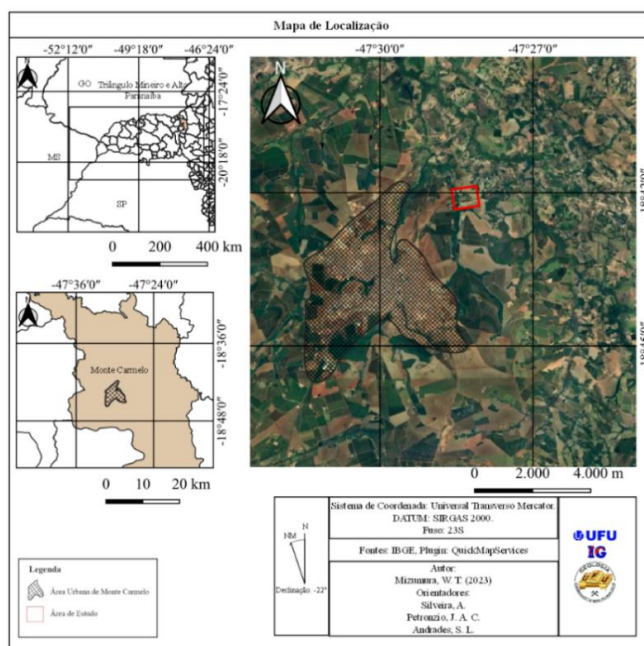
área. Trata-se, portanto, de uma investigação colaborativa para o planejamento de recuperação de áreas degradadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Área estudo selecionada para estudo refere-se à voçoroca do Mombuca, localizada em zona rural nas imediações do sítio urbano de Monte Carmelo (Figura 1). Está inserida nos Planaltos Dissecados do Alto Paranaíba (Rodrigues *et al.*, 2023), posicionados na Faixa de Dobramentos Brasília (Codemig, 2017), com solos marcados por Latossolos, Cambissolos e Neossolos (Motta *et al.*, 2004) e tipo climático, Tropical Semi-Úmido (Novais, 2011).

Figura 1-Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores, 2023



O desenvolvimento deste trabalho foi realizado em três etapas:

Etapa Pré-Campo: Planejamento do voo.

A área alvo, no caso a voçoroca do Mombuca foi delimitada através do uso do Google Earth. Por meio do aplicativo *DroneDeploy* e com a utilização do *KML (Keyhole Markup Language)*, gerado no Google Earth foi planejado os três planos de voo com os mesmos parâmetros, sendo os seguintes: altitude em relação ao solo de 100 metros; sobreposição das fotos de 75% para a sobreposição frontal e 65% para a sobreposição lateral. O ângulo de câmera utilizado foi de 90° em relação ao equipamento, posição que deixa a câmera completamente voltada ao solo.

Etapa de Campo: Voo ARP.

Nesta etapa foi realizada a tomada de fotos com o drone, *ARP DJI Mavic Pro*, fazendo uso das configurações descritas acima. As fotos foram tiradas de modo automático pelo aplicativo *DroneDeploy*, gerando um total de 785 fotos.

Etapa Pós-Campo: Tratamento de imagem e cálculo do volume.

Esta etapa foi dividida em dois momentos. O primeiro conferiu ao tratamento e ao processamento das imagens capturadas pelo ARP por meio do *Agisoft Metashape*. As imagens foram sobrepostas e integradas para gerar o ortomosaico e o Modelo Digital do Terreno (MDT) que filtra os objetos presentes no terreno, apresentando somente as cotas da superfície por meio de classes (Figueiredo; Figueiredo, 2018). No segundo momento ocorreu a determinação do volume da voçoroca, na qual foi gerado de modo automático no mesmo programa, assim tendo a estimativa do volume total de material removido, assim como foi

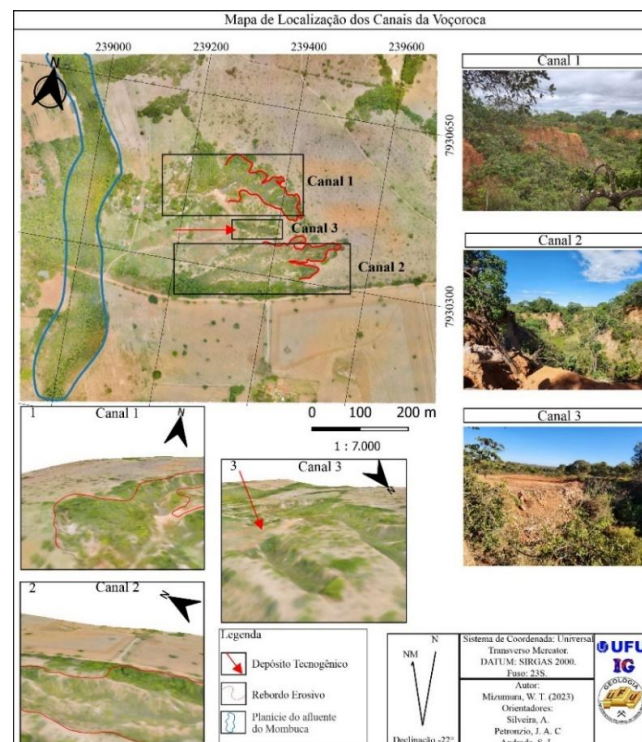


realizado no trabalho de Gramani, et al. 2018, que fez o uso da ferramenta presente no *software*, para gerar a estimativa do volume que foi perdido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A voçoroca do Mombuca é composta por duas frentes erosivas (Figura 2, Canal 1 e 2), onde se instalam canais que seguem em direção a um canal fluvial, afluente do Córrego Mombuca, com fluxo de S para N. O Córrego Mombuca, posteriormente deságua à jusante, no rio Perdizes. Essas duas frentes erosivas apresentam canais fluviais e pluviais conectados à planície do canal fluvial afluente do Córrego Mombuca (Figura 2).

Figura 2 –Voçoroca do Mombuca: identificação das frentes erosivas realizadas por canais





Fonte: Autores (2023)

O setor onde se instala a feição erosiva propriamente dita (vertente erosiva) posiciona-se em segmentos da alta e baixa vertente, e, predominantemente na média vertente. Os dois canais fluviais principais (Figura 2, imagem 1 e 2) recebem canais pluviais que partem do rebordo erosivo do voçorocamento. Comportam-se como as duas frentes principais erosivas. Além desses dois canais foi encontrado um terceiro canal preenchido (entulhado) por depósitos tecnogênicos (Figura 2, imagem 3). Devido a isso, hoje, esse terceiro canal não se conecta a nenhum dos canais principais. Sendo assim, foi possível determinar que o volume total de perdas dos materiais foi de aproximadamente 163.250,6 m³, sendo que os valores individuais por canal foram as seguintes: Canal 1 - 84.124,2 m³; Canal 2 - 76.160,4 m³; Canal 3 - 2.966 m³. Embora registrasse um menor volume no terceiro canal, observações em campo evidenciam que não houve critério para composição e compactação dos materiais entulhados, fato que propicia uma maior suscetibilidade a dinâmica erosiva.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados os primeiros resultados derivados da aquisição e tratamento de imagens ARP, obtendo o volume total de perdas de matéria que ocorreu na voçoroca. Com os resultados também permitiram o reconhecimento de duas frentes principais de erosão da voçoroca, marcadas por dois canais fluviais que se conectam à planície de afluentes do Córrego Mombuca. Dessas duas frentes, o canal 1 foi o que apresentou a maior perda de material, sucedido pelo canal 2. Constatou-se também, que o valor do volume da voçoroca só não é maior devido ao entulhamento por depósitos tecnogênicos do canal 3, fato que resultou na diminuição do volume total, sendo assim em parte um bom indicio, porém isso pode gerar problemas devido ao entulhamento sem estudos adequados para realizar essa



ação. Para atividades futuras, será realizado mais coletas de imagens aéreas, para realizar a comparação entre os vários cenários.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao PIBIC/CNPq/UFU nº 06/2022.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. *et al.* Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância para o Brasil. In: CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C. **Caracterização, manejo e sustentabilidade**. 1ª Ed. Brasília: EMBRAPA, 2015. p. 25-50.

BARBOSA, M. I. M. *et al.* Expressão Geomorfológica Derivada de Diques Toleíticos na Região de Abadia dos Dourados (MG). In: 49º Congresso Brasileiro de Geologia, 2018, Rio de Janeiro (RJ). **Anais 49º Congresso Brasileiro de Geologia**, 2018.

CODEMIG. **Mapa Geológico Folha Estrela do Sul – SE.23-Y-A-IV**. CODEMIG, 2017. Escala 1: 100.000.

FIGUEIREDO, E.; FIGUEIREDO, S. **Planos de Voo Semiautônomos para Fotogrametria com Aeronaves Remotamente Pilotadas de Classe 3**. Embrapa - Circular Técnica, 75. Rio Branco/AC, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1100860/1/26750.pdf>.

FRÓES, R. Entenda o que são as voçorocas que formam crateras e abismos de terra no Maranhão. **Portal G1**, Maranhão, 02 mai. 2023. Disponível em: < <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/05/02/entenda-o-que-sao-as-vocorocas-fenomeno-que-provoca-abismos-de-terra-e-ameaca-engolir-cidade-no-maranhao.ghtml>>. Acesso: 15 de maio de 2023.

GRAMANI, M. F.; CAVALHIERI, C. P.; SILVA, A. P. S.; MANTOVANI, J. C.; CAROU, C. B. O Uso de Drone Multirrotor de Pequeno Porte para Diagnóstico e Monitoramento de Acidentes Geológicos. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica Geotecnia e Desenvolvimento Urbano, 19, 2018, Salvador. **Anais [...]**. São Paulo: ABMS, 2018. P. 1-11.



GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. *In:* GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 17-55.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. *In:* GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 149-209.

GUERRA, A. J. T. Técnicas e métodos utilizados no monitoramento dos processos erosivos. **Sociedade & Natureza**, v. 8, n. 15, p. 15-19, 1996. DOI: 10.14393/SN-v8-1996-61708.
GUERRA, A.T; GUERRA, A.J.T. Novo **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 8ª. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 652p., 2010.

MOTTA, P. E.; BARUQUI, A. M.; SANTOS, H. G. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, 238 p.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2011, 175 p.

PEREIRA, J. S. **O protagonismo da ciência geográfica nos estudos de erosão por voçorocamento**. *Leia Cientista*, Portal Comunica UFU, 25 nov. 2020. Disponível em <<https://antigo-comunica.ufu.br/noticia/2020/11/o-protagonismo-da-ciencia-geografica-nos-estudos-de-erosao-por-voçorocamento>> Acesso 14 de agosto de 2022.

RODRIGUES, S. C.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; NAZAR, T. I. S. M. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.24 n.1, 2023.



ESTUDO DO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO E ANÁLISE ESPACIAL DE POSSÍVEIS PONTOS DE FERRUGEM

Thaís Cristina de Jesus Fábio Santos¹, Bruno de Oliveira Lázaro²

¹Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Mestre – FECIV/UFU

E-mail de contato thcr.fabio@ufu.br

Resumo: Edificações antigas possuem sistema hidráulica condizente da época, e em sua maioria é de ferro fundido. Assim é necessário monitoramento periódico, de modo a prevenir a ferrugem, que é causada por reação de oxirredução do ferro com o oxigênio presente na água, além de ser determinante na qualidade da água e prevenir o deterioramento do sistema hidráulico. Índícios dessa reação é por meio de análise amostral de água e sondagem do teor de oxigênio presente na água. Baixa oxigenação forte indício de ferrugem. O *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, por ser um dos *campi* mais antigos da universidade e possuir o sistema hidráulico de ferro fundido, foi o alvo do estudo, analisando amostras dos blocos e fazendo uma base de dados que permitiu pontuar quais localidades precisa maior atenção devido ao baixo teor de oxigênio dissolvido na água, indicando possivelmente área de ferrugem nos tubos.

Palavras-chave: Ferro fundido, reação de oxirredução, oxigênio dissolvido.

INTRODUÇÃO

O *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, se encontra na zona leste da cidade, um dos primeiros construídos, sendo notório alguns blocos com arquitetura antiga. Com isso tem-se que o sistema hidráulico na maior parte do *campus* é de ferro fundido.

A água tratada obrigatoriamente tem altos valores de oxigênio presente na água, um dos indicativos de qualidade dela. Mas acaba com o tempo virando um impasse, já que oxigênio reage com o ferro, por reação de oxirredução, resultando em tubos enferrujados e

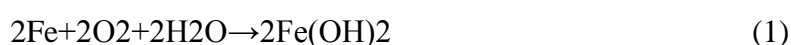


persistindo a ação acaba virando um problema, já que a ferrugem corrói o tubo, sendo necessário à sua troca. A ferrugem e o Hidróxido de Ferro são responsáveis pela diminuição da qualidade e dos parâmetros de potabilidade estabelecidos por normas para abastecimento e saneamento de água, que é indispensável para a vida humana. A integridade do sistema hidráulica de abastecimento é de suma importância para garantir a qualidade da água a população.

De posse dessas informações, prever se em alguma localidade do *campus* Santa Mônica possui foco de ferrugem através da análise de água por sondagem de oxigênio dissolvido com amostras de águas do sistema hidráulico de ferro fundido. Onde na maioria de pesquisas laboratoriais faz-se o uso de água, assim, necessário a integridade da mesma que usada nesse cotidiano científico, como para o dia a dia do *campus* de todos que nele frequentam.

Tradicionalmente, o diagnóstico da ferrugem em tubulações de ferro fundido é realizado por meio de duas etapas. A primeira destas fases consiste na identificação visual de mudanças no aspecto e nas propriedades físicas da água em circulação no SHP. Já a segunda é compreendida pela mensuração das quantidades de compostos férricos e/ou ferrosos através de análises químicas (CARVALHO JUNIOR, 2015).

Por meio de reações de oxirredução entre os átomos de Ferro e os átomos de Oxigênio presentes na atmosfera e nos fluidos que escoam pelo sistema hidráulico de ferro fundido, a superfície e o interior dessas tubulações tendem a ser corroídos, conforme exposto na Equação 1 e na Equação 2 (CALLISTER JR, 2000).





A corrosão explicitada nas equações acima ocorrem devido a degradação do Ferro existente na liga metálica dos condutos e da formação de dois compostos inorgânicos: o Óxido de Ferro (Fe_2O_3), popularmente conhecido como ferrugem, e o Hidróxido de Ferro [$\text{Fe}(\text{OH})_2$]. (CALLISTER JR, 2000; GEMELLI, 2001).

Com a formação destes compostos, eles alteram as características dos fluidos que escoam nas tubulações de ferro fundido, indicando ocorrência de ferrugem e a degradação da estrutura física das tubulações.

MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar os possíveis indícios de ferrugem na tubulação do sistema hidráulico do *campus* Santa Mônica, é preciso obter amostrar da água de uso dos blocos. Cada amostra será coletada em potes próprios para amostragem (Figura 1), das torneiras de alcance disponível, dos blocos permitido o acesso. Os blocos onde não será possível a coleta fará uma estimativa estatística.

Figura 1 – Potes para coleta de amostras



Fonte: Os autores (2022).



Cada amostra após coleta, deverá ser identificada e levada ao laboratório de saneamento – FECIV para a sondagem de oxigênio dissolvido, realizada pela sonda modelo Hanna HI 9146 apresentada na Figura 2. Os valores obtidos serão usados para obter gráfico de análise.

Figura 2 - Sonda modelo Hanna HI 9146

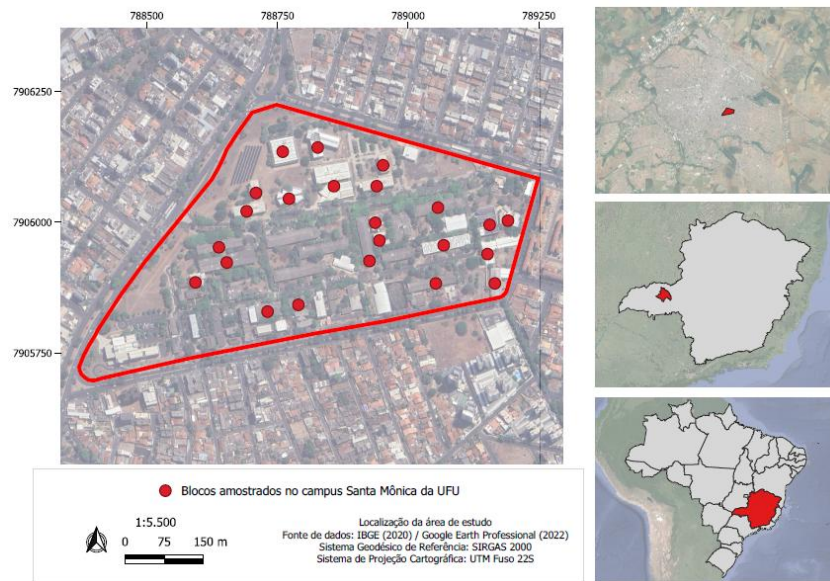


Fonte: Os autores (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após período de coletas que foi de 07/2022 a 09//2022 e obtenção de dados, foi possível mapear e pontuar os blocos que foram coletados (Figura 3).

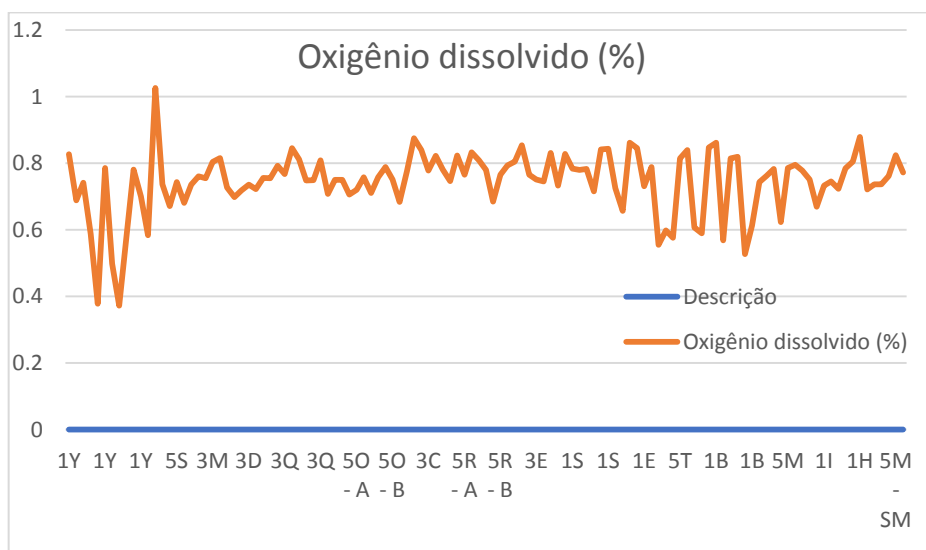
Figura 3 – Área de estudo e delimitação dos blocos amostrados



Fonte: Os autores (2022).

E após análise laboratorial foi feita uma base de dados, disposta no gráfico a seguir (Gráfico 1) e obter as conclusões necessárias

Gráfico 1 – Percentual de Oxigênio Dissolvido nos blocos amostrados

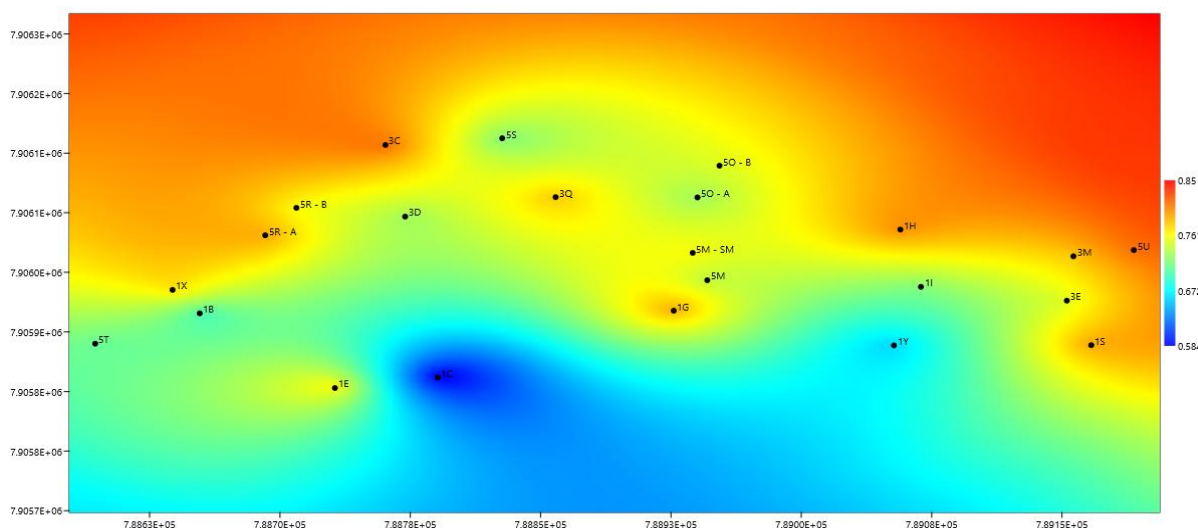


Fonte: Os autores (2022).



Para os blocos não coletados, fez a estimativa representada pela modelagem em sequência, (Figura 4), onde tem-se a mancha de oxigênio dissolvido pelo campus, onde a coloração vermelha indica alto teor e azul o baixo.

Figura 4 - Distribuição do oxigênio dissolvido no campus Santa Mônica -UFU



Fonte: Os autores (2022).

CONCLUSÕES

Apesar do *campus* Santa Mônica possuir sistema hidráulico predial de ferro fundido, conclui-se através do estudo que tem alguns pontos que tem uma baixa, condizendo com os prédios aparentemente mais antigos da universidade, onde na modelagem se encontra a coloração tendendo ao azul, contudo, não acarreta algo grave, mas serve de alerta e acompanhamento para evitar possíveis problemas futuros como a corrosão da tubulação por ferrugem. Onde obteve o teor bem elevado, coincide de construções novas do *campus* e estas possuem o sistema hidráulico também novo.



O estudo satisfaz as indagações apresentadas para o estudo e pode auxiliar a prefeitura de *campus* e seus gestores no monitoramento e futuros estudos.

REFERÊNCIAS

CALLISTER Jr., W.D. **Materials science and engineering: an introduction**. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Patologias em sistemas prediais hidráulicos-sanitários**. 3ª Ed. São Paulo/SP. Editora Blucher. 225p. 2018.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GEMELLI. **Corrosão de materiais metálicos e sua caracterização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

SILVA, A. K. R. S.; SANTOS, E. L. L.; MELO, G. M.; OLIVEIRA, J. C. **Sistema hidrossanitário predial: identificação e correção de patologias**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Ânima Educação. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/14501>. Acesso em: agosto, 2022.



INCREMENTO DE METAIS PESADOS EM SOLOS DE VEREDAS NA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO, MG

Ana Vitoria Gonzaga Diniz¹, Fernando César Ferreira², Adão de Siqueira Ferreira³, Laura Caroline Alves Cadorso⁴, Araújo Hulmann Batista³

¹ Graduando - Engenharia Ambiental/UFU

² Graduado – Engenharia Agrônômica/IFTM

³ Professor – ICIAG/UFU

⁴ Graduando – Agronomia/UFU

E-mail de contato anavitoriagdiniz@ufu.br

Resumo: O cerrado, o segundo maior bioma brasileiro, enfrenta ameaças devido à expansão da fronteira agrícola, alta conversão de terras nativas e baixa proteção integral. As veredas, ecossistemas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos presentes no cerrado, são cruciais para o equilíbrio hídrico, a biodiversidade e as comunidades locais. Este estudo visou avaliar os teores pseudo-totais de elementos-traço em Organossolos através da digestão ácida pelo método 3051a da Agência Ambiental Americana e posteriormente quantificado por Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado, em quatro veredas na região de Uberlândia, MG. Os resultados foram comparados com os valores de referência de qualidade do solo estabelecidos pela legislação pertinente do estado de MG. As análises mostram concentrações significativas de elementos-traço, como Cromo, Molibdênio, Chumbo e Vanádio, indicando influência do uso do solo, nas regiões adjacentes, no incremento destes metais no ambiente.

Palavras-chave: Elementos-traço, Organossolos, Veredas.

INTRODUÇÃO

Com a expansão da fronteira agrícola na atualidade, o cerrado possui elevado grau de conversão de terras nativas em grandes latifúndios, alto endemismo de espécies e baixa porcentagem de áreas de proteção integral. Por isso, é considerado um dos biomas mais ameaçados do mundo e é caracterizado como um *hotspot* (NASCIMENTO, 2016; SALES et al., 2023).



As veredas presentes no Cerrado são ambientes de transição entre os ecossistemas terrestres e aquáticos que sofrem inundação periódica ou permanentes ocasionadas por altas taxas de flutuação do lençol freático, que resulta em baixa atividade de organismos decompositores aeróbios (NASCIMENTO, 2016). Por isso, são ecossistemas complexos e sensíveis à alteração, possuem um papel crucial, tanto na esfera ecológica quanto socioambiental para o país. Desempenhando uma função hídrica fundamental, elas atuam na captação de água, no controle do fluxo do lençol freático, no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água, na perenização de córregos e ribeirões e na recarga de aquíferos. Além disso, as veredas desempenham um papel significativo no equilíbrio ecológico, oferecendo proteção às nascentes e provendo água, alimento e abrigo para uma variada fauna. Sob a perspectiva social, essas áreas são essenciais para a subsistência de comunidades tradicionais, fornecendo água e uma gama de produtos derivados de espécies, como o buriti, que fornecem valiosos recursos, incluindo óleos medicinais, doces, licores e fibras (DURIGAN et al., 2022; NASCIMENTO, 2016).

Estes ambientes contam com solos originados a partir de processos hidromórficos, sendo comum a presença de horizontes hísticos, o que faz com que os Organossolos sejam as principais classes de solos encontradas nestes ecossistemas. Os Organossolos são caracterizados por contarem com mais de 8% de carbono orgânico total (COT) no horizonte diagnóstico. Isto significa o maior teor de matéria orgânica (MO) entre todas as classes de solos, justificado pela escassez de oxigênio presente neste ambiente em que, ao longo do tempo, resulta em uma baixa ciclagem de nutrientes, camadas de material orgânico pouco decomposto e acumulado e aumento da carga negativa no solo (CIPRIANO-SILVA, 2014). Entre todas as classes de solos, a classe dos Organossolos é a que tem maior capacidade de retenção de poluentes, devido à elevada capacidade de troca de cátions (CTC) atribuída, principalmente, aos altos teores de MO e estabilidade redox de oxi-hidróxidos de Fe e Mn. Juntos, esses fatores tornam os Organossolos eficientes na retenção de contaminantes, por



adsorverem os íons nos sítios reativos da matéria orgânica e minerais com maior reatividade (FONSECA, 2016).

Dentre os diversos poluentes encontrados no ambiente, os elementos-traço, também conhecidos como metais pesados, merecem destaque. Eles são persistentes e não biodegradáveis, permanecendo por longos períodos no meio aquático, especialmente nos sedimentos (NASCIMENTO, 2016). Como exposto anteriormente, devido às características singulares dos solos destes ecossistemas, as veredas são essenciais para diminuir a disponibilidade e mobilidade dos elementos-traço no ambiente (NASCIMENTO, 2016). Considerando a importância e ao mesmo tempo, a fragilidade destes solos, o estudo das interações com os contaminantes é importante para a atenuação de possíveis impactos ambientais e para a preservação da flora e fauna peculiares destes ambientes, além da sua importância para proteção da água e locais adjacentes, restringindo os riscos ao ambiente e à saúde humana (LIMA et al., 2016). A disponibilização de elementos-traço, em veredas, é uma preocupação ambiental, dado ao risco potencial de contaminação de ecossistemas adjacentes (NASCIMENTO, 2016). Além disso, os estudos realizados pelos autores Faxina et al. (2019) já observaram variações nos teores de elementos-traço em diferentes solos, inclusive em veredas da cidade de Uberlândia.

Portanto, o objetivo proposto com a realização do presente estudo é determinar as concentrações pseudototais de Chumbo (Pb), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Vanádio (V), Zinco (Zn) e Cromo (Cr) em solos hidromórficos localizados em quatro diferentes veredas e uma área de Cerrado *stricto sensu* no município de Uberlândia, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste estudo envolveu a seleção de cinco áreas no município de Uberlândia, MG, para a análise dos elementos-traço. As áreas selecionadas compreenderam quatro



veredas adjacentes a distintos usos do solo sob diferentes graus de preservação e uma área de reserva legal, com cerrado preservado, conhecida como Cerrado *stricto sensu*.

As coordenadas geográficas das áreas de estudo foram cuidadosamente registradas, sendo elas: Vereda Morada Nova: 18° 58.249' S e 48° 23.436' W; Vereda Panga: 19° 11.258' S e 48° 24.299' W; Vereda Lobo: 19° 20'54.80" S e 48° 02.140' W; Vereda Abelha: 19° 20.973' S e 48° 01.184' W; Cerrado *stricto sensu*: 19° 34.432' S e 48° 01.547' W.

As amostras de solo foram coletadas, nas respectivas áreas selecionadas, até 10 cm de profundidade, sendo divididas em três pontos em cotas altimétricas mais altas, onde a saturação por água ocorre de forma intermitente (A), e três pontos em área com saturação constante durante as quatro estações do ano (B) (menores cotas altimétricas). As unidades amostrais distanciavam-se aproximadamente 20 m entre si.

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Após isso, foram devidamente acondicionadas e transportadas ao laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para a realização das análises. A etapa de digestão ácida foi conduzida utilizando o método 3051a da USEPA (2007).

As soluções resultantes foram diluídas com água destilada e as concentrações de Cromo (Cr), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Vanádio (V), foram quantificadas no equipamento ICP-MS (Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado). Estes elementos foram escolhidos a partir da revisão de literatura realizada na etapa inicial do trabalho.

Os resultados obtidos foram comparados com a Deliberação Normativa COPAM 166/2011 para estabelecer se em alguma das áreas avaliadas, os teores dos elementos encontravam-se acima dos valores de referência de qualidade do solo (VRQs).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Na Tabela 1, estão registradas as concentrações dos elementos-traço em cada uma das áreas de estudo, assim como os VRQs, expressos em miligramas por quilo (mg/kg). Com base nos resultados é possível observar que há valores acima dos VRQs nas diferentes áreas de estudo.

Tabela 1: Teores pseudototais de Cr, Mo, Ni, Pb, V e Zn de solos de quatro veredas localizadas no município de Uberlândia, MG, obtidos por digestão ácida (EPA3051a).

Áreas	Cr	Mo	Ni	Pb	V	Zn
	mg/kg					
Morada Nova A	14,89	0,89	1,51	3,62	31,11	3,90
Morada Nova B	42,83	1,74	11,21	20,47	157,42	46,83
Panga A	35,29	0,75	2,47	7,01	56,16	15,43
Panga B	36,13	1,05	3,04	14,36	70,81	18,50
Lobo A	79,06	2,22	7,19	42,24	127,02	15,77
Lobo B	23,96	1,36	5,45	53,24	54,90	29,44
Abelha A	42,89	1,37	3,54	40,32	130,80	14,75
Abelha B	38,63	1,33	4,43	20,47	76,22	16,72
Cerrado A	65,10	2,09	4,52	7,58	123,19	15,75
Cerrado B	64,04	2,46	5,22	5,39	124,74	18,23
DN COPAM 166/2011	75	0,9	21,5	19,5	129	46,5

Fonte: Autores.

Na área Lobo, foram identificados teores de Cr, Mo, Pb e V acima dos VRQs. A região adjacente a essa vereda é utilizada para fins agrícolas. Por sua vez, na área Morada Nova, foram constatados valores acima dos VRQs de Mo, Pb e V. Vale ressaltar que os valores médios de Pb encontrados em Latossolos brasileiros é de 16 mg.kg^{-1} (CAMPOS et al, 2007). As veredas Lobo e Abelha apresentaram valores muito acima das médias nacionais e mundiais. É preciso investigar com maior refinamento a natureza destes elevados valores, e não deixar de destacar que são escassas as informações sobre VRQs para solos de veredas. Destacam-se os menores valores de Pb para a área de cerrado nativo e nos solos da vereda Panga (cujo entorno é majoritariamente ocupado por mata nativa). Isto fortalece a hipótese de que os incrementos de metais estejam ocorrendo devido ao uso do solo, e não correspondem



aos teores naturais destes elementos. A área Abelha também apresentou teores acima dos VRQs para Mo e V. É importante destacar que as áreas vizinhas a essa vereda são destinadas à agricultura. Por outro lado, a área de cerrado, cujo uso é como reserva legal, da mesma forma, apresentou níveis acima dos valores de referência por Mo e V, abrindo a possibilidade de que estes teores possam ser oriundos do material de origem dos solos da região.

Os resultados apontam para o fato de que as veredas estudadas estão sob risco de contaminação por Pb, V, Mo e Cr. A análise desses elementos revelou importantes incrementos em algumas áreas, levantando preocupações ambientais. Os elementos-traço que apresentaram valores acima do estabelecido pela legislação para a qualidade do solo, podem estar relacionados às atividades antrópicas como indústria, resíduos sólidos, efluentes líquidos, atividades agrícolas e pastoril. Entretanto, há a possibilidade de que em algumas áreas estes metais possam estar associados ao material de origem, como as rochas máficas da formação Serra Geral, embasamento litológico encontrado nas áreas das veredas amostradas. Portanto, considerando a fragilidade desses ecossistemas, são necessárias investigações mais aprofundadas sobre as dinâmicas dos contaminantes nos solos hidromórficos. Esse conhecimento é crucial para orientar estratégias de conservação e manejo adequado desses ecossistemas únicos, visando a proteção da biodiversidade, da água e da saúde pública. Além disso, as ações de conservação devem levar em consideração as características intrínsecas das rochas e solos locais que podem contribuir, naturalmente, para a presença desses elementos no ambiente.

CONCLUSÕES

Foram identificadas alterações nos elementos V, Pb, Mo e Cr na vereda Lobo. Nas veredas Abelha e Morada Nova, os elementos V, Pb e Mo também estão acima dos limites de referência e na vereda Panga e na área de Cerrado, os valores de Mo ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação, com V sendo muito elevado nesta última área.



Os resultados indicam efeito do uso do solo no aumento destes metais, exceto para V e Mo, cujos valores são elevados mesmo em áreas preservadas.

Os valores heterogêneos dos resultados indicam influência do uso dos solos no entorno das áreas estudadas, o que fortalece a hipótese de que os altos teores encontrados são em decorrência de contaminação causada por atividades antrópicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CNPQ e Universidade Federal de Uberlândia pela disponibilidade de laboratórios e recursos para a realização desta pesquisa. Agradecemos à Embrapa Floresta, à Universidade Federal do Paraná e ao pesquisador Marcos Rachwal pela disponibilidade das instalações para realização das análises.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, M.L.; PIERANGELI, M.A.P.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.; CURI, N. Baseline Concentration of Heavy metals in Brazilian Latosols. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34:3-4, 547-557, 2007.

CIPRIANO-SILVA, Rafael et al. Caracterização de Organossolos em ambientes de várzea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 26-38, 2014.

DURIGAN G, MUNHOZ CB, ZAKIA MJB, OLIVEIRA RS, PILON NA, DO VALLE RST, POTT A. Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 20, n. 3, p. 185-196, 2022.

FAXINA, R. R. C.; GUIMARÃES, E. C.; BERTOLINO, S. M.. Qualidade dos sedimentos em áreas alagadas de veredas rurais e urbanas. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.10, n.4, p.261-272, 2019.

FONSECA, S. F.; SILVA, A. C.; SENNA, J. A. de. Técnicas de geoprocessamento aplicadas na identificação de usos da terra no entorno das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. **Raega- O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.43, p. 124-139, 2018.



LIMA, ERICA SOUTO ABREU ET AL. Quality reference values of trace elements in Brazilian organosols. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, p. 1-10, 2016

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Nº 166, de 29 jun. 2011**. Altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH Nº 2, de 6 set. 2010, estabelecendo os Valores de Referência de Qualidade dos Solos.

NASCIMENTO, D. C. **Elementos-Traço em Solos de Veredas do Triângulo Mineiro, Região de Uberlândia, MG**. Dissertação. (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia. 2016. 90f.

SALES, G. de B.; FRAZÃO, L. A.; FERNANDES, L. A.; OLIVEIRA, J. C. de ; VELOSO, M. das D. M.. Efeito da degradação sobre os atributos do solo em ecossistemas de veredas no cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 43, 2023.



INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO: SNIS E ODS_6

Stéfani_Jacomini¹ Sueli Moura Bertolino²

²Professora – ICIAG/UFU

¹Stéfani Jacomini - Engenharia Ambiental/UNB
E-mail de contato stefani.jacomini@ufu.br

Resumo: A universalização do saneamento básico ainda não é uma realidade no Brasil. A disponibilidade em quantidade e qualidade dos recursos hídricos é um dos principais desafios para a consecução das metas do ODS6 da Agenda 2030. A qualidade dos serviços de saneamento está diretamente ligada à saúde humana, se não for bem estruturado pode provocar impacto direto no desenvolvimento humano. O Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) é o maior e mais importante ambiente de informações do setor de saneamento básico reunindo informações desde 1995. Investir em serviços de saneamento básico, como coleta e tratamento de esgoto, é uma solução para assegurar a qualidade da água para o abastecimento humano. O presente estudo tem como objetivo realizar um diagnóstico dos serviços, água e esgoto, pelos índices do SNIS e as metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 6 em todas as regiões do país.

Palavras-chave: Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, saneamento básico, índices.

INTRODUÇÃO

A quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades antropogênicas vem aumentando significativamente ano após ano no Brasil, principalmente para o consumo humano. Entretanto, a disponibilidade e a quantidade de água bruta dos mananciais é um dos principais desafios para a consecução da ODS6 da Agenda 2030. Os mananciais têm sido afetados por uma série de alterações onde podemos incluir o aumento da poluição, a diminuição da vazão dos rios devido às mudanças climáticas e pelo desmatamento de áreas de preservação permanente, bem como as atividades humanas, como a agricultura e a indústria.



A qualidade dos serviços de saneamento está diretamente atrelada à saúde humana. Segundo Cairncross e Valdmanis (2006) e Scott, Cotton e Givindan (2003) o saneamento básico é um desafio de saúde pública e, se não for bem estruturado, pode provocar impacto direto no desenvolvimento humano, acarretando pobreza crônica, degradação ambiental, aumento de incidência de doenças e morte (CAIRNCROSS, S & VALDMANIS, 2006; SCOTT, R; COTTON, A.P & GOVINDAN, B.,2003.)

Portanto, uma solução para seguridade da água para o abastecimento humano é o investimento nos serviços de saneamento básico, como coleta e tratamento de esgoto, que são responsáveis por manter a classificação dos corpos d'água (CONAMA, 2005).

O Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) é uma importante ferramenta de informações do setor de saneamento básico, gerenciado pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR). Ele reúne informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade dos serviços de água e esgoto desde 1995. Estes indicadores são referências para comparação de desempenho da prestação de serviços e para o acompanhamento do setor de saneamento básico no Brasil (SNIS,2020), na tomada de decisões.

O ODS_6 tem como objetivo garantir o acesso universal e equitativo à água potável segura e acessível para todos, assim como alcançar o acesso ao saneamento básico adequado e equitativo para todos, e acabar com o esgoto a céu aberto. Ressalta-se aqui duas metas relacionadas a ODS6 em relação ao serviço água: a meta ODS6.1.1, que indica a proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura; e meta ODS6.2.1 que mede a porcentagem de domicílios com instalações sanitárias de uso exclusivo que dispõem de excreta de forma segura no local ou através de transporte para tratamento.

O Índice de Tratamento de Esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento é usado para obter a proporção de tratamento de esgoto para a população residente em domicílios ligados a uma rede coletora. Para domicílios ligados a fossas, um



parâmetro de 40% de adequação é atribuído, já que não há dados disponíveis sobre a forma de gestão das fossas domiciliares.

Compreendendo a importância dos índices utilizados por diferentes órgãos, este trabalho pretende por meio de uma pesquisa descritiva fazer um diagnóstico dos índices estabelecidos pelas metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 6 e dos dados oficiais do SNIS, por regiões do país, referentes aos anos de 2014 e 2018.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi classificada como descritiva através da metodologia exploratória documental. O objeto de estudo é o desempenho do saneamento básico do Brasil nos serviços atendimento de água e coleta de esgotos, que será analisado com as metas propostas pelo ODS6. Os dados primários dos indicadores de água e esgoto foram coletados pelos sites do SNIS e pelo site do Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA).

Para o serviço de abastecimento de água, o indicador do SNIS considera a porcentagem da população abastecida por sistemas com rede de distribuição. Enquanto o indicador da ODS_6, dados do IPEA, considera em seus cálculos a porcentagem da população abastecida com água por rede, domicílios abastecidos através de poços artesianos, domicílios abastecidos por outras formas desde que com canalização no interior, além de 50% da população abastecidos de outras formas, desde que com canalização na propriedade.

Para o serviço de esgotamento sanitário, pelo SNIS, o indicador utilizado neste estudo considera o cálculo entre o total da população atendida por coleta e tratamento de esgoto por rede, que é informada por prestadores de serviços, e a população residente, que é estimada pelo IBGE. Já o indicador proposto pela meta do ODS 6.2.1, dados do IPEA, considera em seus cálculos a equação 1.

$$Meta\ ODS_{6.2.1} = \frac{(População\ residindo\ em\ domicílios\ com\ banheiro\ de\ exclusivo\ ligado\ a\ rede\ coletora) \times (\text{Índice de tratamento de esgoto}) + (População\ residindo\ em\ domicílios\ de\ uso\ exclusivo\ ligado\ a\ fossa) \times 40}{(População\ residente\ em\ domicílios\ particulares\ permanentes)} \quad Eq. 01$$



Os dados coletados foram tabulados utilizando programa Excel através de ferramentas de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do estudo apresenta os dados de índice de atendimento total de água do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS6) para os anos de 2014 e 2018 no Brasil.

As Figuras 1 e 2 apresentam os dados referentes ao indicador do serviço de água por regiões do Brasil tendo como fonte o IEPA (ODS-6) e os dados do SNIS. O SNIS considera em seu indicador de abastecimento de água de forma segura apenas os domicílios ligados por rede geral de água. Já o indicador proposto pela meta do ODS 6.1.1, dados do IPEA, engloba em seu índice além dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), as Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e as Soluções Alternativas Individuais (SAI), ou seja, seu é um indicador mais abrangente.



Figura 1. Indicador de abastecimento de água para consumo humano referente ao SNIS e ODS_6, para as regiões do Brasil, ano 2014.

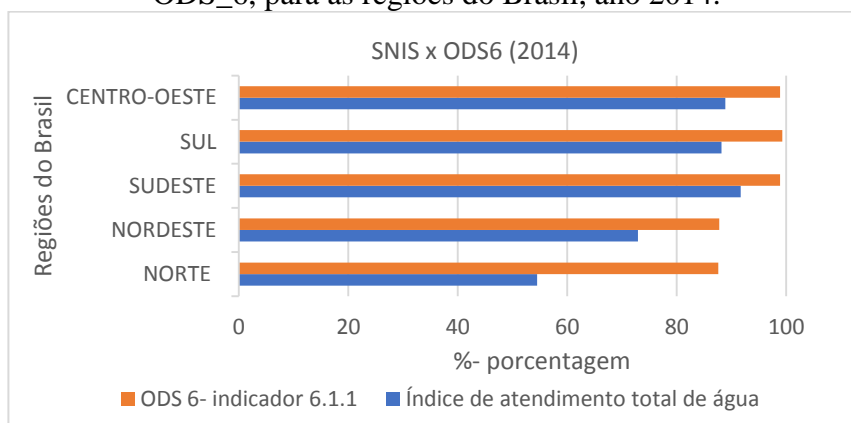
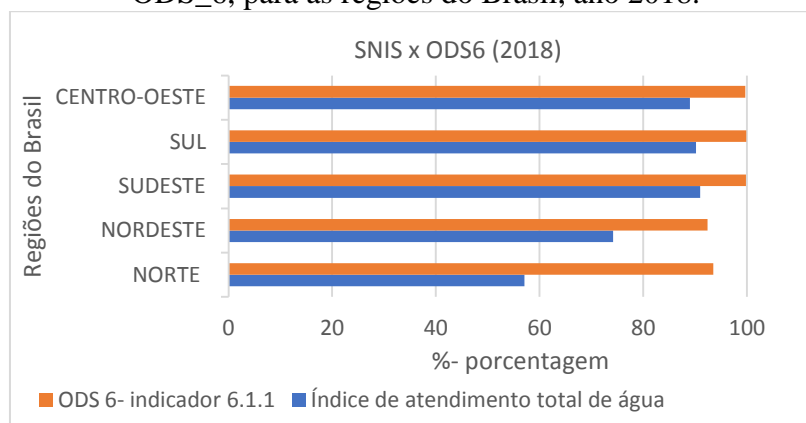


Figura 2. Indicador de abastecimento de água para consumo humano referente ao SNIS e ODS_6, para as regiões do Brasil, ano 2018.



Pelos gráficos observa-se que em todas as regiões do país houve uma melhoria no indicador, entre as duas medições em 2014 e 2018. No entanto, é possível observar que o ODS6 apresentou valores mais elevados para os indicadores em todas as regiões em ambos os anos, contudo mostra que as regiões Nordeste e Norte apresentam os menores índices para os dois bancos de dados analisados. Isso ressalta a importância de direcionar maiores esforços técnicos e econômicos para essas regiões.

Em 2014, as regiões sudeste, sul e centro-oeste do Brasil tinham a maior cobertura de água, com 91,7%, 88,2% e 88,9%, respectivamente, enquanto a região norte tinha a menor



cobertura, com 54,5%. Em 2018, a região norte aumentou sua cobertura de água para 57,1%, enquanto as outras regiões permaneceram relativamente estáveis.

As Figuras 3 e 4 apresentam os dados referentes ao indicador que mede a porcentagem de domicílios com instalações sanitárias de uso exclusivo, que dispõem de excreta de forma segura no local ou através de transporte para tratamento tendo como fonte o IEPA (ODS-6) e os dados do SNIS. O SNIS considera em seu indicador de atendimento total de esgoto de forma segura apenas para os domicílios ligados por rede geral de coleta de esgoto, que é informada para os prestadores de serviços. Já o indicador proposto pela meta do ODS 6.2.1, dados do IPEA, engloba em seu índice além dos Sistemas Nacional de informações sobre o saneamento (SNIS), as Soluções Alternativas de coleta de esgoto e as Soluções Alternativas Individuais com fossas, ou seja, seu é um indicador mais abrangente.



Figura 3. Indicador de atendimento total de esgoto referente ao SNIS e ODS_6, para as regiões do Brasil, ano 2017.

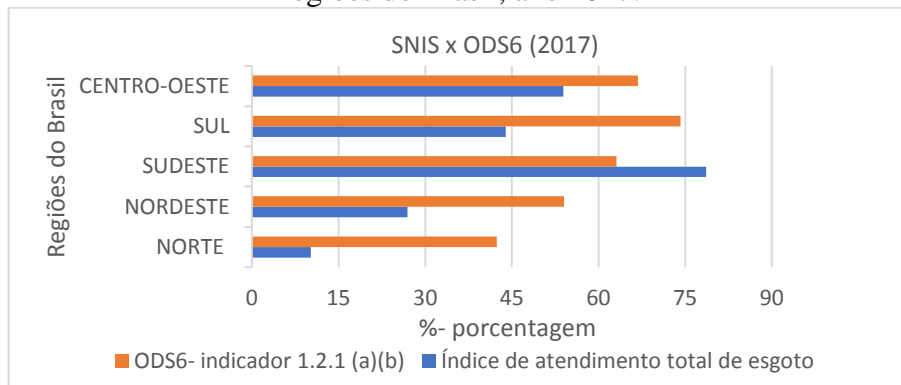
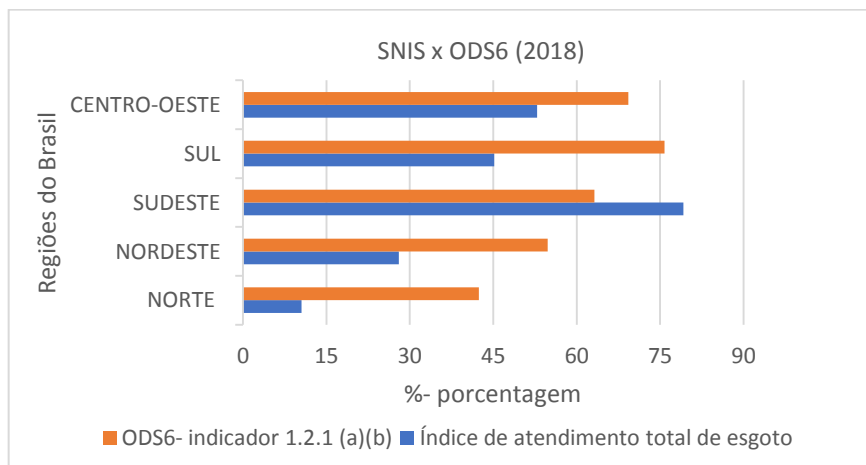


Figura 4. Indicador de atendimento total de esgoto referente ao SNIS e ODS_6, para as regiões do Brasil, ano 2018



Em 2017, a região Sudeste do Brasil tinha a maior cobertura de saneamento básico segundo o SNIS, com 78,6%, enquanto a região Norte tinha a menor cobertura, com apenas 10,2%. Já de acordo com o ODS6, a região Sul apresentou a maior cobertura, com 74,2%, enquanto a região Norte ainda tinha a menor cobertura, com 42,4%. Em relação à cobertura de coleta e tratamento adequados dos esgotos, as regiões Nordeste e Norte apresentaram os piores índices e demonstram a urgência na alocação de estratégias para essas regiões do país.



Em 2018, os dados da ODS6 demonstram uma cobertura de saneamento muito maior para as regiões citadas acima, do que os índices do SNIS relataram. É importante mencionar aqui nesta análise que enquanto o SNIS tem dados até 2020 do saneamento a ODS6 apresenta apenas os dados de 2018 e 2017.

CONCLUSÕES

Com os dados do SNIS e do ODS6, observa-se que o ODS6 apresentava taxas de cobertura de água mais altas do que o SNIS, com as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste mostrando as maiores diferenças. Do mesmo modo que a ODS6 apresenta taxas de cobertura de saneamento básico mais altas do que o SNIS, com as regiões sul, nordeste e norte apresentando a maior diferença entre as fontes para os dois anos analisados. Portanto, pode-se concluir ambos os indicadores demonstram a necessidade de se alocar esforços técnicos e econômicos para as regiões Nordeste e Norte do país, a fim de assegurar o cumprimento dos ODS.

Agradecimentos: Gostaria de agradecer a CNPq pelo generoso financiamento que possibilitou a realização desta pesquisa. Sua contribuição é fundamental para o avanço da pesquisa científica na área e sou profundamente grata por seu apoio.

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração.** Uberlândia, 2023.

Cairncross, S. & Valdmanis, V. (2006) Water Supply, Sanitation, and Hygiene Promotion. Simposio Engenharia Ambiental e Sanitária Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

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 providências. **INDICADORES**



DE SANEAMENTO BÁSICO: SNIS E ODS_6, Simpósio da Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>. Acesso em: 22 nov. 2022.

Scott, R.; Cotton, A.P. & Govindan, B. (2003). Sanitation and the Poor. Loughborough, Londres e Delft: WELL Resource Centre

SNIS (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO). Disponível em: www.snis.gov.br/. Acesso em: 10 out. 2022.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M.; MORAES, L.R.S. Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. Simpósio Engenharia Ambiental e Sanitária Universidade Federal de Uberlândia, 2023.



UM AMBIENTE INDISSOCIÁVEL ENTRE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO: AMBIENTAR-SE_UFU

Allan Britis Pinheiro Rocha¹, Isabela Guimarães Lima², Júlia Rodrigues Martins³, Davi Shinji Toyoda Gomes⁴, Sueli Moura Bertolino⁵

¹Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

³Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

⁴Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

² Professor – ICIAG/UFU

E-mail de contato: allanbritis@gmail.com

Resumo: A extensão universitária busca promover a interação entre a academia e a sociedade, valorizando o conhecimento científico e incentivando a difusão da ciência. Esse papel é particularmente relevante na área ambiental, onde a multidisciplinaridade é crucial para compreender a sustentabilidade. Para formar Engenheiros Ambientais e Sanitaristas qualificados é essencial introduzir práticas de extensão desde o início do curso, visando evitar a evasão e fornecer perspectivas de carreira. Na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) o programa "Ambientar-se" foi criado para os ingressantes na Engenharia Ambiental e Sanitária (EAS). O programa envolve parcerias com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e organiza grupos de estudantes orientados por alunos da EAS-UFU e professores da UFU. O programa culmina em projetos de pesquisa apresentados em uma feira científica, para um público amplo. Isso visa aprofundar o conhecimento dos alunos e envolver a comunidade com demonstrações, aplicações e práticas das grandes áreas ambientais.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Extensão, Engenharia Ambiental e Sanitária.

INTRODUÇÃO

A extensão é um mecanismo que faz parte do tripé universitário em conjunto a pesquisa e o ensino (SILVA, 2016). Por isso, ela é uma das ações que reforçam os laços entre universidade e sociedade, com o intuito de proporcionar o retorno do conhecimento científico produzido e fomentado pelo poder público. Assim, para que os saberes acadêmicos sejam



transpassados para o público não acadêmico é necessário a promoção de agentes e ações significativas de cunho extensionista. De acordo com o Plano Nacional de Extensão Universitária (2007, p.17) a extensão são métodos e práticas que buscam viabilizar processos educativos, culturais e científicos interdisciplinarmente ligados à pesquisa e ensino de maneira que proporcionem uma relação transformadora entre sociedade e universidade.

Com isso, vários eixos do conhecimento estão interligados na promoção da prática extensionista. Um destes é o de ciências ambientais, que busca promover o entendimento do comportamento ambiental, à relação homem e natureza e desmistificar o pensamento antropocentrismo e conservador, característico da subjugação e insignificância do meio ambiente perante as ações humanas e seus impactos associados (CARVALHO, 2006).

Com a necessidade de garantir boas práticas de produção que respeitem e levem em consideração características ambientais, sociais e econômicas do Brasil, a Engenharia Ambiental e Sanitária foi um dos cursos originados a partir do conceito de sustentabilidade e ciência ambiental, de modo a oferecer seguridade do tripé sustentável em vários setores produtivos. Portanto, a extensão é um dos agentes significativos para a promoção da sustentabilidade e a formação de engenheiros ambientais e sanitaristas por viabilizar um contato e troca entre o conhecimento científico ambiental com a sociedade.

Nisso, o programa de extensão intitulado Ambientar-se foi idealizado por estudantes do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (EAS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) promovendo a oportunidade aos alunos da EAS, já no primeiro período do curso, a se envolverem com a atividade de extensão com parceria entre a comunidade do SENAI. O planejamento e organização do projeto é realizado por alunos de períodos mais avançados do curso, que darão suporte aos ingressantes como tutores. É nesse caráter formativo que se propicia o contato entre a teoria e a prática com a sociedade permitindo uma troca entre ambos (MANCHUR et al, 2013).



MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de extensão Ambientar-se 2023 foi desenvolvido por grupos de alunos do curso de EAS da UFU e alunos do curso de Tecnologia Ambiental do SENAI, separados pelas temáticas: Gestão das Águas, Construções Sustentáveis, Resíduos Sólidos e Energia Renovável. O projeto foi executado em 3 (três) etapas: i) elaboração do projeto da ação; ii) planejamento e desenvolvimento da ação e ii) execução e apresentação da ação na comunidade.

Na primeira etapa através da metodologia de pesquisa bibliográfica dos temas selecionados foi elaborada a parte escrita do projeto. Neste projeto deveria conter uma problemática relacionado ao tema, as soluções possíveis e uma proposta de solução a ser executada na ação. Tal pesquisa foi realizada com auxílio dos tutores e professores nas principais base de dados: da biblioteca virtual da UFU, no Google Acadêmico e Periódicos da Capes. Na segunda etapa, cada grupo deveria desenvolver e preparar os materiais da proposta elaborada no projeto, como jogos, maquetes e protótipos experimentais.

Nesta fase, os alunos tiveram apoio de todos os professores do curso da EAS, do responsável no SENAI, utilizando-se da estrutura dos laboratórios: Qualidade Ambiental (LAQUA) de Tecnologia (LATEC) da UFU.

Na última etapa do programa, foi realizada a Feira Ambientar-se aberta a todos os estudantes da instituição SENAI Uberlândia, que buscou promover a divulgação de pesquisas e inovações feitas por professores e alunos da Universidade Federal de Uberlândia e alunos do SENAI, com o auxílio de todos os mecanismos produzidos ao longo do Ambientar-se.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a Feira ambiental dentro da sede do SENAI-Uberlândia os grupos temáticos se apresentaram com as propostas e atividades estipuladas, onde foram



desenvolvidos cartazes, banners, maquetes, protótipos e modelos de objetos. Assim, objetivou facilitar a compreensão dos ouvintes e tornar a apresentação das pesquisas mais interativas, conforme visto na Figura 1. Foram ainda desenvolvidos, jogos participativos com brindes aos alunos do SENAI-Uberlândia, que posteriormente avaliaram e opinaram a respeito dos trabalhos de cada grupo, contribuindo para o aperfeiçoamento das apresentações.

Após o fim da feira, houve um *feedback* positivo dos alunos do Senai, tanto como dos professores auxiliares e demais participantes (Figura 2), onde cerca de 61,5% dos presentes acharam ótimo o evento, 30,8% Bom e de minoria 7,7% acharam regular, enquanto 0% acharam o momento ruim.

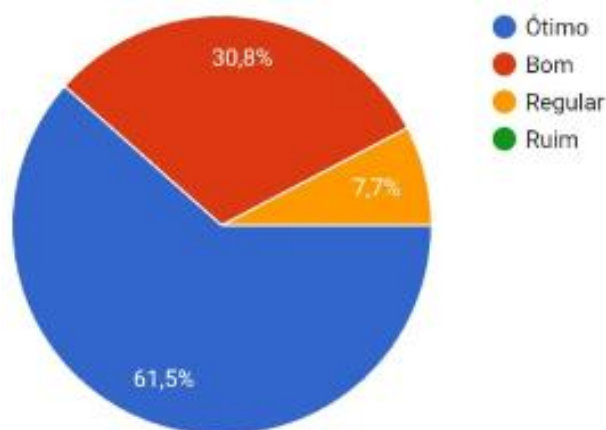
Figura 1 – Registro da participação do visitante na Feira “Ambientar-se” no SENAI.



Fonte: autores



Figura 2- Resultado da pesquisa de satisfação dos participantes da Feira “Ambientar-se”



Fonte: autores

Como proposto, cada temática teve um estande separado durante a feira “Ambientar-se”. O eixo gestão das águas focou na análise da qualidade da água e na interatividade entre os pares que consistia na amostragem de vários frascos contendo diferentes classificações de água com um jogo de tabuleiro intuitivo ao que estava sendo apresentado ao público, como visto na Figura 3, com a indicação numérica 1.

A temática de construções sustentáveis produziu um modelo de maquete interativo de um parque contendo em seu paisagismo um sistema de jardins filtrantes com o consórcio de plantas adaptadas ao processo de descontaminação de poluentes em uma vista vertical desses elementos como pode ser visualizado na Figura 3 com a indicação numérica 2.

Em relação aos resíduos sólidos o grupo embasado nesse tema produziu uma maquete 3D do reator termoquímico de decomposição térmica de resíduos, além de elaborar um banner acadêmico com todas as informações necessárias para o entendimento do público quanto ao equipamento que estava sendo apresentado. Com isso, o grupo também focou na amostragem do reaproveitamento dos resíduos advindos da decomposição térmica, com um bloco



cerâmico e um quiz para fixar o conhecimento repassado ao público como mostrado na Figura 3, na indicação numérica 3.

Por fim, o eixo de energias renováveis produziu um biodigestor utilizando galões de água e tubulação de PVC e apresentou com uma dinâmica o funcionamento do equipamento e seus benefícios para a consolidação de novos modelos de produção de energia contido na Figura 3, indicação numérica 4.

Figura 3 – Grupos por temas apresentados na Feira “Ambientar-se” do ano 2023.



Fonte: autores

Com isso, o projeto conseguiu atingir alunos e professores de ambas as instituições (SENAI e UFU) e trouxe pesquisas feitas dentro de uma universidade para fora do ambiente universitário, por meio de um caráter extensionista agregando desta maneira, conhecimentos e consciência ambiental para os ouvintes da feira.



CONCLUSÕES

O projeto conseguiu de maneira eficaz atingir seu principal propósito inicial, levar conhecimento e pesquisas feitas por alunos da Universidade Federal de Uberlândia para o Instituto SENAI através de uma feira, promovendo a consciência ambiental dos aprendizes do SENAI de maneira educativa e interativa, além de aproximar os discentes da UFU com os preceitos da extensão.

Tendo isso em vista, é importante ressaltar que a extensão é imprescindível para oportunizar o acesso ao conhecimento científico e propiciar a interação e fomento da sustentabilidade com a sociedade, pois, está é precursora de métodos e ações indissociáveis na formação de bons engenheiros ambientais e sanitaristas por parte das universidades e que o financiamento e colaborações para criação de programas desse tipo devem ser cada vez mais difundidos e requeridos para a valorização da sociedade.

REFERÊNCIAS

MANCHUR, J.; SURIANI, A. L. A.; CUNHA, M. C. D. **“A contribuição de projetos de extensão na formação profissional de graduandos de licenciaturas”**. Revista Conexão UEPG, vol. 9, no 2, novembro de 2013, p. 334–41. revistas.uepg.br.

CARVALHO, I. C. D. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**; São Paulo: Cortez, 2.ed. 2006.

FÓRUM DE PRÓ- REITORES DE EXTENSÃO DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS. **Extensão Universitária: Organização e Sistematização**. Belo Horizonte, Coopmed, 2007.



FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FLORIANI, D. **Crítica da Razão Ambiental: Pensamento e Ação para a Sustentabilidade**. 1a. ed. São Paulo: Annablume, 2013.

LAVÔR, J. F. D. **Agente de desenvolvimento local: Estudo de Caso do agente de desenvolvimento do Banco do Nordeste do Brasil**. 42º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural -SOBER, 2004. Fortaleza: UFC, 2004.

SILVA, Wagner Pires da. **As ações de extensão na construção de uma universidade sertaneja**. 2016. 135f. – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior, Fortaleza (CE), 2016.



EDUCAÇÃO AMBIENTAL



ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS COM USO DE HORTAS ESCOLARES VISANDO A PROMOÇÃO DE COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Vanessa Gomes Santos¹, Josiéle Botelho Rodrigues², Amilton Cesar dos Santos³, Oscar João Abdounur⁴

¹Doutoranda - PPGFE/USP

²Doutoranda– PPGFIT/UFV

³Docente titular– UNIFEOP

⁴Docente orientador – IME/USP

E-mail de contato: vanessagomes@usp.br

Resumo: Este estudo investigou o uso de hortas escolares em projetos pedagógicos como promoção de educação ambiental e formação de estudantes que tenham consciência sobre a necessidade do estabelecimento de cidades inteligentes e comunidades sustentáveis. Utilizando a bibliometria, foram analisados artigos científicos sobre o uso de hortas escolares no Brasil e em outros países. Os resultados revelaram que a educação ambiental tem sido uma finalidade pedagógica recorrente em grande parte das pesquisas. As hortas escolares foram relacionadas com práticas agroecológicas, promovendo a diversidade de culturas e o manejo sustentável de recursos naturais. A integração dessas hortas em projetos de cidades inteligentes pode contribuir para a formação de cidades mais verdes, equitativas e resilientes, envolvendo ativamente os estudantes, professores e comunidades locais. Conclui-se que as hortas escolares são uma ferramenta valiosa para promover a educação ambiental e nutricional, além de contribuírem para o desenvolvimento de comunidades sustentáveis nas áreas urbanas.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em hortas escolares, projetos pedagógicos, educação ambiental.

INTRODUÇÃO

O documento “Revisiting Garden Based Learning in basic education” elaborado para o “International Institute for Educational Planning” vinculado à FAO e UNESCO defende projetos baseados em hortas escolares para a promoção de hábitos alimentares saudáveis, segurança alimentar e educação ambiental (DESMOND *et al.*, 2002). Neste sentido, historicamente as hortas têm sido exploradas dentro da educação, sendo que, nas últimas



décadas, elas têm ganhado maior visibilidade e discussão acadêmica. Estudos tem demonstrado que, esses espaços pedagógicos permitem atividades escolares que valorizam um sistema alimentar sustentável, descarte adequado de resíduos, preservação da água e noções da importância da sustentabilidade do planeta (SILVA *et al.*, 2017).

Portanto, atualmente entende-se que, a integração de hortas escolares em projetos de cidades inteligentes é uma ação relevante e oportuna, considerando a crescente preocupação com a sustentabilidade, segurança alimentar e a qualidade de vida nas áreas urbanas. A introdução de hortas escolares em projetos de cidades inteligentes tende a oferecer uma oportunidade única para abordar diversos desafios sociais de forma integrada. Além de fornecer alimentos saudáveis e frescos em ambiente urbano, as hortas escolares têm o potencial de educar as gerações futuras sobre a importância da agricultura, da alimentação saudável e do cuidado com o meio ambiente (SANTOS; ABDOUNUR, 2022). No Brasil, como estratégia da promoção de hábitos alimentares saudáveis nas escolas, foram criados os Cadernos Educando com a Horta que fazem parte do Projeto Educando com a Horta Escolar (BARBOSA, 2007, 2009), incentivado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e o Programa Nacional de Alimentação Escolar em parceria com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação de acordo com a Portaria Interministerial 1.010 (BRASIL, 2006a, b). Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar em publicações científicas como as hortas escolares podem ser incorporadas em projetos pedagógicos, sobretudo aqueles que incentivam estratégias de consciência ambiental e promoção de comunidades sustentáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Baseado em levantamento bibliométrico quantitativo e qualitativo de maneira transversal (1) verificou-se, como os projetos relacionados às hortas escolares podem ser incorporados em estratégias de planejamento urbano para a promoção de comunidades



sustentáveis e, (2) levantou-se os documentos oficiais nacionais que incentivam o uso da horta escolar na educação básica. Buscaram-se as publicações de artigos científicos usando as palavras-chave: “horta escolar” e sua tradução para o inglês “school garden” no Portal de periódicos da Capes/MEC, entre os anos de 2006 e 2020 (publicação da Portaria Interministerial 1.010) (BRASIL, 2006a). Após o levantamento, as obras foram caracterizadas pela sua finalidade pedagógica: promoção de alimentação saudável (nutricional), estratégias de conscientização ambiental (educação ambiental) e demais finalidades pedagógicas no ensino fundamental I. Com base na análise dos estudos selecionados, os resultados foram organizados e sintetizados em gráficos.

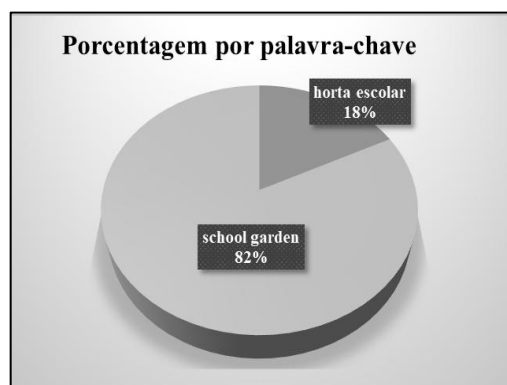
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da busca pela palavra-chave “horta escolar” foram encontrados 22 artigos científicos (18 por cento do total) (Figura 1). Desses, 37 por cento das obras focavam na educação nutricional, 40 por cento, na educação ambiental e 23 por cento tinham outras finalidades pedagógicas (Figura 2). Na busca pela palavra-chave “school garden”, foram encontrados 103 artigos científicos (82 por cento do total) (Figura 1). Desses, 36 por cento focavam na educação nutricional, 17 por cento, na educação ambiental e 47 por cento tinham outras finalidades pedagógicas (Figura 3). Verificou-se que diversas pesquisas apontam os benefícios da horta escolar para melhorar aspectos relacionados com a educação ambiental entre os estudantes em diferentes países (ROCCA *et al.*, 2012; FISHER-MALTESE, 2016), incluindo o Brasil (FONSECA, 2014). As pesquisas descrevem que o contato direto com a natureza, desenvolve talentos e interesses para práticas ecológicas, tais como reconhecimento de plantas e animais, conhecimento sobre cultivo de plantas e alimentos e aumenta a consciência sobre a necessidade de hábitos de vida saudáveis e sustentáveis (SMITH, 2009). Essa pesquisa, embora realizada com o foco do uso da horta escolar no ensino fundamental I, permite ampliar e estimular futuras pesquisas baseadas em outras variáveis, como as



estratégias pedagógicas que incentivem a promoção de conscientização social sobre a necessidade de melhorias no planejamento urbano, utilização consciente dos recursos naturais, gestão de resíduos, culminando na promoção futura de comunidades sustentáveis. Como proposta, verificou-se que, o projeto multidisciplinar baseado na estratégia Garden Based Learning representa uma abordagem inovadora que permite promover a integração de hortas escolares (DESMOND, *et al.*, 2002) com projetos de cidades inteligentes. Essa união explora os benefícios educacionais, nutricionais, ambientais, sociais, segurança alimentar, com as práticas sustentáveis da agricultura urbana, enquanto os estudantes adquirem conhecimentos interdisciplinares.

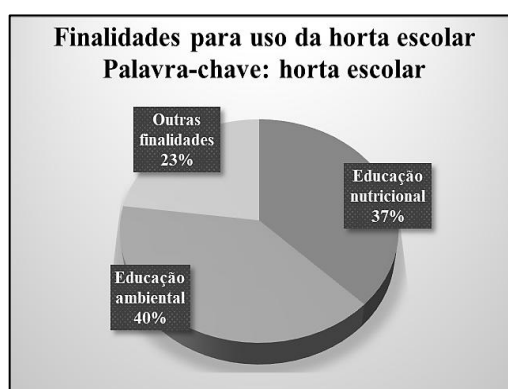
Figura 1 – Gráfico de porcentagem em relação à distribuição de artigos, segundo a busca pelas palavras-chave: “horta escolar” e “school garden”.



Fonte: SANTOS (2022)

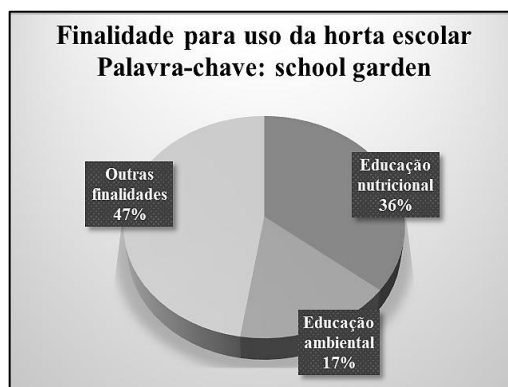


Figura 2 – Gráfico de finalidade para o uso da horta escolar com a palavra-chave: “horta escolar”.



Fonte: SANTOS (2022)

Figura 3 – Gráfico de finalidade para o uso da horta escolar com a palavra-chave: “school garden”.



Fonte: SANTOS (2022)

Através da busca pela palavra-chave “horta escolar” e trabalhos no Brasil, a educação ambiental e agroecologia foi a finalidade pedagógica mais utilizada. Alguns princípios em comum da agroecologia são a promoção da diversidade de plantas e culturas; criação de animais; diversificação de sistemas e culturas; ciclagem de nutrientes que envolvem práticas como a compostagem; uso de adubos orgânicos; incorporação de resíduos vegetais; o uso de



recursos locais; a integração de conhecimentos tradicionais e científicos; a participação e o empoderamento das comunidades (AQUINO; ASSIS, 2007); e por fim, a promoção de interações benéficas criando sistemas agrícolas mais equilibrados e resilientes, promovendo o desenvolvimento sustentável (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2007). Então, o uso de hortas escolares podem criar espaços de convivência e aprendizado, incentivando a participação ativa da comunidade local. Ao envolver os moradores, especialmente crianças e jovens, as hortas escolares podem fomentar o senso de responsabilidade ambiental, a cooperação, a autonomia e a valorização dos recursos naturais como maneiras de promover a formação de projetos que valorizem a necessidade do desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis (SILVA *et al.*, 2017).

CONCLUSÕES

A integração de hortas escolares em projetos de cidades inteligentes representa uma abordagem oportuna para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Ao longo dos anos, esses espaços têm ganhado destaque, especialmente na educação básica, por meio do incentivo às aulas ao ar livre. Elas têm se mostrado valiosas não apenas como áreas onde as crianças plantam e cultivam vegetais frescos, mas também como fonte de conhecimento sobre ecologia, cultivo vegetal e sustentabilidade. Ao integrá-las em projetos de cidades inteligentes, é possível promover uma educação ambiental integrada e contínua no currículo escolar, permitindo que os estudantes e a comunidade compreendam a realidade em que estão inseridos.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. Agroecologia a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004.



AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 137-150, 2007.

BARBOSA, N. V. S. **Projeto Educando com a Horta Escolar Caderno 1. A horta escolar dinamizando currículo da escola**. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, 2007.

BARBOSA, N. V. S. **Projeto Educando com a Horta Escolar Caderno 3. Alimentação e nutrição: caminhos para uma vida saudável**. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde; Ministério da Educação. **Portaria interministerial 1.010, de 8 de maio de 2006. Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes públicas e privadas, em âmbito nacional**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde; Ministério da Educação. **Lei 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências**. Brasília: Presidência da República, 2006b.

DESMOND, D.; GRIESHOP, J.; SUBRAMANIAM, A. **Revisiting garden-based learning in basic education**. Roma: Food and Agriculture Organization International Institute of the United Nations for Educational Planning, 2002.

FISHER-MALTESE, C. “We won’t hurt you butterfly!” second-graders become environmental stewards from experiences in a school garden. **International Journal of Early Childhood Environmental Education**. v. 4, n. 1, p. 54-69, 2016.

FONSECA, G. Percepções de estudantes do curso técnico em administração integrado ao ensino médio sobre o uso de práticas em agroecologia urbana no ensino de biologia e gestão ambiental. **Gondola: Ensenanza Aprendizaje de las Ciencias**. v. 9, n. 2, p. 79-96, 2014.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2007.



ROCCA, L.; DONADELLI, G.; ZILLOTTO, S. Let's Plan the School Garden: A Participatory Project on Sustainability in a Nurse School in Padua. **Review of International Geographical Education**. v. 2, n. 2, p. 219-243, 2012.

SANTOS, V. G.; ABDOUNUR, O. J. **O uso da horta escolar no ensino fundamental I: um estudo bibliométrico**. Dissertação de mestrado. Programa de Educação Científica, Matemática e Tecnológica. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

SILVA, C. S.; ARAÚJO, R. G. V.; SILVA, A. B.; SILVA, G. T. S.; REGO, E. J. R.; CARDOSO, F. A.; ALBUQUERQUE, A. W.; LIMA, J. R. B. Horta escolar: a extensão dialogando com a universidade, valorizando a escola e desenvolvendo a comunidade. **Ciência Agrícola**. V. 15, suppl 1, p. 23-26, 2017.

SMITH, N. Food for thought: through a school garden project, New Orleans students turn seeds into tasty treats. **Super Science**. v. 20, n. 7, p. 6-11, 2009.



PROJETOS COM HORTAS AGROECOLÓGICAS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA A CONSCIENTIZAÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E SUSTENTABILIDADE

Vanessa Gomes Santos¹, Herivelton Carlos Caldas Moreira², Camila Oliveira³, Amilton Cesar dos Santos⁴, Oscar João Abdounur⁵

¹Doutoranda - PPGFE/USP

²Coordenador do projeto – Trilha Educar

³Coordenadora do projeto Trilha Educar

⁴Docente titular - UNIFEOP

⁵Docente orientador - IME/USP

E-mail de contato: vanessagomes@usp.br

Resumo: Este relato de experiência descreve o Projeto Trilha Educar, uma iniciativa que utiliza hortas agroecológicas como laboratório didático para abordar temas relacionados à produção de alimentos, educação ambiental e segurança alimentar na sociedade. O projeto, localizado em São João da Boa Vista, SP, Brasil, busca engajar diferentes públicos, incluindo crianças, adultos, idosos, professores, empresas e a comunidade em geral. As atividades incluem o cultivo, colheita e preparo de alimentos orgânicos, promovendo a conscientização sobre a importância da alimentação saudável e o uso consciente dos recursos naturais. Durante a pandemia da Covid-19, foram necessárias adaptações para manter o distanciamento social. O relato enfatiza a relevância dos projetos ambientais voluntários na construção de cidades inteligentes, conectadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Através de parcerias e engajamento da comunidade, esses projetos podem impulsionar mudanças positivas, tornando as cidades mais resilientes e ambientalmente conscientes.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em horta escolar, insegurança alimentar, trilha agroecológica.

INTRODUÇÃO

Aprendizagem Baseada em Horta Escolar (GBL ou Garden Based-Learning) permite abordar a ciência de maneira multidisciplinar, incorporando aulas ao ar livre com recursos que não são possíveis em aulas tradicionais dentro da sala. A metodologia foi amplamente defendida no documento do Institute for Educational Planning da UNESCO em parceria com a Food and Agricultural Organization da Organização das Nações Unidas (DESMOND et al.,



2002). No documento os autores relatam o forte apelo dos GBLs em países subdesenvolvidos, voltados ao desenvolvimento pessoal, moral, social, ferramentas vocacionais e de subsistência, oferecendo habilidades e competências para a vida, aplicado para desenvolvimento de comunidades, segurança alimentar, estímulo à agricultura, uso sustentável de recursos naturais e criação de espaços verdes em escolas.

No Brasil, o texto da Portaria Interministerial 1010, de 8 de maio de 2006 (BRASIL, 2006) instituiu as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas escolas públicas e privadas em âmbito nacional, como estratégia para estimular a atenção, promoção, proteção e recuperação da saúde, por meio da implantação de hortas escolares. Esta portaria foi posteriormente incluída na Política Nacional de Promoção da Saúde (BRASIL, 2010). O documento considera em seu texto, a desigualdade social como agente gerador da desnutrição e aumento de doenças infecciosas entre crianças e adultos. Além disso, considera o aumento das doenças crônicas não transmissíveis com o excesso de peso e obesidade da população. O documento (BRASIL, 2006) defende o fomento, através do Ministério da Saúde brasileiro, à implantação de hortas escolares, visando às mudanças socioambientais por meio da conscientização de escolhas individuais favorecendo o ambiente coletivo. Esta política também prioriza o respeito aos hábitos alimentares e vocação agrícola regional, por meio do fomento ao desenvolvimento da economia local.

No contexto do VI Simpósio da Engenharia Ambiental e Sanitária e V Simpósio da Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, o tema "Cidades Inteligentes: Uma Abordagem dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" assume uma relevância ímpar ao focar a busca por soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios enfrentados em áreas urbanas. Assim, os projetos ambientais voluntários emergem como uma poderosa ferramenta para engajar a sociedade na construção de cidades mais inteligentes, resilientes e comprometidas com a promoção do desenvolvimento sustentável. Esses projetos são iniciativas mobilizadoras, lideradas por cidadãos engajados e preocupados com a conservação do meio ambiente e o bem-estar coletivo. Essas ações, muitas vezes de caráter local, têm o potencial de impactar



positivamente comunidades e, conseqüentemente, contribuir para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas. A temática das cidades inteligentes vai além do simples uso de tecnologias avançadas. Ela busca a convergência entre o desenvolvimento urbano e a sustentabilidade ambiental, enfatizando a eficiência na gestão dos recursos naturais, a redução de impactos ambientais e a promoção da qualidade de vida para todos os cidadãos. Nesse contexto, os projetos ambientais voluntários se destacam como instrumentos capazes de fomentar a participação ativa da sociedade, ao abordar questões fundamentais relacionadas ao uso consciente dos recursos naturais, por meio da educação ambiental. Nessa perspectiva, este trabalho explora a relevância desses projetos, demonstrando como essas iniciativas podem contribuir significativamente para a construção de um futuro mais sustentável e alinhado com os ODS. Além disso, este relato de experiência tem o objetivo de narrar o contexto envolvido no projeto, como incentivo a criação de hortas escolares agroecológicas, voltadas ao ensino de ciências, educação ambiental e nutricional (SANTOS; ABDOUNUR, 2022).

MATERIAL E MÉTODOS

O relato de experiência foi realizado no Projeto Trilha Educar, no município de São João da Boa Vista, São Paulo, o qual possui uma população de aproximadamente 100.000 habitantes. O questionário aborda questões abertas dissertativas divididas em sessões. O projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil para autorização de sua realização (Protocolo de autorização 2.435.122). Abaixo, seguem as perguntas e respostas, na íntegra, com os profissionais responsáveis pelo Projeto Trilha Educar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SEÇÃO A: Horta, por quê?



1- Quando o projeto foi idealizado, iniciado e qual a motivação e apoio financeiro?

O projeto foi idealizado no ano de 2009 e iniciado em 2011. Para captação de recursos, os proprietários de uma fazenda oferecem sua propriedade, além de aporte financeiro e estrutural. Recebemos anualmente 2.500 crianças de escolas públicas e entre 300 e 500 alunos de escolas particulares. As atividades da “Trilha Educar” foram incorporadas à grade curricular da rede pública como sendo parte do projeto meio ambiente.

2- Descreva os fundamentos e atividades realizadas no projeto.

O projeto “Trilha Educar” é um laboratório didático para o desenvolvimento de atividades teóricas e práticas de caráter coletivo e colaborativo relacionados com as temáticas de sistemas alimentares e sustentabilidade ambiental. Através da Educação Ambiental podem-se desenvolver conteúdos multidisciplinares e vivências que permitem desenvolver habilidades acadêmicas e mudança de hábitos. O projeto é definido primeiramente com o público-alvo a ser atingido e a partir destes são traçadas estratégias de metodologia didática, materiais necessários, local de realização, parcerias e quais serão os meios de comunicação para atingir o público desejado e divulgação dos resultados alcançados. Utilizamos diversos instrumentos, como: maquetes, hortas móveis, placas interpretativas, materiais recicláveis, espaços abertos para diversos tipos de dinâmicas possíveis nos locais. As hortas devem ter um acompanhamento semanal com o educador em conjunto com os alunos, podendo ser realizado no mínimo duas vezes na semana e readequação mensal para melhorias. Para a manutenção dos canteiros, do minhocário, da composteira e o plantio de novas mudas, existe análise de readequação mensal. Os participantes levam para casa, mudas, húmus, biofertilizante líquido extraído dos minhocários, além de hortaliças e frutas, como maneira de multiplicar os conhecimentos e ensinar os visitantes a cultivarem seus próprios alimentos, pois o contato com a terra gera enorme satisfação em se poder contribuir para a construção de um espaço ambientalmente ecológico.



SEÇÃO B: Horta, para quê?

1- Conte a experiência em utilizar a horta como um laboratório didático para abordar temas relacionados à produção de alimentos.

São vários temas distribuídos ao longo do planejamento anual, que inclui os temas voltados à agroecologia e o vínculo social e permacultura. Tratamos da utilização de alimentos orgânicos, preparações alimentícias e preservação ambiental por meio do uso consciente da água, do solo e do ar, com manejo de recursos naturais, criando ambientes humanos, saudáveis e produtivos. Nas atividades de horta buscamos integrar os participantes em todos os processos produtivos de seu próprio alimento, desde o plantio da semente até a colheita e preparo de seu alimento. Dentro deste processo são estimulados a conhecer toda a dinâmica do solo desde micro até macro organismos. Os temas mais abordados são a cadeia alimentar, importância de uma alimentação saudável, interação entre indivíduos e causas e consequências de práticas certas ou erradas, além de estimular o pensamento coletivo.

SEÇÃO C: Horta, para todos?

1- Quem é o público-alvo e qual o intuito coletivo do projeto?

As atividades do projeto são voltadas para crianças, adultos, melhor idade, professores, empresas e comunidade em geral. A participação é aberta, porém, com restrição no número de participantes para um trabalho individual com os participantes. O intuito do projeto é o de ampliar a visão de que coletivamente podemos realizar transformações sociais e ambientais. Existe troca de experiências entre os parceiros, escolas; projetos sociais, departamento de educação e profissionais de outras áreas da cidade e região. As políticas públicas nacionais da área de alimentação e nutrição têm destacado o ato de comer em companhia de outras pessoas como um aspecto importante para a segurança alimentar e nutricional dos indivíduos e das coletividades. Em ambientes como o local de trabalho, escolas, creches e faculdades, a comensalidade estimula a socialização e a troca de experiências entre colegas. A alimentação tem a função social, a segurança alimentar deve ser



assegurada para todos. O ato de plantar e colher um alimento muda a relação com a comida, o meio ambiente, gera maior consciência sobre a produção de resíduos orgânicos e aumenta a utilização eficiente do uso da terra urbana.

2- Durante a Pandemia da Covid-19, houve alterações no funcionamento do Projeto Trilha Educar?

Com o anúncio de pandemia o projeto teve toda sua rotina modificada para se manter o distanciamento social. As atividades de trilhas interpretativas tiveram de ser canceladas, hortas desmontadas e mutirões de limpeza do rio deixados de serem realizados. Mas a pandemia revelou a importância do contato com a natureza, ações coletivas e uma urgência para as mudanças de hábitos sanitários, ambientais e sociais.

O relato de experiência revela uma abordagem imprescindível na educação ambiental e demonstra como a utilização de projetos baseados em hortas como um laboratório vivo podem servir de estratégias eficazes para abordar temas relacionados à produção de alimentos, sustentabilidade ambiental, educação interdisciplinar e os ODS propostos pelas Nações Unidas. Na esfera educacional o projeto demonstra na prática a utilização das hortas para integrar os conteúdos multidisciplinares, tornando o aprendizado significativo com a realidade dos educandos com temas sobre agroecologia, permacultura e preservação ambiental. O projeto se estende a crianças, adultos, idosos, professores, empresas e a comunidade em geral, o que demonstra o compromisso em promover a comensalidade, a socialização, e a criação de comunidades mais fortes e coesas. Esse compromisso foi reafirmado através da resiliência em tempos de crise, como a pandemia da COVID-19 que trouxe desafios significativos, mas também destacou a importância da natureza e das ações coletivas. Por essa razão enfatiza-se a necessidade de parcerias para a implementação de projetos com hortas socioeducativas e a colaboração entre diferentes agentes, como proprietários de fazendas, escolas, projetos sociais, comunidades e esferas públicas e privadas. O voluntariado, nesse cenário, também desempenha um papel vital na promoção da educação ambiental. E, por fim um instrumento a ser alinhado com os ODS, que ressaltará sua relevância em um contexto global, à medida que



as cidades enfrentam desafios complexos relacionados ao crescimento urbano, mudanças climáticas e sustentabilidade.

CONCLUSÕES

O relato de experiência mostra a necessidade de parcerias para implantação de projetos com hortas socioeducativas. Segundo os dados coletados, os resultados das atividades são satisfatórios, pois permitem atender um grande público com demandas variadas. Dentro do projeto, podem-se trabalhar temas problematizadores voltados aos alimentos e educação ambiental. Também é possível tratar de programas voltados para a segurança alimentar sobretudo voltados para a coletividade. Assim, podemos considerar que, na medida em que as cidades enfrentam desafios cada vez mais complexos relacionados ao crescimento populacional, urbanização acelerada e mudanças climáticas, a busca por soluções sustentáveis torna-se essencial para a construção de um futuro resiliente e equitativo. Nesse contexto, os projetos ambientais voluntários emergem como poderosas ferramentas para promover a conscientização, engajamento e ação da sociedade em prol do desenvolvimento sustentável promovendo a construção de cidades inteligentes. A participação voluntária dos cidadãos e das organizações impulsiona o engajamento da comunidade com os ODS propostos pelas Nações Unidas.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e aos coordenadores do projeto Trilha Educar de São João da Boa Vista.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde; Ministério da Educação. **Portaria interministerial 1.010, de 8 de maio de 2006. Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes públicas e privadas, em âmbito nacional.** Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2006.



BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. **Mapeamento do processo: implantação e implementação do Projeto Educando com a Horta Escolar.** Brasília: PNAE, FAO, 2010b.

DESMOND, D.; GRIESHOP, J.; SUBRAMANIAM, A. **Revisiting Garden Based Learning in Basic Education: Philosophical Roots, Historical Foundations, Best Practices and Products, Impacts, Outcomes, and Future Directions.** Institute for Educational Planning/Food and Agricultural Organization. Organização das Nações Unidas: Roma, Paris, 2002.

SANTOS, V. G.; ABDOUNUR, O. J. **O uso da horta escolar no ensino fundamental I: um estudo bibliométrico.** Dissertação de mestrado. Programa de Educação Científica, Matemática e Tecnológica. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.



**GESTÃO AMBIENTAL, PLANEJAMENTO E POLÍTICAS
PÚBLICAS**



ANÁLISE DO DESMATAMENTO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIBEIRÃO BOM JARDIM

Maria Eduarda dos Santos Pedroso¹, Raquel Naiara Fernandes Silva², Lauren Karoline de Sousa Gonçalves³

¹Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária - ICIAG/UFU

^{2 e 3} Docentes – FECIV/UFU

E-mail de contato: mara.pedroso22@gmail.com

Resumo: A bacia do Ribeirão Bom Jardim apresenta um padrão complexo de uso e ocupação do solo, resultado da interação entre fatores naturais e atividades humanas. O estudo revelou uma diversidade de classes de uso do solo, incluindo áreas urbanas, agricultura, pastagens, áreas florestais e corpos d'água. Com a presença de áreas de pastagem, é indicada a existência de atividades pecuárias, desempenhando um papel importante na economia local. No entanto, a falta de práticas adequadas de manejo pode levar a problemas ambientais, como a degradação do solo e a contaminação dos corpos hídricos. Além disso, a expansão das atividades agrícolas também é notável, com áreas destinadas à agricultura intensiva e pastagem. Portanto, é essencial preservar os remanescentes de vegetação nativa do cerrado para manter a qualidade ambiental e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas, promovendo o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Ribeirão Bom Jardim; Desmatamento; Uso e Ocupação do Solo.

INTRODUÇÃO

O monitoramento de terreno e de vias d'água é indispensável para o planejamento do uso de terra, e o emprego de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é um importante aliado na conservação de recursos naturais e preservação ambiental. No contexto brasileiro, onde o uso da terra para atividades agrícolas e afins exerce uma influência significativa sobre o meio ambiente, o monitoramento torna-se ainda mais relevante, pois a exploração inadequada de determinadas áreas pode afetar diretamente as bacias hidrográficas e a biodiversidade local.

A diminuição da eficiência na produção agrícola, combinada com uma percepção limitada da abundância dos recursos naturais, constantemente impulsiona a necessidade de



converter cada vez mais terras para a agricultura, resultando em um aumento das áreas degradadas (RIBEIRO et al., 2005).

Para atender a essa complexidade, a integração das políticas públicas, incluindo as ambientais, é apontada por Honda *et al.* (2015) como essencial, a fim de estabelecer um conjunto de ações e diretrizes que promovam o uso adequado do solo e dos recursos naturais, contribuindo para a qualidade de vida urbana. Uma abordagem integrada para compreender a dinâmica dos componentes é oferecida pela teoria da ecodinâmica, desenvolvida por Tricart (1977), que considera os ecótopos ao avaliar a dinâmica dos ecossistemas, contemplando tanto as alterações na topografia (morfogênese) quanto a formação do solo (pedogênese).

Com o monitoramento de bacias hidrográficas, ao fornecer informações detalhadas sobre o terreno e as vias d'água, é possível adotar medidas sustentáveis e embasar a criação de políticas públicas para promover a proteção do meio ambiente, qualidade de vida das comunidades locais e outras ideias que torne possível um desenvolvimento sustentável (IBAMA, 2003).

A bacia do ribeirão Bom Jardim é uma das principais fontes de abastecimento da região sul da cidade de Uberlândia. Além de ser um local que abriga uma grande variedade de espécies de água doce, também é muito importante para o ecossistema local. Considerando sua importância, neste trabalho, o principal objetivo é analisar o impacto do desmatamento na bacia do ribeirão Bom Jardim, a fim de se compreender o padrão de uso e ocupação do solo na região, identificando as principais atividades humanas que contribuem para o desmatamento e propondo medidas de conservação e manejo sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento da área de estudo é feito a partir da confecção dos mapas, para isto será utilizado as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dos municípios de Uberlândia. Também foram usadas imagens do satélite LANDSAT 7 para a classificação das classes de uso do solo com a função cluster do QGIS. Após a classificação,



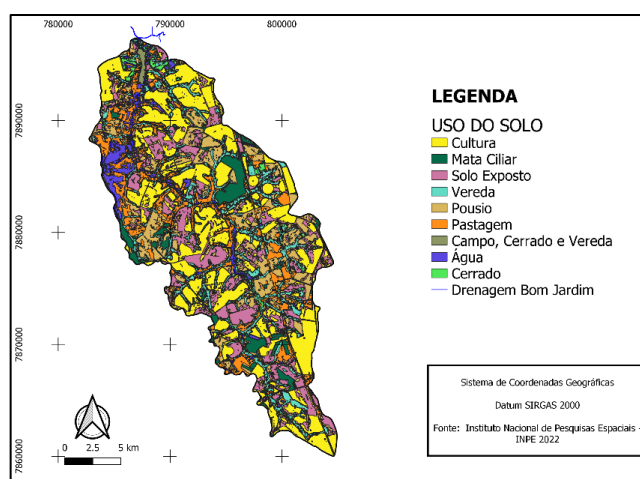
realizou-se um pós-processamento para refinar o mapa de uso e ocupação do solo. Este, envolveu a remoção de ruídos, a fusão de classes semelhantes e a suavização das bordas das classes. Além disso, foi feita uma validação do mapa gerado, comparando-o com dados de campo ou mapas disponíveis na literatura, como Britto (2001).

Para o processamento de dados após o delineamento da área de estudo feita anteriormente, será usado o banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA, 2022) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) à fim de se analisar o desmatamento, mata ciliar e uso do solo. A área desmatada foi obtida pelos dados do IBGE (2022), em formato *shapefile*. Para a confecção do gráfico, o arquivo foi convertido em formato *csv* e este foi confeccionado em Excel selecionando os anos de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização de pesquisa por imagens de satélite, foi possível a partir de uma vetorização, definir quais são os usos do solo na região da bacia do Ribeirão Bom Jardim (Figura 1), percebe-se que as ações antrópicas são as predominantes na região.

Figura 1: Carta de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Ribeirão Bom Jardim.



Fonte: Autor (2022)

A partir da carta de uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Bom Jardim, foi possível levantar a área ocupada considerando o tipo de uso no ano de 2022, conforme Tabela 1. De acordo com a tabela, pode-se observar que as ações antrópicas ocupam um território maior que a vegetação nativa do cerrado, correspondendo a cerca de 70,88% enquanto a vegetação nativa local e corpos d'água correspondem a 29,11% do território analisado.

Tabela 1: Área ocupada em função do tipo de uso da Bacia do Ribeirão Bom Jardim.

Tipo de uso	Área ocupada (há)	Percentual da Área (%)
Cultura	15153,2026	35,31
Mata Ciliar	3474,4433	8,10
Solo Exposto	1340,6941	3,12
Vereda	4474,5102	10,42
Pousio	7906,9691	18,42
Pastagem	6023,5494	14,03
Campo Cerrado	3058,3994	7,13
Água	174,8748	0,41
Cerrado	1312,5605	3,06
Somatória	42919,2034	100

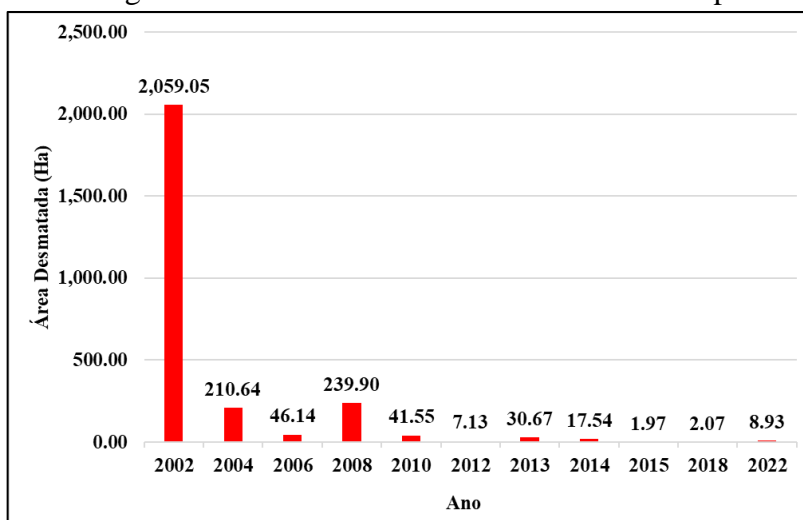
Fonte: Autor (2022)



De acordo com Britto (2001), no ano de 1999 a região da bacia do Ribeirão Bom Jardim possuía 13,8% de sua área ocupada por cerrado nativo, esse valor atualmente corresponde somente a 10,17%, sendo 7,13% correspondente ao Campo Cerrado e 3,06% correspondente a vegetação nativa do Cerrado. Segundo os dados do INPE (2022), obtidos através do satélite Landsat 8, houve no ano de 2002 uma supressão considerável na região da bacia, a maior supressão de vegetação nativa em 20 anos.

De acordo com a Figura 2, nota-se que a maior parte do desmatamento ocorreu antes de 2008. Dessa forma, de acordo com o Novo Código Florestal instaurado em 2012 (Lei 12.651, 2012) essas áreas se enquadram como áreas rurais consolidadas, ou seja, área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008. Assim, indivíduos que cometeram crimes ambientais referentes a supressão ilegal de vegetação nativa, desde que integrem o Programa de Regularização Ambiental (PRA), um programa que regulariza o imóvel ou posse rural, suspende as punições dos autores dos atos, interrompendo a prescrição penal.

Figura 2: Gráfico referente as áreas desmatadas por ano.



Fonte: INPE (2022)



Segundo dados fornecidos pelo INPE (2022), em 2002 a área desmatada na bacia do Ribeirão Bom Jardim ultrapassou os dois mil hectares, devido à exploração da região visando áreas propícias para a expansão de atividades agrícolas. A perda de biodiversidade é uma ameaça à qualidade de vida e ao bem-estar humano, além de ter um impacto negativo na economia e no desenvolvimento sustentável.

Salienta-se que o desmatamento de veredas tem impactos negativos tanto na biodiversidade como no abastecimento de água. As veredas são importantes para a manutenção da qualidade e quantidade de água nos rios e nascentes, pois atuam como filtros naturais, além de regular o fluxo hídrico na região. A supressão vegetal das veredas acarreta na perda de sua capacidade de retenção de água, o que pode resultar em processos erosivos e assoreamento. No contexto deste estudo, constatou-se que 10,42% do território analisado é composto por veredas. Portanto, torna-se imprescindível a implementação de um sistema de monitoramento da integridade florestal das Áreas de Preservação Permanente (APPs) presentes na bacia, a fim de evitar com que estas sofram impactos provenientes das atividades agrícolas nas proximidades.

A degradação das veredas também afeta a biodiversidade da região. Essas áreas abrigam uma grande diversidade de espécies animais e vegetais, muitas delas endêmicas do Cerrado. A remoção da vegetação destrói o habitat dessas espécies, levando à perda de biodiversidade e ao desequilíbrio ecológico na região.

A expansão da agropecuária e o avanço da fronteira agrícola são os principais fatores que contribuem para o desmatamento na Bacia do Ribeirão Bom Jardim. De acordo com este estudo, verifica-se que as áreas destinadas a cultura e pastagem corresponde a 49,34% do total. As áreas que foram desmatadas ou submetidas a terraplenagem ou removida para a agropecuária, de acordo com Santana (2003), estão sujeitas a um processo devastador conhecido como enxurrada-erosão, no qual a enxurrada é a causa e a erosão o efeito.

Assim, além das perdas ocasionadas pela erosão e pelas inundações, o volume de água escoado não contribui para a recarga do solo, resultando em um impacto negativo nas fontes



de água, afetando diretamente o fluxo dos cursos d'água por eles formados. Diante desses resultados, medidas para conter o desmatamento e promover a restauração de áreas degradadas são necessárias para garantir a conservação dos recursos naturais da bacia e a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pela região.

CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado sobre o uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Bom Jardim, pode-se concluir que a região apresenta diversos desafios relacionados à gestão e preservação ambiental. Constatou-se que quase 50% da área é destinada à cultura e pastagem, e 10,42% à veredas. Diante desse cenário, torna-se essencial a implementação de medidas de gestão ambiental efetivas, que promovam o desenvolvimento sustentável da região, aliando o uso racional dos recursos naturais à preservação ambiental.

Vale destacar que está sendo implementado na região o Programa Buriti, uma iniciativa do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) que visa recuperar as áreas de preservação permanentes da cidade de Uberlândia, destinando 0,5% de sua receita anual para a recuperação de mata ciliares. No programa o produtor rural assina um termo de cooperação mútua e o DMAE recupera dentro de sua propriedade a área degradada.

Dessa forma, é possível promover o desenvolvimento econômico e social da região, ao mesmo tempo em que se assegura a proteção dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população local. O estudo realizado sobre o uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Bom Jardim, portanto, traz reflexões e orientações importantes para a gestão ambiental da região, confiante para a construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

Brasil. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de



14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRITTO, J. L. S. **Adequação das potencialidades do uso da terra na bacia do Ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG):** ensaio de geoprocessamento. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Acesso em: 01 dez. 2022.

HONDA, C. A. L. S. *et al.* **Environmental planning and occupation of urban land in Presidente Prudente, Sao Paulo, Brazil.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, p. 2–2, abr. 2015.

IBAMA. **Ecosistemas Brasileiros: Projetos de Conservação e Manejo de Ecosistemas.** 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica.** 2022.

IDE-SISEMA - SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **WebGis.** 2022. Disponível em: <[IDE Sisema \(meioambiente.mg.gov.br\)](http://ide.sisema.meioambiente.mg.gov.br)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens Landsat 5.** 2022.

SANTANA, P. D. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Sete Lagoas: Embrapa, 2003. 14 p. Embrapa. Documentos 30, ISSN 1518-4277, 62 p.

RIBEIRO, C. A. A. S. *et al.* **O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.** Revista Árvore, v.29, n.2, p.203-212, 2005.

TRICART, J. (1977). **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN.



CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS MADEIREIROS PROVENIENTES DE SERRARIA

Anna Caroline Costa Fanalli¹, Bianca Freire², Olívia Pereira Lopes³, Regina Maria Gomes⁴

¹Graduada Eng. Florestal – ICIAG/UFU

¹Graduada Eng. Florestal – ICIAG/UFU

³Técnica de Laboratório – Engenharia Florestal - ICIAG/UFU

⁴Professora – Engenharia Florestal - ICIAG/UFU

E-mail de contato annafanalli@hotmail.com

Resumo: O estudo aborda a avaliação da densidade e composição de produtos químicos de serraria coletados em Monte Carmelo/MG. Os resultados são analisados quanto à transformação desses resíduos em energia, visando o uso sustentável dos recursos florestais e a redução do impacto ambiental. Foram coletadas amostras de Garapa (*Apuleia leiocarpa*), Roxinho (*Peltogyne* spp.) e Pinus (*Pinus* spp.), de serrarias locais (Monte Carmelo – MG). Notáveis diferenças foram observadas em todas as características experimentadas, destacando-se as propriedades satisfatórias à conversão em energia nos resíduos de Roxinho.

Palavras-chave: Madeira, biomassa, geração de energia.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos na indústria da madeira é um desafio devido aos custos associados à sua disposição e uso adequado. O conhecimento sobre quantidade, qualidade e alternativas de aproveitamento pode viabilizar destinos úteis para esses resíduos (Cabreira, 2011). A utilização desses subprodutos pode criar oportunidades de receita e empregos, ao mesmo tempo em que promove a sustentabilidade dos recursos florestais (Barbosa *et al.*, 2014).

No setor madeireiro, a proteção desses resíduos beneficia tanto o processamento primário quanto a fabricação de produtos, impulsionando setores diversos. No Brasil, a



abordagem convencional de usar subprodutos para energia via combustão pode ser ineficiente e prejudicial ao meio ambiente (Cabreira, 2011).

Nas serrarias da cidade de Monte Carmelo - MG, algumas espécies são bastante processadas, dentre elas tem-se espécies nativas, como a Garapa e o Roxinho, e espécies exóticas, como o Pinus. Analisar esses resíduos é crucial para avaliar a viabilidade e o rendimento da conversão desses materiais, permitindo identificar se estes podem ser eficazmente aproveitados como fonte energética, de modo que possam trazer benefícios ambientais e econômicos.

O presente trabalho objetiva realizar a caracterização dos resíduos provenientes de serrarias da cidade de Monte Carmelo/MG, tendo em vista o seu potencial para a geração de energia com base nas suas propriedades físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do presente trabalho foram utilizados resíduos de madeira provenientes de serrarias da cidade de Monte Carmelo/MG. Coletou-se amostras de Garapa (*Apuleia leiocarpa*), Roxinho (*Peltogyne* spp.) e Pinus (*Pinus* spp.), conforme estavam disponíveis.

Selecionou-se cinco amostras de cada material para a determinação da densidade básica, a qual seguiu a ABNT NBR 11941 (2003).

Para a caracterização química, os resíduos madeireiros foram processados conforme norma TAPPI T257-cm (1985). Em seguida, procedeu-se a determinação do teor absolutamente seco, de acordo com a norma ABNT NBR 14660 (2004). Após a preparação das amostras, determinou-se os teores de cinza (TAPPI T211-om, 1993) e teores de extrativos (ABNT NBR 14853, 2004), utilizando-se como solvente a acetona P.A., por seis horas. As amostras livres de extrativo, foram usadas para a determinação dos teores de lignina insolúvel (Gomide; Demuner, 1986) e solúvel (Goldschimid, 1971), as quais juntas representam o teor



de lignina total. Todos os ensaios relacionados à composição química foram realizados em triplicata.

O teor de holocelulose de cada amostra foi calculado de acordo com as Equação: Holocelulose = 100 – (%Extrativos +%Lignina), obtendo-se assim um valor único para cada amostra.

Para a análise de dado, foi realizado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), do tipo 3xn, onde foram utilizadas três espécies de madeira, com n repetições em cada ensaio, e foram consideradas como fonte de variação o material genético em análise. Com os dados obtidos realizou-se análise de variância (ANOVA) ao nível de 95% de confiança, utilizando-se o programa “STATGRAPHICS 18”, caso necessário foi realizado o desdobramento da interação empregando-se o teste de Fisher.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se realizar a análise de variância das características físico-químicas das madeiras em estudo, observou-se que entre espécies existe interação significativa no nível de probabilidade ($p < 0,05$), para todas as propriedades estudadas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância para as características físico-químicas estudadas.

Análise	FV	GL	SQ	QM	F	P
Densidade Básica (g.cm ⁻³)	Tratamento	2	0,52715	0,26358	150,99	0,0000*
	Resíduo	12	0,02095	0,00175		
	Total	14	0,54810			
Teor de Cinzas (%)	Tratamento	2	4,58096	2,2905	114,40	0,0000*
	Resíduo	6	0,120133	0,0200		
	Total	8	4,70109			



Teor de extrativos (%)	Tratamento	2	142,092	71,0459	50,99	0,0002*
	Resíduo	6	83601	1,3934		
	Total	8	150,452			
Teor de Lignina insolúvel(%)	Tratamento	2	25,2771	12,6385	6,80	0,0287*
	Resíduo	6	11,1571	1,85952		
	Total	8	36,4342			
Teor de Lignina solúvel (%)	Tratamento	2	91,4118	45,7059	340,10	0,0000*
	Resíduo	6	0,8063	0,134389		
	Total	8	92,2182			
Teor de Lignina total (%)	Tratamento	2	28,225	14,1112	6,25	0,0341*
	Resíduo	6	13,5471	2,25786		
	Total	8	41,7696			

Em que: * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Mediante os resultados apresentados na Tabela 1, tornou-se necessário a investigação do desdobramento da interação significativa e, portanto, realizou-se o teste de médias para todas as características físico-químicas estudadas.

A Tabela 2 apresenta-se o resultado do teste de médias para a variável densidade básica, teor seco e de cinzas.

Tabela 2- Resultado do teste de médias para densidade básica e teor de cinzas.

Amostra	Densidade básica (g.cm ⁻³)	Teor de Cinzas (%)
Garapa	0,7174 b	1,98 b
Roxinho	0,8609 a	0,46 a
Pinus	0,4114 c	0,48 a



Onde: Valores na mesma coluna seguidos da mesma letra em maiúsculo não diferem estatisticamente, pelo teste de Fisher ao nível de 5% de significância.

Segundo Vivian *et al.* (2022), a densidade básica é um indicador para uso da madeira pois revela seu comportamento durante seus usos. Pela Tabela 2 é possível notar que todas as espécies analisadas possuem valores de densidade estatisticamente diferente. Dentre as espécies, destaca-se que o roxinho apresentou o maior valor de densidade básica ($0,8609 \text{ g.cm}^{-3}$), resultado que corrobora com os resultados obtidos por Ribeiro *et al.* (2019), que obteve densidade de $0,83 \text{ g.cm}^{-3}$ e a clássica como madeira de densidade alta. A densidade básica da garapa ($0,7174 \text{ g.cm}^{-3}$), sendo esta espécie é comumente visada na construção civil devido sua durabilidade e elevada densidade (Maia, 2023). O pinus, que por sua vez apresentou o menor valor de densidade básica das espécies estudadas ($0,4114 \text{ g.cm}^{-3}$).

Em relação ao teor de cinzas, Frederico (2009) afirma que quanto maior o teor de cinzas, menor será o poder calorífico da madeira e maior será a geração de resíduos ao final do processo de queima da madeira. Fengel; Wegener (1989), afirmam que o teor de cinzas da madeira gira em torno de 0,5% na madeira, portanto, das espécies estudadas somente a amostra de Garapa que apresentou valor superior ao relatado, sendo 1,98% considerado elevado.

O desdobramento da interação significativa para os teores de extrativos e ligninas foi realizado e o resultado do teste de médias é apresentado na Tabela 3.



Tabela 3- Resultado do teste de médias para teores de extrativos e ligninas.

Amostra	Teor de Extrativos (%)	Lignina Insolúvel (%)	Lignina Solúvel (%)	Lignina Total (%)
Garapa	11,70 b	25,21 b	0,28 a	25,50 a
Roxinho	3,22 a	25,70 b	2,46 b	28,16 ab
Pinus	3,33 a	21,93 a	7,87 c	29,79 b

Onde: Valores na mesma coluna seguidos da mesma letra em maiúsculo não diferem estatisticamente, pelo teste de Fisher ao nível de 5% de significância.

Pela interpretação da Tabela 3 é possível notar que o teor de extrativos da garapa, que apresentou 11,70%, é muito superior ao dos demais materiais. Quanto maior o teor de extrativos da madeira, maior seu potencial energético da madeira (Santana; Okino, 2007).

Ao se falar em potencial energético, a lignina desponta como o composto de maior força. Isso ocorre porque o rendimento gravimétrico do processo de carbonização e a qualidade do carvão gerado estão intrinsecamente ligados aos teores de lignina presentes na madeira (Silva, 2019). Segundo Gomide, Colodette (2007), o teor de lignina na madeira varia entre 20 a 30%, sendo todas espécies contidas neste estudo estão dentro desta faixa. O teor de lignina total é bastante utilizado como parâmetro para determinar o uso industrial da madeira. Segundo Santos *et al.* (2016), madeiras com maiores percentuais de lignina proporcionam melhores condições de serem utilizadas para a carbonização. Neste parâmetro, vale destacar a madeira de roxinho, apresentou o segundo maior teor de lignina total (28,16%), sendo que 25,70% correspondente à lignina insolúvel, que é a fração que mais contribui para o poder calorífico. Assim sendo, esta madeira se torna mais atrativa que a madeira de pinus, que embora tenha apresentado 29,79% de lignina total, apresentou elevado percentual de lignina solúvel (7,87%).



Em relação à holocelulose, como este expressa conjuntamente os teores de celulose e hemiceluloses presentes na madeira. O teor de carboidratos interfere negativamente no processo de carbonização do material, visto que, diante da degradação térmica esses componentes resultam em maiores porcentagens de gases não condensáveis e gases condensáveis (Santos *et al.*, 2016). Como, no presente trabalho este foi obtido pela Equação 1, tem-se somente um valor da característica em questão, assim sendo, não é possível realizar análise estatística. Mas essa variável é muito importante ao se caracterizar uma madeira, pois representa a quantidade de carboidratos presente no material. Os valores obtidos de holocelulose para as amostras foram bem próximos aos observados por Frederico (2009), que verificou em média teores de holocelulose em torno de 68%, ao analisar cinco clones de eucalipto aos três anos de idade.

CONCLUSÕES

Apesar das características químicas e da densidade básica não serem os únicos parâmetros empregados para a utilização tecnológica de uma espécie arbórea, eles servem como indicativos de possíveis usos para estas. Assim sendo, pode-se concluir com a realização deste trabalho que apesar das madeiras analisadas serem quimicamente diferentes entre si, todos os resíduos madeireiros estudados apresentam potencial para a geração de energia, apesar do elevado teor de cinzas observado na amostra de garapa e da baixa densidade básica do pinus. A madeira de roxinho apresentou certo destaque frente às demais devido sua maior densidade básica ($0,8609 \text{ g.cm}^{-3}$), e pelos teores de lignina total (28,16%) e insolúvel (25,70%), fatores estes que podem contribuir para o poder calorífico do material. Sugere-se a continuidade do trabalho, visando a determinação do poder calorífico do material, bem como a quantificação do volume de resíduos gerados para cada tipo de espécie, bem como a destinação que atualmente é dada a estes no município.



REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941: Madeira - Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro. 2003.6p

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14660: Madeira – Amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro. 2004.13p

BARBOSA, L. C., PEDRAZZI, C., FERREIRA, É. D. S., SCHNEID, G. N., & WILLE, V. K. D. (2014). Avaliação dos resíduos de uma serraria para a produção de celulose kraft. *Ciência Florestal*, n.24, p.491-500, 2014.

CABREIRA M. P. **Classificação de resíduos de serraria e seu potencial de utilização**. 2011. 47p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2011.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1989. 613 p.

FREDERICO, P.G.U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal**. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra, In: **Lignins: occurrence, formation, structure and reactions**. SARKANEN, K. V; LUDWING, C. H. New York, John Wiley & Sons. 1971. p.241-266.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. Qualidade da madeira. In: BORÉM, A. (Ed.). **Biotecnologia florestal**. Viçosa-MG:2007. p.25-54.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, ago. 1986.

MAIA, N.D.DA. **Descrição macroscópica das madeiras de três espécies florestais**: Grápia – Cerejeira-do-norte – Itaúba-verdadeira. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2023.



RIBEIRO, E. S. et al. Propriedades tecnológicas da espécie *Peltogyne confertiflora* (Mart. ex Hayne) Benth. **Biodiversidade**, v.18, n.1, 28 p. ,2019.

SANTANA, M. A. E.; OKINO, E. Y. A. Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species. **Holzforschung**, 2007.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; CASTRO, R.V.C.O.; VIDAURRE, G.B.; TRUGILHO, P.F.; CASTRO, A.F.M. Influência das propriedades químicas e da relação siringil/gaiacil da madeira de eucalipto na produção de carvão vegetal. **Ciência Florestal**, 2016, 26(2): 657-371.

SILVA, F.T.M. VALORIZAÇÃO DA MADEIRA *Eucalyptus* sp. VIA PIRÓLISE: CARACTERIZAÇÃO E RENDIMENTOS DOS PRODUTOS. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Química.) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. T 257cm- 85 Sampling and preparing wood for analysis. Georgia. 1985. 12 p.

TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry. T211-om-93: Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525°C. Georgia. 1993.4p.

VIVIAN, M. A. (Graduação em Engenharia Florestal et al. Ciclos de produção de *Pinus taeda* L. com mais de 30 anos: uma alternativa para obtenção de madeira para usos sólidos e estruturais. **Ciência Florestal**, v. 32, wood species. **Holzforschung**. Berlin, v.61, n.5, p.469-477, 2007.



COLETA SELETIVA E COOPERATIVA DE CATADORES DE RECICLÁVEIS: Um estudo sobre o cenário atual do município de Barreiras-Ba

Cristiane Silva de Magalhães¹, Cássia Souza Primo², Suzy Magaly Alves Cabral de Freitas³

¹Graduanda – Engenharia Sanitária e Ambiental/UFOB

²Graduanda – Engenharia Sanitária e Ambiental/UFOB

³Professora – UFOB

E-mail de contato magalhaescristiane330@gmail.com

Resumo: A coleta seletiva visa separar e recolher materiais recicláveis, promovendo a reciclagem e reduzindo o impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos. Nessa ação os catadores de recicláveis se caracterizam como principais atores. Entretanto, ainda existem desafios que dificultam a implantação da coleta seletiva e a organização de catadores, em cooperativas. Assim, o objetivo deste estudo é apresentar o cenário atual de Barreiras-Ba quanto a coleta seletiva. O estudo realizado, por meio de diálogos com os atores envolvidos na gestão de resíduos urbanos e pesquisa bibliográfica, apontou que as cooperativas de recicláveis existentes atuam apenas em período festivo, além disso, constatou-se a existência de catadores individuais que relatam problemas de ordem pessoal com a liderança das cooperativas. Dessa maneira, destaca-se a essencialidade de incentivar a educação ambiental e aplicação das diretrizes previstas no Plano Municipal de Resíduos Sólidos como forma de contribuir com a gestão de resíduos sólidos urbanos.

Palavras-chave: Resíduos urbanos, catadores de recicláveis, coleta seletiva.

INTRODUÇÃO

A falta de manejo adequado de resíduos sólidos no Brasil é um fator que gera preocupação na população, fomentando a necessidade de ações que promovam não apenas disposição final ambientalmente adequada, mas também a investigação de alternativas sustentáveis para destinação dos resíduos gerados. Nesse sentido, a coleta seletiva e a implantação de cooperativas de recicláveis são evidenciadas como um caminho a ser trabalhado.



A coleta seletiva consiste na separação prévia dos resíduos sólidos. É uma das ações que constitui o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, a qual contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental, social e econômica (BESEN *et al.*, 2017). A realização da coleta seletiva possibilita a reutilização e/ou a reciclagem dos resíduos gerados pela população, o que implica na redução da quantidade destinada aos aterros sanitários. Além de causar impacto positivo no âmbito ambiental, como mencionado anteriormente, é uma ação que possui a capacidade de inclusão dos catadores de recicláveis, uma vez que estes são os principais atores na realização dessa atividade.

Com o objetivo de contribuir para elevar a efetivação de medidas sustentáveis, a cooperação é uma alternativa eficaz, visto que a cidade de Barreiras-BA apresenta grande potencial no que diz respeito a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), além de sua proximidade de outras localidades possibilitar a venda dos materiais produzidos (SILVA; TEIXEIRA; NETO, 2019).

Neste sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), prescrita pela Lei n.º 12.305/10, atua como um dispositivo que define instrumentos importantes para a minimização dos problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A referida lei prescreve em seu artigo oitavo como seus objetivos, o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, evidenciando a importância desses atores na cadeia de reciclagem de resíduos (BRASIL, 2010). Nesse contexto, a coleta seletiva é vital para a gestão sustentável dos resíduos.

As cooperativas de catadores de resíduos exercem função de grande importância ambiental e social, uma vez que, em conjunto com a coleta seletiva, minimizam o volume de detritos dispostos a céu aberto ou em aterros sanitários e cria uma rota comercial de valorização de recicláveis. Contudo, estudos científicos demonstram que o apoio do poder público e da sociedade civil a estas cooperativas ainda é precário (SOUZA; PAULA; PINTO, 2012). Além disso, as demandas dessas organizações não se limitam à carência de subsídios



financeiros, sendo que em alguns casos referem-se à falta de informações acerca da legislação e da gestão ambiental. Ao realizar um diagnóstico de coleta seletiva no município de Barreiras verificou-se que, em geral as organizações de catadores (100 Agressão e CABER) coletam todos os tipos de resíduos, mesmo com a pouca participação da sociedade na seleção e entrega dos resíduos recicláveis, reforçada pela falta de campanhas educativas que incentive o descarte adequado dos resíduos sólidos. (PASSOS; SANTOS, M.; SANTOS, J., 2014).

Em um trabalho realizado no ano de 2019, foram apontados fatores que podem ser considerados desafiadores à gestão de resíduos sólidos em Barreiras, tais como: a falta de indústrias recicladoras na região e, conseqüentemente, o esforço logístico que tem que ser feito para comercializar os recicláveis; nenhum programa de coleta seletiva institucionalizado pela prefeitura; e a dificuldade de diálogo entre o grupo da coleta seletiva e o grupo que reúne os atores sociais pertencentes ao poder público (SILVA; TEIXEIRA; NETO, 2019).

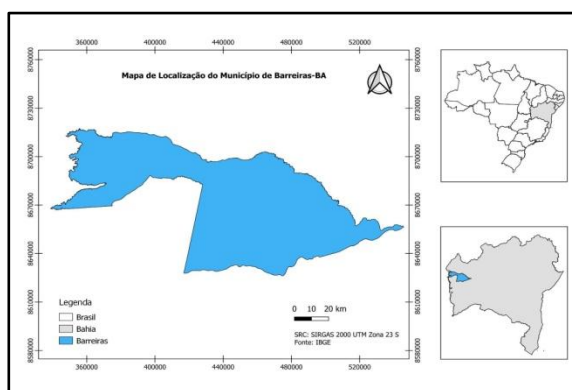
É perceptível que com o passar dos anos não houve mudanças significativas na situação da cidade. Assim, o presente estudo tem como objetivo apresentar o cenário atual de Barreiras, Bahia no que diz respeito à coleta seletiva e as cooperativas de catadores de recicláveis, a partir da identificação dos principais desafios referentes à implantação da coleta seletiva e da realidade dos catadores de recicláveis. Nessa lógica, o trabalho terá a finalidade de responder às seguintes indagações: Como é a relação dos catadores uns com os outros (como se organizam)? Como a gestão municipal auxilia os catadores? Quais as principais dificuldades enfrentadas pelos catadores? Qual o cenário atual referente à coleta seletiva?

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao município de Barreiras, situado na região oeste do estado da Bahia. A cidade apresenta extensão territorial de 8.051,274 km² e possui cerca de 159.743 habitantes (IBGE, 2022). Abaixo, encontra-se o mapa de localização do município (Figura 1).



Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: AUTORES (2023)

O desenvolvimento do estudo foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas para reunir informações sobre coleta seletiva e cooperativas de recicláveis. Além das pesquisas bibliográficas, realizou-se conversas informais e reuniões com líderes comunitários, gestores públicos de Barreiras e cerca de 34 catadores de recicláveis, a partir das quais foi possível identificar aspectos referentes à realidade do local. O trabalho em tela traz os resultados parciais obtidos durante o andamento do projeto de extensão desenvolvido pela Universidade Federal do Oeste da Bahia – Gestão ambiental em cooperativas de recicláveis no município de Barreiras.

Todos os dados coletados – via observações e diálogos, foram obtidos durante o período de 01-11-2022 a 10-07-2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos diálogos foi possível visualizar o cenário de Barreiras no tocante a coleta seletiva e as cooperativas de recicláveis, de onde é feita as seguintes observações: dificuldades de organização dos cooperados; conflitos internos entre os cooperados; a maioria dos catadores efetuam a coleta de resíduos de maneira autônoma, devido não apenas aos



impasses na utilização dos recursos que deveriam estar disponíveis na cooperativa, mas também dificuldades nas atividades em grupo, no processo de escuta e compreensão da visão dos colegas; iniciativas de parceria e/ou incentivos da prefeitura apenas em períodos de grandes eventos na cidade, como Carnaval e São João; ausência de programas de coleta seletiva no município, ou seja, a atividade de catação não é feita com os resíduos previamente separados na fonte geradora, impondo pior qualidade na atividade diária dos catadores e manutenção da desvalorização desses trabalhadores como agentes ambientais; presença de aterro sanitário privado, desde 2022 em operação; a cooperativa credenciada junto a prefeitura municipal apresenta infraestrutura mínima, como galpão e balança.

As principais dificuldades citadas pelos catadores foram: falta de transporte para se locomover até o local de trabalho e realizar a catação; más condições do galpão de triagem durante os períodos chuvosos; falta de incentivos da prefeitura, como disponibilização de cestas básicas; falta de veículos adequados para transportar os materiais coletados; falta de articulação dentro da cooperativa e de engajamento do poder público para a implantação de coleta seletiva e os conflitos entre os catadores. Aqui cabe relatar que o lixão da cidade foi desativado em 2022 e muitos desses catadores compartilham além de vivências nesse local outras vulnerabilidades social.

Em conversa com um membro da secretaria do meio ambiente foi relatado que nos períodos festivos há disponibilização de equipamentos de proteção individual (EPI's), acesso a creche para crianças, alimentação (lanches), transporte para os materiais coletados (carroças), além de pagamento monetário para cada integrante que realizou o trabalho.

CONCLUSÕES

A partir do trabalho em tela foi possível tecer as seguintes respostas às indagações propostas no início do trabalho: A relação dos catadores uns com os outros ocorre de forma desarticulada. A gestão municipal ainda é deficiente no que tange ao fortalecimento da ação e



organização dos catadores de recicláveis. As principais dificuldades enfrentadas pelos catadores perpassam pela falta de incentivos vindos da gestão municipal, até a existência de conflitos internos entre os catadores. Por fim, o cenário atual é que o município não conta com um programa de coleta seletiva e atividade de catação de recicláveis é feita por catadores individuais, em maior parcela.

Antecipando os desafios que a gestão pública do município de Barreiras vai enfrentar para implantar um programa de coleta seletiva, cita-se algumas soluções que podem ser adotadas para superá-los, tais como: a conscientização periódica da população por meio de campanhas e programas de educação ambiental em escolas, comunidades rurais e meios de comunicação locais para informar os cidadãos sobre a importância de separar e descartar corretamente os resíduos para que a coleta seletiva seja implantada e quanto aos seus benefícios ambientais, sociais e econômicos; investir na infraestrutura necessária, como contêineres coloridos para separação de resíduos, pontos de coleta, veículos adaptados e instalações de triagem; estabelecer parcerias com as universidades locais, com o consórcio público formado por municípios do Oeste da Bahia e empresas de gestão de resíduos - como os gestores do aterro sanitário privado e compradores locais de recicláveis, de maneira a compartilhar recursos e conhecimentos; criar leis ou regulamentações que incentivem a separação de resíduos, punam práticas não recomendadas de descarte e ofereça incentivos fiscais para empresas e indivíduos que participam ativamente da coleta seletiva; incentivar a criação de cooperativas de recicláveis e o fortalecimento das que existem, envolvendo a inclusão dos catadores informais ao sistema de coleta seletiva, fornecendo cursos periódicos de capacitação e equipamentos de segurança; valorizar o papel dos catadores de recicláveis na gestão sustentável dos resíduos urbanos, possibilitando melhores condições de trabalho e criando oportunidades de diálogos contínuos no intuito de apresentar as vantagens de se organizar em cooperativas para facilitar a organização e a negociação com autoridades locais, e desta forma, melhor acolher as demandas apresentadas.



Dito isso, tais ações tomadas de maneira estratégica iriam otimizar as atividades voltadas a gestão de resíduos urbanos e gerar benefícios ambientais, sociais e econômicos ao município de Barreiras.

REFERÊNCIAS

BESSEN, G. R. et al. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade.** São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP, 2017. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/159/142/699>. Acesso em: 18 jul. 2023.

BRASIL, **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Barreiras - BA - IBGE Cidades.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/barreiras/panorama>. Acesso em: 18 jul. 2023.

PASSOS, B. O.; SANTOS, M. A.; SANTOS, J. Y. G. Diagnóstico de Coleta Seletiva no Município De Barreiras – Ba. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 5., 2014, Belo Horizonte/MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2014. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-075.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.

SILVA, P. F.; TEIXEIRA, B. A. N.; NETO, P. P. A. Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos em Barreiras (BA) sob a perspectiva de três Grupos de Atores Sociais: O Poder Público, os Catadores e a Sociedade Civil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 193-214, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9922/SILVA_Pollyana_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 18 jul. 2023.

SOUZA, M. T. S.; PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 1-17, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/ryBnGwKxMFymv3YrVwfFTdp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2023.



IDENTIFICAÇÃO DE GEOFORMAS APLAINADAS NO ALTO PARANAÍBA/MG: SUBSÍDIO AO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Nathália Almeida Santos¹, Luis Felipe Ferreira Batista², Alan Silveira³

¹ Graduanda em Geologia da Universidade Federal de Uberlândia/UFU
E-mail: nathalia.almeida@ufu.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0984-7984>

² Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
E-mail: luisfebat@usp.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3851-5048>

³ Professor do Instituto de Geografia (IG) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal de Uberlândia/UFU.
E-mail: alan.silveira@ufu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7144-8038>

Resumo: A região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é marcada por compartimentos geológicos que compreendem a Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramentos Brasília e Bacia do São Francisco. Se caracterizam do ponto de vista geomorfológico como unidades morfoestruturais. No interior dessas unidades, foram diferenciadas formas de relevo menores, que correspondem ao 3º nível taxonômico em Padrões de Formas Semelhantes, indicadas nesse trabalho como Geoformas. Através dos dados obtidos na Carta Hipsométrica e em Perfis Topográficos, foram reconhecidas as unidades de Topo Tabular, que se inserem em altitudes entre 950 e 1050 metros, e as de Topos Planos ou Convexizados, que estão inseridas entre altitudes de 650 e 950 metros. Ainda, faz-se considerações dessas geoformas e suas altitudes em relação com as Superfícies Geomorfológicas reconhecidas pela literatura no estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Padrões de formas semelhantes, hipsometria, perfis topográficos.

INTRODUÇÃO

O mapeamento geomorfológico pode ser considerado como um dos instrumentos imprescindíveis para o planejamento das atividades humanas. Para Simon e Lupinacci (2019) a



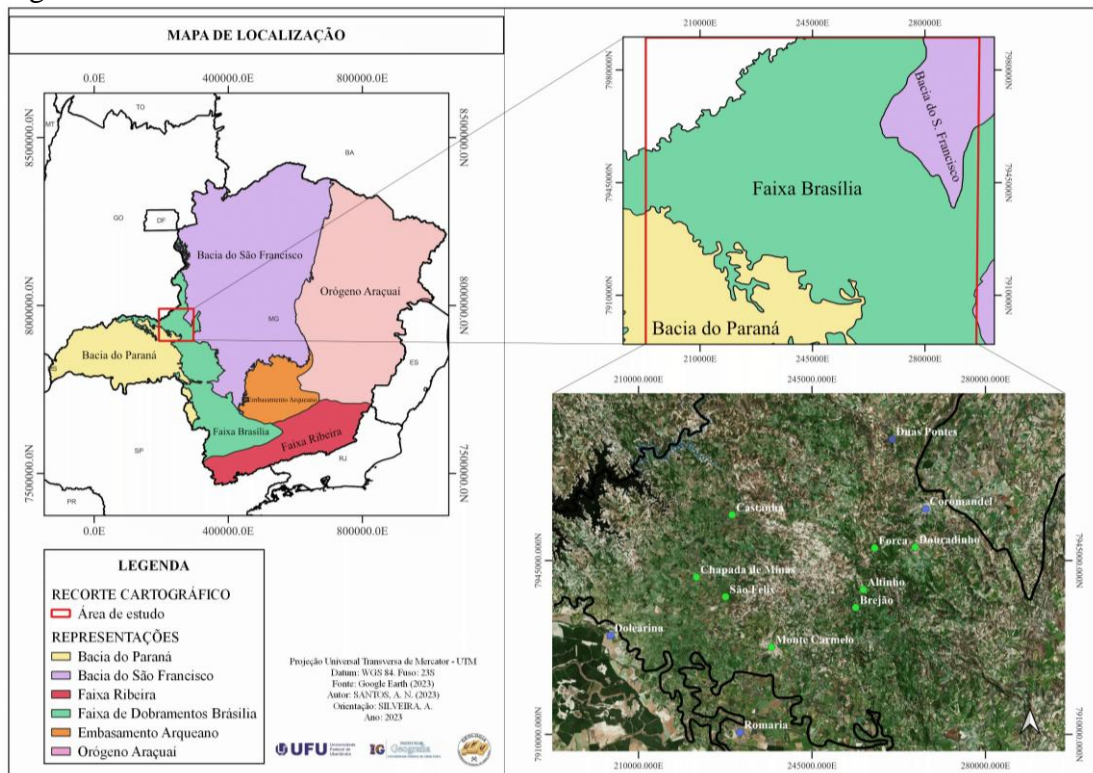
avaliação das características e dos processos inerentes à evolução do relevo constitui-se em conhecimento científico fundamental para o estabelecimento de bases consistentes para a conservação e preservação de adequadas condições ambientais. Além disso, o mapeamento geomorfológico permite a caracterização e espacialização do relevo, indicando sua forma, evolução e os processos que o originaram (RODRIGUES; AUGUSTIN; NAZAR, 2023).

Para análise espacializada, Ross (1992) propôs 6 níveis taxonômicos para representação e estudo do relevo. Baccaro *et al.* (2001) detalha a nível de 3º táxon (modelado) formas de relevo no Triângulo Mineiro, onde segundo autores são conjuntos de formas menores que apresentam padrões de formas de vales, topos, vertentes e rugosidade semelhantes. Portanto, as morfologias correspondentes ao terceiro nível taxonômico proposto por Ross (1992) (Padrões de Formas de Relevo ou Padrões de Tipos de Relevo), estão sujeitas e inseridas nas Unidades Morfoesculturais (2º nível), que por sua vez estão inseridas nas Unidades Morfoestruturais (1º nível).

Segundo a compartimentação geológica, a área de estudo abrange a Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramentos Brasília e Bacia Sedimentar do São Francisco (CHAVES; DIAS, 2017, SEER; MORAES, 2017; PINHO *et al.*, 2017; ALKMIM, 2018), entendidas também como Unidades Morfoestruturais (Figura 1).



Figura 1 - Unidades Morfoestruturais da Área de Estudo.



Assim, o trabalho teve o objetivo de pontuar os Padrões de Formas Semelhantes (3º nível taxônômico) na área selecionada para estudo, a fim de subsidiar a organização de futuro mapeamento geomorfológico. Destaca-se que para esse trabalho são apresentados os locais com formas aplainadas, diferenciadas em Unidade Denudacional de Topo Tabular e Unidade Denudacional com Topos Planos ou Suavemente Convexizados. As unidades reconhecidas foram pontuadas em Carta Hipsométrica e representadas em perfis topográficos. Na área de estudo essas geformas são bastante utilizadas para a agricultura mecanizada e irrigada, onde se desenvolveram espessos perfis de alteração, normalmente latossolizados.



MATERIAL E MÉTODOS

Conforme mencionado, foi elaborada uma Carta Hipsométrica e perfis topográficos, com o intuito de especializar e diferenciar as geoformas aplainadas, com enfoque de detalhamento no 3º nível taxonômico de Ross (1992).

Primeiramente, foi organizada a base cartográfica a partir de *rasters* adquiridos na base de dados da USGS sendo do tipo radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) versão 1 *ArcSecond* (30m), com curvas de nível em equidistância de 40 metros. A rede de drenagem foi vetorizada priorizando os principais cursos dos rios da área, com auxílio do Google Earth (2023) para visualização e por intermédio da base cartográfica de Minas Gerais disponibilizada pela SBG.

No *software* QGIS 3.22 foi organizada a Carta Hipsométrica, que representa classes altimétricas em intervalos de 100 metros, variando entre 650 a 1051 metros. Nessa Carta, junto à fotointerpretação de imagens do Google Earth (2023), foram indicadas geoformas como Unidades Denudacionais de Topo Tabular e Unidades de Topo Plano ou Suavemente Convezizados.

A partir da distinção das geoformas, foram escolhidas regiões representativas para construção de perfis topográficos, extraídos através de MDEs (Modelo Digital de Elevação) pela ferramenta *Terrain Profile*, disponível no *software* QGIS.

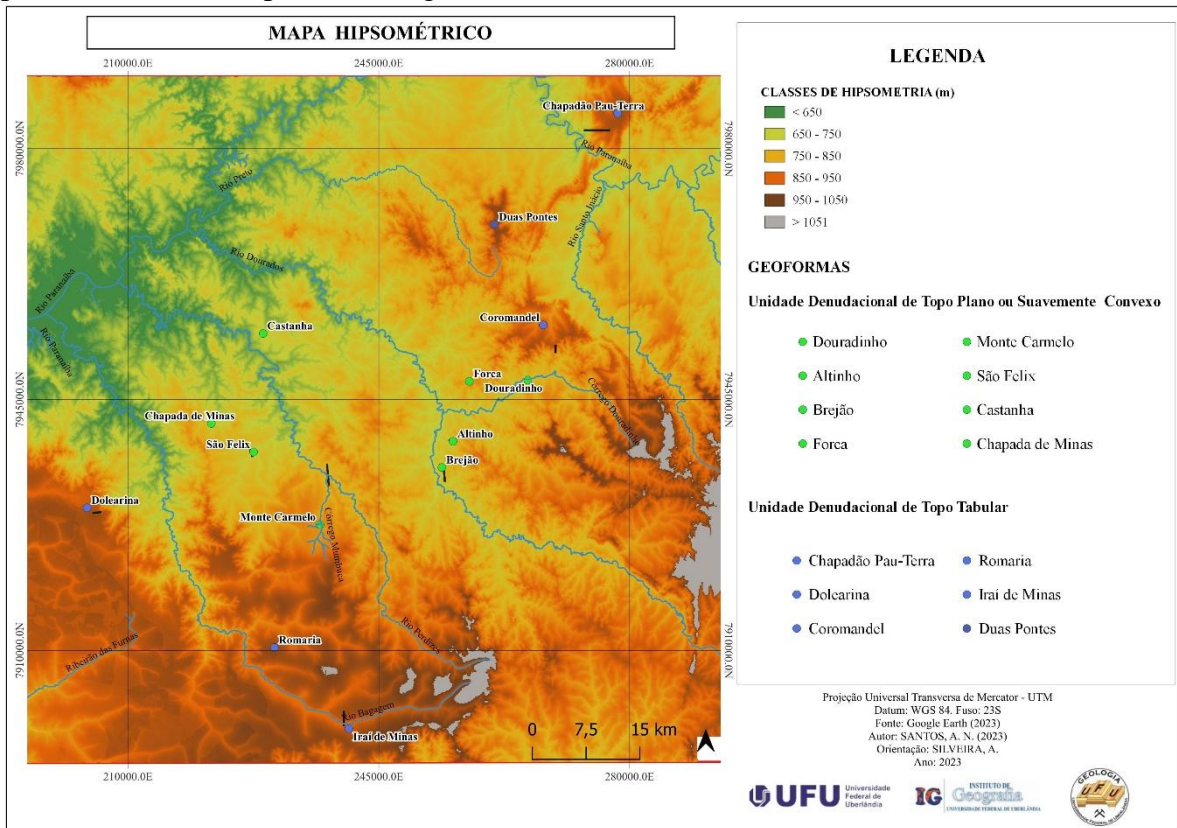
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Carta Hipsométrica (Figura 2) os locais de menores altitudes são posicionados nas calhas dos rios principais em altitudes da ordem de 650 metros, sendo o Paranaíba o canal



principal, de maior expressividade e no qual os rios Bagagem, Perdizes, Dourados e Santo Inácio se direcionam. Nivelamentos altimétricos são observados à SW e S entre altitudes de 950 e 1050 e ao centro-leste da área entre altitudes acima de 1050 metros. Esse nivelamento sugere a presença de relevos tabulares em áreas de bacias sedimentares (Paraná e São Francisco), observados também em imagens de satélites.

Figura 2 - Mapa hipsométrico da área de estudo com localidades, suas geofomas e posicionamento dos perfis das Figuras 3.



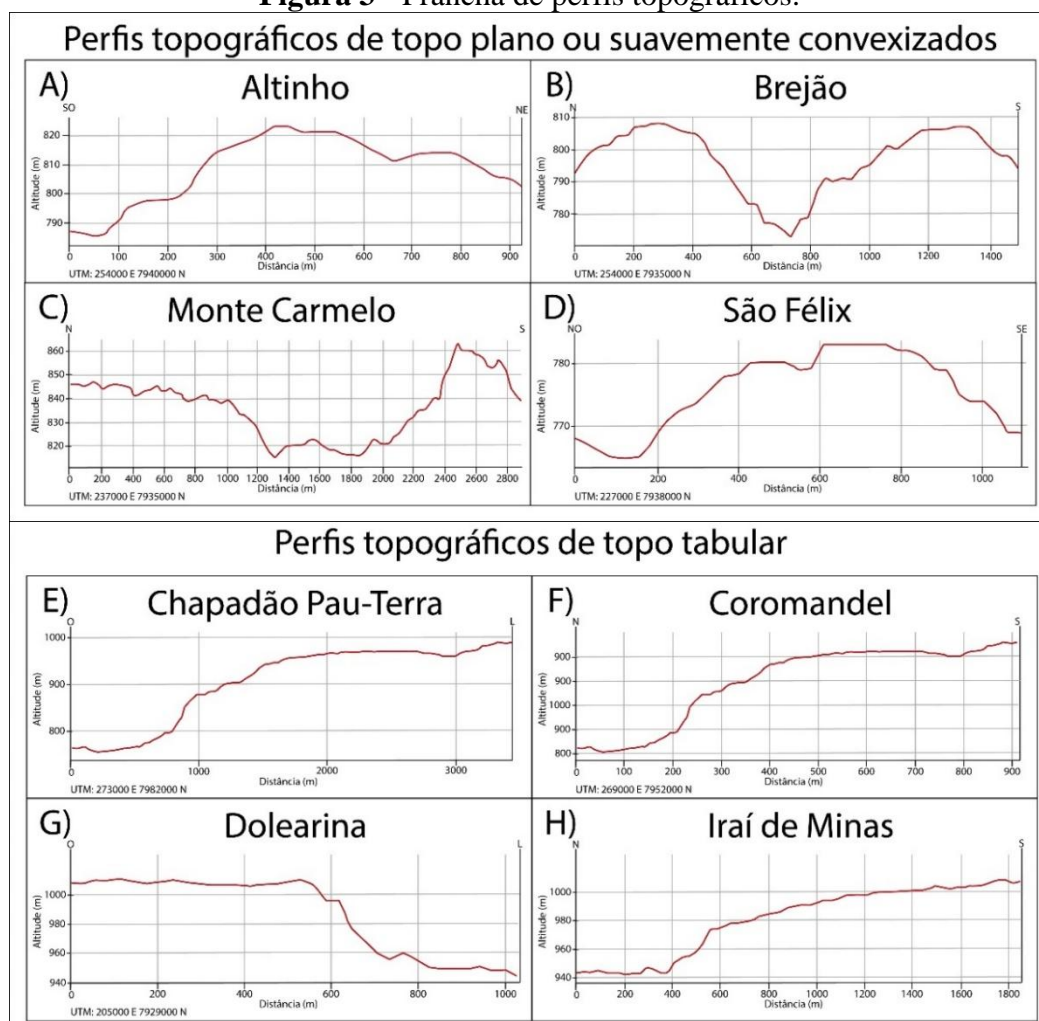


Entre unidades de Topo Tabular, observa-se uma heterogeneidade altimétrica entre cotas de 950 rebaixando para 650 em direção ao Rio Paranaíba. Essas áreas são dissecadas por canais tributários dos rios supracitados que partem quase em sua totalidade de regiões escarpadas das chapadas e têm seus vales alargados conforme se distanciam de suas nascentes.

Na Figura 3, são posicionados perfis topográficos de regiões de topo plano ou suavemente convexizadas e de áreas de topo tabular. Como pontuado na Figura 2 e exibido na Figura 3 (A, B, C e D), as geoformas de topos planos e suavemente convexizados e aguçados estão posicionadas em altitudes abaixo de 1000 metros. Em altitudes próximas e acima dos 1000 metros, geoformas reconhecidas são de topos tabulares (Figura 3E, F, G e H). Comumente, são observados nos perfis uma transição escarpada entre as formas tabulares e dissecadas.



Figura 3 - Prancha de perfis topográficos.



Fonte: Os autores (2023).

Levando em consideração o posicionamento altimétrico de formas tabulares restringidas em altitudes próximas a 1000 metros, essas foram correlacionadas no presente trabalho com a Superfície Sul-Americana de King (1956), enquanto formas dissecadas abaixo dessa cota, estão sendo analisadas como possíveis correspondentes da Superfície Velhas.



CONCLUSÕES

Através da Carta Hipsométrica foram obtidas informações altimétricas nas quais possibilitaram o reconhecimento de padrões de formas de relevo semelhantes englobadas no 3º táxon de Ross (1992). Compreende-se que topos tabulares com nivelamento altimétrico estão associados possivelmente às bacias sedimentares da região e à Superfície Sul-Americana, enquanto as regiões dissecadas interplanálticas com maior incisão fluvial e conseqüentemente maior variação altimétrica (topos planos ou suavemente convexizados) são sustentadas e esculpidas em rochas da Faixa Brasília, com possível gênese relacionada o ciclo erosivo que originou a Superfície Velhas.

REFERÊNCIAS

- ALKMIM, F. F. História Geológica de Minas Gerais. Recursos Minerais de Minas Gerais - RMMG. 2018. Disponível em: <<http://recursomineralmg.codemge.com.br/historia-geologica-de-minas-gerais/>>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- BACCARO, C. A. D.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: Uma abordagem Morfoestrutural-escultura. Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia, v. 13, n. 25, p. 115-127, jan./dez. 2001.
- CHAVES, M. L.; DIAS, C. H. Relatório Técnico e Mapa Geológico: Folha Estrela do Sul (SE.23-YA-IV). Escala 1:100.000. CODEMIG, 2017. 62p.
- GOOGLE EARTH, Google Earth website. Disponível em: <<https://earth.google.com>>. Acesso em: 26 de jun. de 2023.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.
- PINHO, J. M. M.; FÉBOLI, W. L.; SIGNORELLI, N.; TULLER, M. P.; BRITO, D. C.; RIBEIRO, J. H.; BAPTISTA, M. C.; SILVA, R. N. Geologia e recursos minerais das folhas Cabeceira Grande, Unaí, Ribeirão Arrojado, Serra da Aldeia, Serra da Tiririca, Paracatu, Guarda-Mor, Arrenegado, Coromandel, Lagamar, Monte Carmelo, Patos de Minas: Projeto Vazante – Paracatu, Escala 1:100.000. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte, 2017. 356p.



RODRIGUES, S. C.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; NAZAR, T. I. S. M. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 24, n. 1, p. 1-31, 2023

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 6, p. 17-29, 1992. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

SEER, H. J.; MORAES, L. C. Projeto Triângulo Mineiro – Geologia Regional do Triângulo Mineiro. CODEMIG, 2017. 123p.

SIMON, A.L. H.; LUPINACCI, C.M. *A Cartografia Geomorfológica como Instrumento para o Planejamento*. Pelotas: Editora UFPel, 2019. 172p.



**INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM ENGENHARIA AMBIENTAL
E SANITÁRIA**



ANÁLISE ESPACIAL APLICADA AO ESTUDO DA TURBIDEZ E DOS SÓLIDOS TOTAIS EM TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO

Franz C. Gonçalves¹, Thais C. J. F. Santos², Bruno O. Lazaro³

¹Engenheiro civil/UFBA - Graduando – Engenharia Sanitária e Ambiental/UFU

²Graduanda – Engenharia Sanitária e Ambiental/UFU

³Mestre – FECIV/UFU

E-mail de contato fcg120@hotmail.com

Resumo: O *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia possui várias edificações antigas cujas instalações hidráulicas são compostas, basicamente, por tubulações de ferro fundido. Ao longo do tempo, estas tubulações tendem a se oxidar e liberar compostos de origem férrica e/ou ferrosa nocivos para a saúde humana e para o meio ambiente. Neste sentido, o presente trabalho objetiva identificar possíveis focos de ferrugem liberada pelas tubulações através da análise qualitativa, quantitativa e espacial dos parâmetros físicos turbidez e sólidos totais encontrados na água da tubulação coletada em vários blocos da universidade. Os resultados obtidos demonstraram que a turbidez da água tende a ser maior em blocos da porção Sudeste e Nordeste do *campus*, o que indica uma forte possibilidade de existência de ferrugem em circulação nas tubulações desses edifícios. Já os sólidos totais apresentaram valores praticamente homogêneos na área de estudo.

Palavras-chave: Qualidade da água, análise espacial, ferrugem.

INTRODUÇÃO

Grande parte das edificações que foram construídas até a o final da década de 1970 utilizam sistemas hidráulicos baseados em Ferro Fundido (LANDI, 1993; CREDER, 1999). Estes sistemas, com o passar do tempo, começam a sofrer a ação de agentes físico-químicos por conta do próprio escoamento dos fluidos carregados, trazendo assim uma gradativa diminuição da sua funcionabilidade (CONCEIÇÃO, 2007).

Um dos fenômenos mais pronunciados em termos de degradação dos sistemas de ferro fundido é a oxidação interna destas tubulações, gerando quantidades de Hidróxido de Ferro



($\text{Fe}_3(\text{OH})_2$) e Óxido de Ferro (FeO) ao longo do escoamento da água, compostos estes popularmente chamados de ferrugem (ATKINS, JONES, 2005; GEMELLI, 2001)

Estes compostos inorgânicos podem causar à tubulação incrustações, elevação da pressão interna, diminuição da seção transversal e por fim, diminuição da quantidade de água transportada (BAUER, 2005). Já no caso do consumo humano, a água transportada por estas tubulações que ferro fundido que possuem a presença de ferrugem interna podem causar sérios problemas de saúde, dentre os quais destaca-se a hemocromatose (doença causada pelo o acúmulo de excessivo de ferro no organismo, pode levar danos ao fígado, coração e pâncreas) e, em casos extremos, a falência renal (ATKINS, JONES, 2005; WAHLBRINK *et al.*, 2016).

Assim, a averiguação da ocorrência de ferrugem nos sistemas de ferro fundido é um processo extremamente necessário e de simples execução, visto que esse produto acarreta mudanças no aspecto e nas propriedades físicas da água ao longo do escoamento na tubulação. Dentre estas mudanças, destacam-se as alterações na turbidez e nos sólidos totais, parâmetros estes correlacionados. Com base nesta problemática, este trabalho objetivou estudar a turbidez e os sólidos totais em amostras de água de vários edifícios que integram o *campus* Santa Mônica da UFU, por meio de análises qualitativas, quantitativas e espaciais. Com isso foi possível identificar a possibilidade de ocorrência do Hidróxido e do Óxido de Ferro nas tubulações do *campus*.

Através dessa pesquisa, a UFU tem em mãos dados substanciais para iniciar uma gestão dos sistemas hidráulicos e indicadores para pesquisas mais aprofundadas em determinados blocos para a determinação das quantidades de ferrugem disponíveis em cada ponto. Com esses dados, pode-se otimizar ações de manutenção, reparo ou troca de tubulações, tendo como o maior objetivo, fornecer água de qualidade a todos que utilizam as instalações da universidade.

MATERIAL E MÉTODOS

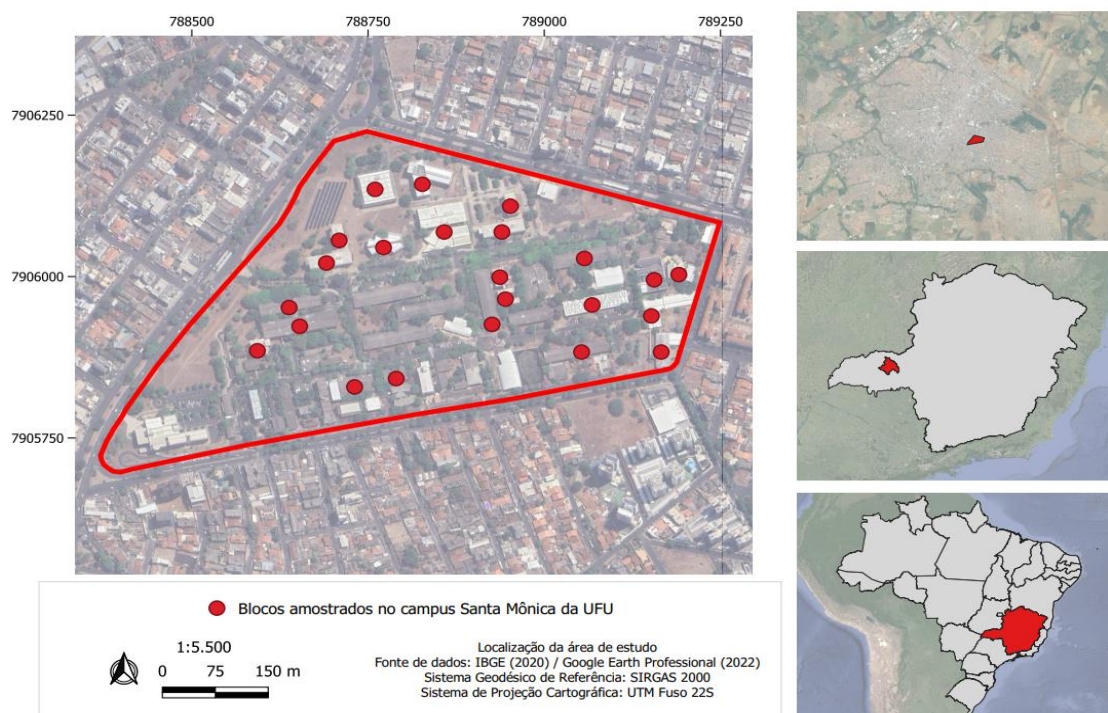


Este trabalho desenvolveu um estudo de caso em uma amostra de edificações do *campus* Santa Mônica da UFU, na cidade de Uberlândia/MG, que possuem seus sistemas hidráulicos prediais predominantemente constituídos por tubulações de Ferro Fundido (Figura 1). Cada edificação foi georreferenciada por meio de aparelhos de navegação GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) para coleta de suas coordenadas de latitude e longitude.

Além disso, em cada bloco identificado na Figura 1, foram coletadas amostras de água dos principais pontos de tomada do sistema predial das edificações, tais como torneiras de banheiros, de copas/cozinhas e de áreas comuns. As amostras foram acondicionadas em recipientes de 300ml devidamente limpos e tampados, acondicionados a uma temperatura ambiente de 25°C e, após a coleta, foram transportadas para o Laboratório de Saneamento (LABSAN) da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da UFU.



Figura 4 - Localização da universidade e os respectivos prédios das coletas



Fonte: Os autores (2022)

No LABSAN, as amostras de água foram submetidas a análise de turbidez e de sólidos totais. A turbidez foi mensurada por meio de um turbidímetro digital modelo PoliControl AP2000. A análise transcorreu por meio da inserção de uma parcela de cada amostra de água no leitor digital do aparelho.

Já para os sólidos totais nas amostras de água, foram utilizadas as recomendações da literatura relacionada ao tema, adotando-se as simplificações metodológicas para análise de resíduos gravimétricos por simples pesagem em estufa de evaporação de amostras na condição úmida e na condição seca (LANDI, 1993; ZILL, 2020).

Os resultados obtidos foram reduzidos às suas médias e correlacionados às coordenadas de cada edificação amostrada. Por fim, através do *software* livre QGIS, foram



montados mapas temáticos para a visualização dos teores de turbidez e sólidos totais nos edifícios onde houve a coleta e os devidos valores encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 apresentam, por meio de um mapa temático, a distribuição espacial dos valores médios mensurados de turbidez e de sólidos totais nos blocos amostrados.

Figura 5 – Resultados da turbidez encontradas nas edificações



Fonte: Os autores (2022)



Figura 6 - Resultados dos sólidos totais encontradas nas edificações



Fonte: Os autores (2022)

Por meio das Figuras 2 e 3, percebe-se que a maior parte das edificações lotadas na porção Sudeste e na porção Nordeste do *campus* apresentaram valores baixos de turbidez, ou seja, inferiores a 2,00NTU. Valores elevados de turbidez (acima de 2,00NTU) foram encontrados, todavia, em edifícios lotados na região Noroeste da área de estudo.

Nas edificações com maiores valores de turbidez, foi possível identificar visualmente dois comportamentos distintos para a coloração da água amostrada. Em uma primeira situação, a água apresentou tom avermelhado, sendo assim um forte indicativo da presença de FeO nas tubulações. A segunda situação experimentada foi a coloração esbranquiçada nas amostras de água, o que se configura como um forte indício da presença de $Fe_3(OH)_2$ nas tubulações (SILVA *et al.*, 2021).

Já em relação aos sólidos totais, algumas edificações amostradas apresentaram baixos valores de resíduos gravimétricos. Valores atípicos foram encontrados em edificações isoladas



dentro da área de estudo, nas quais foi possível perceber visualmente a presença de sólidos suspensos de coloração avermelhada nas amostras de água, indicando assim a possibilidade de desprendimento de ferrugem na parte interna das tubulações (SILVA *et al.*, 2021).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que a análise de parâmetros físicos de amostras de água é uma metodologia eficiente e de baixo custo para se estudar a possibilidade de ocorrência de ferrugem e compostos férricos e/ou ferrosos em sistemas hidráulicos prediais de Ferro Fundido. Assim, concluiu-se que esta metodologia pode ser utilizada como ferramenta preliminar de diagnóstico da qualidade da água, bem como justificar o desenvolvimento de estudos mais aprofundados.

Em relação ao estudo de caso realizado por esta pesquisa, algumas edificações do *campus* Santa Mônica da UFU possuem problemas relacionados à presença de ferrugem em circulação dentro de seus sistemas hidráulicos prediais de Ferro Fundido. Essa problemática torna-se evidente diante das alterações percebidas no aspecto físico da água ofertada nestes prédios, principalmente no que diz respeito à turbidez e aos sólidos totais.

Para trabalhos futuros, sugere-se a adoção de outras metodologias para a indicação da possibilidade de existência de ferrugem nas tubulações. Além disso, sugere-se a aplicação de análises químicas para se quantificar, de modo mais preciso, a presença de $\text{Fe}_3(\text{OH})_2$ e de FeO na água, e correlacionar estes valores com as alterações no aspecto e nos parâmetros físicos da água.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- BRASIL. **Resolução Conama N° 357, de 17 de Março de 2005**: Dispõe sobre a



classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONCEIÇÃO, A. P. **Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Dissertação de mestrado. Curso de Programa Pós Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2007.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GEMELLI. **Corrosão de materiais metálicos e sua caracterização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

LANDI, F. R. **A evolução histórica das instalações hidráulicas**. São Paulo/SP. Editora Bt/Pcc/100, 64p. 1993.

SILVA, A. K. R. S.; SANTOS, E. L. L.; MELO, G. M.; OLIVEIRA, J. C. **Sistema hidrossanitário predial: identificação e correção de patologias**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Ânima Educação. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/14501>>. Acesso em: Agosto, 2022.

WAHLBRINK, D., REMPEL, C., MORESCHI, C., RODRIGUES, J. B. P. Características da hemocromatose: uma revisão narrativa. **Saúde** (Santa Maria), 25–36. 2016. <https://doi.org/10.5902/2236583414137>

ZILL, L. D. V. **Otimização do processo de nodularização em ferro fundido**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Química. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. 2020. Disponível em: <<http://repositorio.uricer.edu.br/handle/35974/286>>. Acesso em: Agosto, 2022.

]



HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE SABUGO E PALHA DE MILHO PRÉ-TRATADOS COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO E ANTRAQUINONA

Mariana Fornazier¹
¹UFU -Instituto de Química

E-mail de contato mariana-for@hotmail.com

Resumo: Este estudo avaliou a eficiência de pré-tratamentos (PT) alcalinos com hidróxido de sódio (NaOH), com e sem antraquinona (AQ) na hidrólise enzimática da palha (PM) e sabugo (SM) de milho. As biomassas pré-tratadas foram caracterizadas quanto a sua composição química e as frações sólidas submetidas à hidrólise com extrato enzimático comercial para obtenção de açúcares redutores totais (ART). A caracterização mostrou que o pré-tratamento de SM com NaOH resultou em uma maior remoção da lignina (72,19%). Contudo, o PT com NaOH-AQ resultou em maior teor de celulose (57,61%), enquanto que para PM não houve variação significativa entre os PT. Quanto à hidrólise, SM pré-tratado somente com NaOH apresentou maior concentração de ART (50,11 g/L), enquanto que para PM, a maior produção foi na amostra pré-tratada com NaOH/AQ (67,24 g/L). Os resultados indicam que ambos PT foram eficientes na deslignificação de ambas biomassas e favoreceram alta produção de ART.

Palavras-chave: Pré-tratamento, Biomassa lignocelulósica, Hidrólise.

INTRODUÇÃO

O reaproveitamento de subprodutos agrícolas pode contribuir tanto com a matriz energética do Brasil como para diminuição de problemas ambientais, como o desmatamento florestal e a utilização de novas áreas de plantio (CORREA et al., 2022). Dentre tais resíduos, estão aqueles classificados como biomassa lignocelulósica, na qual a lignocelulose é o principal componente da biomassa vegetal, composto majoritariamente por celulose, hemicelulose e lignina (SHARMA et al., 2023). Uma importante fonte de matéria-prima lignocelulósica é a biomassa de milho, sendo que os subprodutos desta atividade agrícola são as diversas partes



da planta (caules, palha e bagaço) que, após pré-tratamento da biomassa e hidrólise dos polissacarídeos, podem fornecer açúcares fermentescíveis. Assim, a palha e o sabugo de milho, resíduos que normalmente são descartados no campo, se apresentam como alternativas promissoras para a produção do chamado etanol de segunda geração (2G), ou seja, etanol obtido de resíduos lignocelulósicos (SANTOS-ROCHA et al., 2017).

Para atingir este objetivo, é importante adotar um método de pré-tratamento adequado para melhorar a digestibilidade da biomassa. A principal finalidade do pré-tratamento é aumentar o acesso das enzimas à biomassa para melhorar a digestibilidade da celulose (RODRIGUES et al., 2022). O pré-tratamento alcalino leva à remoção significativa de lignina, quebra de ligações estruturais, redução da cristalinidade da celulose e redução do grau de polimerização dos carboidratos. O hidróxido de sódio (NaOH) é o reagente alcalino mais eficaz e tem sido usado para tratar uma variedade de biomassas lignocelulósicas (RODRIGUES et al., 2022).

Para obter as propriedades corretas da polpa com degradação mínima, redução de contaminação e custo, aditivos podem ser adicionados à polpa (NASCIMENTO et al., 2016). Estudos mostram que a adição de antraquinona ao meio de pré-tratamento na presença de açúcares redutores e reagentes alcalinos leva à estabilização da degradação alcalina da celulose (peeling), pois promove a formação de ácido aldônico nos grupos terminais dos polissacarídeos. Isso preserva a estrutura desse polímero e acaba favorecendo apenas a degradação da lignina (NASCIMENTO et al., 2016; ANTUNES et al., 2022). Nesse sentido, o estudo objetivou submeter dois resíduos agrícolas (palha de milho e sabugo de milho) ao pré-tratamento alcalino com hidróxido de sódio e antraquinona, seguidos de suas respectivas caracterizações químicas. Por fim, a fração sólida foi submetida à hidrólise com extrato enzimático comercial (Cellic CTEC3) para obtenção de açúcares livres.

MATERIAL E MÉTODOS



Pré-tratamento e Caracterização da biomassa

As amostras de palha de milho (PM) e sabugo de milho (SM), cedidos pela empresa JC Rações e Insumos Siderúrgicos, foram submetidas a pré-tratamento alcalino com solução de NaOH e antraquinona. Para tanto, cerca de 10,00 gramas de biomassa foram adicionadas em um reator térmico de escala laboratorial juntamente com 200,00 mL de uma solução de NaOH 1% (m/v) e 0,018 gramas de antraquinona (AQ) correspondendo a 0,15% em relação à massa da biomassa. A reação foi realizada por um período de 1 hora a 160 °C, após um intervalo de aquecimento de 40 minutos. Posteriormente, a biomassa residual foi filtrada e lavada com cerca de 500 mL de água deionizada e devidamente armazenada. O pré-tratamento foi realizado de forma separada para cada biomassa, com e sem a incorporação de antraquinona, conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Condições utilizadas no pré-tratamento.

Sabugo de Milho	Pré-tratamento	Palha de Milho	Pré-tratamento
SM-bruto	-	PM-bruto	-
SM/NaOH	Somente hidróxido de sódio	PM/NaOH	Somente hidróxido de sódio
SM/NaOH-AQ	Hidróxido de sódio e antraquinona	PM/NaOH-AQ	Hidróxido de sódio e antraquinona

Fonte: AUTORES (2023)

As amostras da biomassa, tanto na forma bruta como após o pré-tratamento, foram caracterizadas quanto ao teor de lignina Klason total (lignina solúvel em ácido e lignina insolúvel em ácido - TAPPI T 222 om-88), teor de celulose e hemiceluloses (NREL LAP-002). Cada teste foi realizado em triplicata e foi feita a média dos resultados. Com relação à eficácia



do pré-tratamento, as amostras pré-tratadas foram caracterizadas quanto o grau de deslignificação, conforme equação 1:

$$\% \text{ deslignificação} = \frac{LK_{\text{biomassa}} - \left[\frac{LK_{\text{polpa}} \times R}{100} \right]}{LK_{\text{biomassa}}} \times 100$$

Onde, LK_{biomassa} corresponde à lignina Klason da biomassa original; LK_{polpa} refere-se à lignina Klason da biomassa após a etapa de pré-tratamento e R corresponde ao rendimento mássico do pré-tratamento.

Hidrólise Enzimática das Biomassas no Estado Bruto e Pré-Tratado

Neste processo, utilizou-se a enzima comercial Cellic CTEC3 (Novozymes) em três condições: SM e PM brutos, SM e PM pré-tratados com NaOH e SM e PM pré-tratados com NaOH e AQ. Os experimentos foram realizados em frascos do tipo Erlenmeyer de 50,00 mL, contendo tampão citrato de sódio ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$, pH 4,8), solução enzimática bruta (contendo 10 FPU g^{-1} de celulose) e razão líquido-sólido de $10,00 \text{ mL g}^{-1}$.

As hidrólises foram realizadas em triplicata a 150 rpm e $50 \text{ }^\circ\text{C}$ por 72 h. As frações líquidas contendo os açúcares liberados (hidrolisados) foram filtradas em membrana ($0,20 \text{ } \mu\text{m}$, Chromafl® Xtra CA-20/25) e centrifugadas a 10.000 rpm por 10 minutos e posteriormente, a concentração de açúcares redutores totais (ART) foi determinada pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) conforme Miller (1959).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pré-tratamentos de biomassas lignocelulósicas têm sido utilizados para auxiliar na remoção parcial da lignina e/ou modificar sua estrutura para facilitar o acesso à fração polissacarídica por enzimas hidrolíticas (RODRIGUES et al., 2022). No presente estudo, os teores de



lignina Klason total, celulose e hemicelulose das biomassas de milho (sabugo e palha) e o percentual de deslignificação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química das biomassas e taxa de deslignificação.

Amostras	Lignina Total (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Deslignificação (%)
SM-bruto	15,59 ± 0,45	33,12 ± 0,56	35,15 ± 0,55	-
SM/NaOH	9,72 ± 0,50	53,02 ± 0,99	43,08 ± 0,73	72,19 ± 0,65
SM/NaOH-AQ	11,44 ± 0,76	57,61 ± 0,33	37,65 ± 0,31	66,39 ± 0,54
PM-bruto	21,77 ± 0,37	31,97 ± 0,65	28,86 ± 0,37	-
PM/NaOH	12,30 ± 0,51	64,99 ± 0,86	26,47 ± 0,65	67,01 ± 0,74
PM/NaOH-AQ	16,30 ± 0,88	64,64 ± 0,98	28,75 ± 0,29	58,724 ± 0,45

Fonte: AUTORES (2023)

Após o pré-tratamento, houve elevada redução no teor de lignina total em ambas as amostras em relação à biomassa bruta, com conseqüente acréscimo no teor de celulose. Contudo, comparando os dois pré-tratamentos, verificou-se que o processo alcalino com NaOH ocasionou maior taxa de deslignificação quando comparado ao processo alcalino com NaOH e adição de AQ e pouca variação no teor de celulose. Estes resultados sugerem que o uso de antraquinona teve pouca influência na deslignificação e conservação da celulose em comparação ao pré-tratamento usando somente NaOH.

Segundo Nascimento et al. (2016), as reações da antraquinona ao longo do pré-tratamento alcalino incluem basicamente a oxidação de polissacarídeos e a hidrólise das ligações éteres da lignina. A antraquinona induz a oxidação do grupo redutor dos carboidratos, estabilizando-os contra eventuais reações de despolimerização terminal (reações de peeling). Essa estabilização resulta na proteção do grupo redutor dos carboidratos contra reações de degradação e solubilização, conseqüentemente, levando a maiores rendimentos de celulose.



No presente estudo, o pré-tratamento com NaOH/AQ ocasionou um aumento no teor de celulose na biomassa de SM em comparação ao pré-tratamento usando somente com NaOH. Contudo, na PM, a presença da antraquinona não resultou em variação estatisticamente significativa, muito provavelmente pelo maior teor de lignina nessa biomassa.

Com relação à hidrólise enzimática, observou-se que o SM pré-tratado com NaOH apresentou maior concentração de ART em comparação ao SM pré-tratado com NaOH/AQ, podendo este aumento ser associado a maior taxa de deslignificação (Tabela 3). Esse resultado pode ainda estar relacionado à provável presença de inibidores, que podem ter sido gerados no pré-tratamento. Quanto à PM, apesar desta biomassa ter apresentado uma taxa de deslignificação inferior à PM pré-tratada com NaOH, observou-se maior produção de ART na amostra pré-tratada com NaOH-AQ.

Tabela 3. Teor de açúcares redutores (ART) das biomassas no estado bruto e pré-tratadas

Amostras	ART (g L ⁻¹)	Amostras	ART (g L ⁻¹)
C-SM-bruto	2,08	C-PM-bruto	3,03
SM-bruto	5,54	PM-bruto	5,91
C-SM/NaOH	2,12	C-PM/NaOH	3,53
SM/NaOH	50,11	PM/NaOH	50,35
C-SM/NaOH-AQ	4,15	C-PM/NaOH-AQ	4,63
SM/NaOH-AQ	44,14	PM/NaOH-AQ	67,24

* C = controle. Fonte: AUTORES (2023)

As diferenças observadas entre o SM e PM podem ainda ser referentes ao arranjo estrutural da celulose, que provavelmente teve sua cristalinidade alterada pelo processo de pré-tratamento. Contudo, estudos posteriores serão realizados para avaliar a presença de inibidores e a cristalinidade das biomassas após cada PT.



CONCLUSÕES

A caracterização química demonstrou que o pré-tratamento com NaOH foi mais efetivo para deslignificar ambas as biomassas. Contudo, ambos pré-tratamentos foram eficientes na conservação do teor de celulose. Com relação à hidrólise enzimática, tanto o sabugo de milho quanto a palha de milho pré-tratados geraram elevada concentração de açúcares redutores, demonstrando grande potencial para produção de etanol de segunda geração e outros bioprodutos. Os resultados obtidos agregam valor a estes resíduos e contribuem para o desenvolvimento sustentável e para a expansão de biorefinarias.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa), FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo suporte financeiro e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de pós doutorado conferida à M.F. Os autores também agradecem à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo suporte técnico.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, F., MOTA, I. F., DA SILVA BURGAL, J., PINTADO, M., COSTA, P. S. A review on the valorization of lignin from sugarcane by-products: From extraction to application. **Biomass and Bioenergy**, v. 166, p. 106603, 2022.

CORREA, C., ALVES, Y. A., SOUZA, C. G., BOLOY, R. A. M. Brazil and the world market in the development of technologies for the production of second-generation ethanol. **Alexandria Engineering Journal**, 2022.

MILLER, Gail Lorenz. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

NASCIMENTO, V. M., NAKANISHI, S. C., ROCHA, G. J., RABELO, S. C., PIMENTA, M. T. B., ROSSELL, C. E. Effect of anthraquinone on alkaline pretreatment and enzymatic



kinetics of sugarcane bagasse saccharification: laboratory and pilot scale approach. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 4, n. 7, p. 3609-3617, 2016.

RODRIGUES, P. O., DA SILVA BARRETO, E., BRANDÃO, R. L., GURGEL, L. V. A., PASQUINI, D., BAFFI, M. A. On-site produced enzyme cocktails for saccharification and ethanol production from sugarcane bagasse fractionated by hydrothermal and alkaline pretreatments. **Waste and Biomass Valorization**, v. 13, n. 1, p. 95-106, 2022.

SHARMA, L., ALAM, N. M., ROY, S., SATYA, P., KAR, G., GHOSH, S., MAJUMDAR, B. Optimization of alkali pretreatment and enzymatic saccharification of jute (*Corchorus olitorius* L.) biomass using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 368, p. 128318, 2023.



PRODUÇÃO DE β -GLICOSIDASE POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO POR TRAMETES E TRICHODERMA, UTILIZANDO SABUGO DE MILHO COMO SUBSTRATO

Natasha Kevellyn dos Santos¹, Milla Alves Baffi²

¹ Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

² Professor – ICIAG/UFU

E-mail de contato natashaengenhariaambiental@gmail.com

Resumo: Os biocombustíveis representam uma alternativa sustentável aos usos de combustíveis fósseis. Dentre eles, o etanol de segunda geração (2G) se destaca no Brasil em virtude da grande disponibilidade de resíduos agroindustriais. Para converter a lignocelulose presente nos resíduos a etanol, a biomassa deve passar pelo processo de hidrólise enzimática. Neste contexto, este estudo investigou a produção de celulases por fermentação em estado sólido (FES) pelos fungos *Trametes versicolor* e *Trichoderma asperellum* isolados e em consórcio, utilizando sabugo de milho como substrato. Dentre as condições analisadas, a FES com *T. versicolor* em monocultura foi a que se destacou para produção de β -glicosidase, com pico de atividade de 85,27 U/g após 144h de cultivo. Esta enzima foi caracterizada e apresentou pH e temperatura ótimos de 4,5 e 55°C, respectivamente, estabilidade entre pH 4,0-7,5 e termoestabilidade até 50°C. Os resultados demonstraram que o sabugo de milho é uma matéria-prima viável para produção de enzimas e que o extrato enzimático selecionado apresenta propriedades adequadas para futuras aplicações em sacarificações e produção de etanol 2G.

Palavras-chave: Enzimas Caseiras, Biocombustíveis, Resíduos Lignocelulósicos.

INTRODUÇÃO

O uso de combustíveis fósseis tem desencadeado impactos ambientais negativos, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e mudanças climáticas. Uma estratégia para minimizar tais impactos é o reaproveitamento de resíduos agroindustriais para produção de enzimas e biocombustíveis (Rodrigues et al., 2020).

A produção de enzimas por fermentação em estado sólido (FES) utilizando biomassa lignocelulósica é uma abordagem vantajosa para o gerenciamento de resíduos (Rodrigues et al., 2020). Nesse método, os fungos filamentosos são agentes fundamentais, pois a FES



simula o habitat natural desses microrganismos, favorecendo sua atividade metabólica e potencializando a síntese enzimática (Rodrigues et al., 2020). O fungo *Trichoderma* é conhecido por sua alta capacidade de secreção de enzimas, com destaque para as espécies *T. koningii*, *T. pseudokoningii*, *T. reesei* e *T. harzianum* (Sanguine et al., 2022). Entretanto, o uso da espécie *T. asperellum* tem sido pouco estudado (Ezeilo et al., 2019). Por sua vez, a espécie *Trametes versicolor* é descrita como boa produtora de enzimas oxidativas, como a lacase através de FES utilizando diferentes resíduos, tais como farelo de trigo, bagaço de cana, entre outros (Rodrigues et al., 2020).

Atualmente, os resíduos das culturas agrícolas destacam-se pela fácil disponibilidade e baixo custo, e o seu reaproveitamento pode diminuir o impacto ambiental e agregar valor ao resíduo (SANTANA et al., 2021). Nesse contexto, sabe-se que o milho é um importante produto altamente cultivado no Brasil e no mundo, e conseqüentemente, a quantidade de resíduos gerados em decorrência dessa atividade é notável. (SILVA et al., 2022). No entanto, até o momento, não existem estudos reportando a produção de celulasas por *T. versicolor* e *T. asperellum* utilizando sabugo de milho.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de celulase (β -glicosidase) por FES por *T. versicolor* e *T. asperellum* isolados e em consórcio, utilizando sabugo de milho como substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

A produção de celulasas por *T. versicolor* e *T. asperellum* via FES utilizando sabugo de milho, foi investigada de acordo com RODRIGUES et al., (2020). Todos os experimentos foram realizados em triplicatas.

Os fungos foram inoculados em placas contendo meio de cultura Batata, Dextrose e Agar (PDA) a 28°C. Após sete dias, retirou-se cinco discos miceliais com cerca de 0,5cm². Os discos foram ressuspensos em solução nutriente (0,35% de sulfato de amônia, 0,3% de fosfato de potássio monobásico, 0,05 % de sulfato de magnésio heptahidratado e 0,05% de



cloreto de cálcio) e a suspensão de esporos foi inoculada em frascos contendo 5 g de sabugo e o volume final completado para 20 mL. O substrato inoculado foi incubado a 28°C por sete dias.

Foram realizadas três fermentações: (1: *T. versicolor* em monocultura, 2: *T. asperellum* em monocultura, 3: *T. versicolor* e *T. asperellum* em consórcio). A cada 24h, os extratos enzimáticos foram obtidos através da adição de 50 mL de água destilada, seguido de agitação, filtração e centrifugação. Posteriormente, a enzima β -glicosidase foi quantificada, conforme Rodrigues et al. (2020), utilizando 4-Nitrofenil β -D-glicopiranosídeo (PNPG) como substrato.

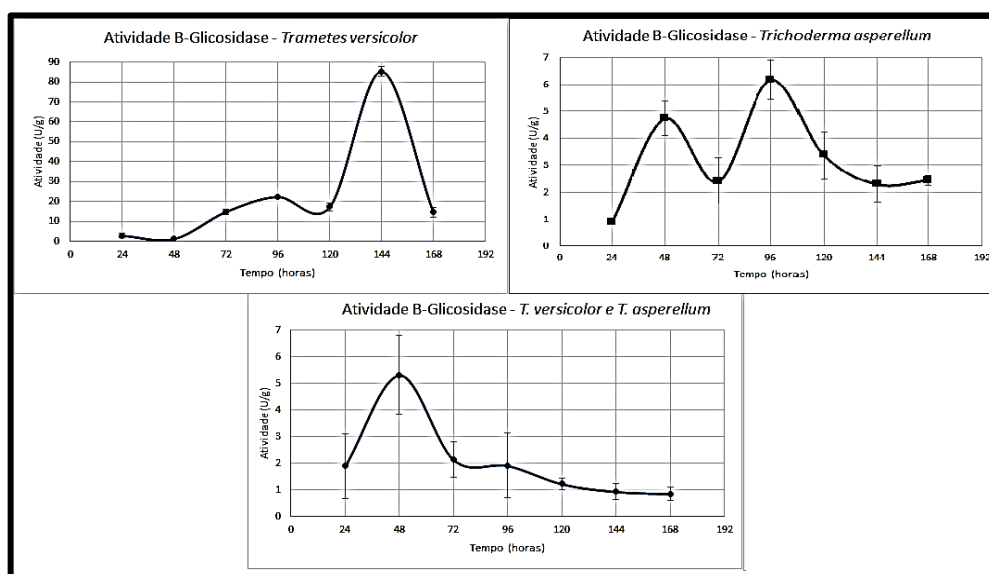
Em seguida, realizou-se a caracterização físico-química da enzima produzida. O pH ótimo foi determinado incubando o extrato em faixas de pH entre 3,5 e 7,5. A temperatura ótima foi avaliada mantendo a enzima, nas mesmas condições para pH ótimo, porém, em temperaturas de 30 a 70 °C. O pH estabilidade foi analisado através da incubação dos extratos durante 24 horas à temperatura ambiente em tampão, variando o pH de 3,5 a 7,5 e a termoestabilidade foi investigada com os extratos em tampão no pH ótimo por 1 hora em temperaturas de 30 a 70 °C. Por fim, a atividade residual (%) foi determinada nas condições ótimas de pH e temperatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a FES dos fungos isolados e em consórcio e utilizando-se sabugo de milho, a atividade de β -glicosidase foi analisada. Na FES com o consórcio fúngico e monocultura de *T. asperellum*, foram observadas produções de até 6 U/g. Nesse contexto, Jiménez et al. (2019) avaliou a degradação de corantes adsorvidos em sabugo de milho por culturas isoladas ou em consórcios de *Trametes versicolor* e *Pleurotus pulmonarius*. Estes autores concluíram que nas culturas isoladas a degradação da mistura de corantes absorvidas foi mais eficiente, em decorrência da competição por espaço e nutrientes no consórcio que resultou em interações antagônicas que afetaram a eficiência da degradação.



Figura 1 – Produção de β -glicosidase por *T. versicolor* e *T. asperellum*, utilizando sabugo de milho como substrato.



Fonte: Autoral (2023)

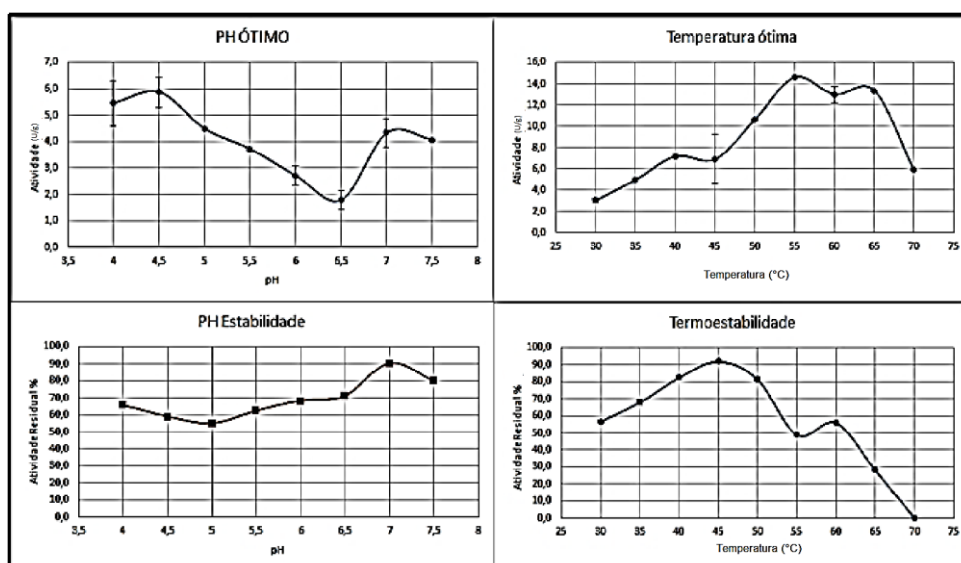
Dentre as condições analisadas, o pico máximo de atividade dessa enzima (85,27 U/g) foi observado na FES realizada com *T. versicolor* em monocultura após 144 horas de incubação (Figura 1). As β -glicosidases são celulasas responsáveis por catalisar a quebra da celobiose em monômeros de glicose durante a sacarificação da biomassa lignocelulósica. Portanto, caracteriza-se como uma enzima essencial para a obtenção de açúcares fermentescíveis (AWASTHI et al., 2022; CÔRREA, 2023).

A caracterização físico-química mostrou que essa enzima apresenta pH e temperatura ótimos de 4,5 e 55°C, respectivamente, estabilidade entre pH 4,0-7,5 e termoestabilidade até 50°C (Figura 2). Dentre os trabalhos com resultados semelhantes ao encontrado na literatura em hidrólises, apresenta-se o estudo de Oliveira et al. (2020), que realizaram hidrólises enzimáticas com a casca da pupunha visando a produção de bioetanol a 50°C e pH 4,8. Já Silva et al. (2022) padronizaram suas hidrólises de resíduo de tecido de algodão da indústria têxtil a 50°C e pH 5,0, objetivando a obtenção de bioetanol. Portanto, os



resultados do presente estudo indicam que a β -glicosidase do extrato de *T. versicolor* possui características físico-químicas usualmente utilizadas para obtenção de açúcares fermentescíveis e adequadas para futuras aplicações em hidrólises de resíduos lignocelulósicos.

Figura 2 – Caracterização físico-química da β -glicosidase produzida por FES utilizando *T. versicolor* em sabugo de milho.



Fonte: Autoral (2023)

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que o reaproveitamento do sabugo de milho foi uma alternativa viável e de baixo custo para a produção caseira de celulase por FES. Entre as condições analisadas, o extrato produzido pelo fungo *T. versicolor* se destacou na produção de β -glicosidase, com atividades ótimas e estabilidade em pHs e temperaturas usualmente adequados para futura utilização em hidrólises de resíduos lignocelulósicos. Aparentemente, o consórcio entre essas duas espécies fúngicas não favoreceu a produção desta enzima, provavelmente, devido à competição interespecífica. Estes resultados abrem perspectivas para



futuras aplicações do coquetel enzimático selecionado em hidrólises de biomassas residuais e produção de etanol 2G.

Agradecimentos: Apoio financeiro da Universidade Federal de Uberlândia por meio do Programa de Educação Tutorial (PET) e à FAPEMIG pelos recursos disponibilizados ao Laboratório de Microbiologia Ambiental – ICIAG/UFU por meio do Edital 002/2017 - Programa Pesquisador Mineiro - PPM XI - Processo N.: CEX - PPM-00645-17: Utilização De Resíduos Lignocelulósicos para Produção de Biocombustíveis e Materiais Poliméricos de Valor Agregado.

REFERÊNCIAS

CORREA, Anderson Gabriel. **Produção de enzimas lignocelulolíticas por *Trametes versicolor* e *Trichoderma asperellum* utilizando bagaço de uva e farelo de trigo como substratos**. 2023. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biocombustíveis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.133>.

EZEILO, U. R., LEE, C. T., HUYOP, F., ZAKARIA, I. I., WAHAB, R. A. 2019. Raw oil palm frond leaves as cost-effective substrate for cellulase and xylanase productions by *Trichoderma asperellum* UC1 under solid-state fermentation. *J. Environ. Manage.* 243, 206-217. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman>.

JIMÉNEZ, Sara; VELÁSQUEZ, Carolina; MEJÍA, Felipe; ARIAS, Mario; HORMAZA, Angelina. Comparative studies of pure cultures and a consortium of white-rot fungi to degrade a binary mixture of dyes by solid-state fermentation and performance at different scales. *International Biodeterioration & Biodegradation*, [S.L.], v. 145, p. 104772, nov. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.104772>.

OLIVEIRA, J. A. R. de, OLIVEIRA, L. dos S., & CASSIANO, K. S. 2020. Hidrólise enzimática da casca da pupunha para produção de etanol de segunda geração / Enzymatic hydrolysis of pupunha shell for second generation ethanol production. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 19317–19327. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-194>

POP, R. M., PUIA, I. C., PUIA, A., CHEDEA, V. S., LEOPOLD, N., BOCSAN, I. C., & BUZOIANU, A. D. 2018. Characterization of *Trametes versicolor*: Medicinal Mushroom



with Important Health Benefits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 343–349. <https://doi.org/10.15835/nbha46211132>

RODRIGUES, Patrícia de Oliveira; GURGEL, Leandro Vinícius Alves; PASQUINI, Daniel; BADOTTI, Fernanda; GÓES-NETO, Aristóteles; BAFFI, Milla Alves. Lignocellulose-degrading enzymes production by solid-state fermentation through fungal consortium among Ascomycetes and Basidiomycetes. *Renewable Energy*, [S.L.], v. 145, p. 2683-2693, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.041>.

SANGUINE, I. S., CAVALHEIRO, G. F., GARCIA, N. F. L., DOS SANTOS, M. V., GANDRA, J. R., e BUSCHINELLI, R. H. D. T., ... LEITE, R. S. R., 2022. Xylanases of *Trichoderma koningii* and *Trichoderma pseudokoningii*: Production, characterization and application as additives in the digestibility of forage for cattle. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 44, 102482. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102482>

SANTANA, Hortência Elucielly Pereira; SANTANA, Tammires Lorena Costa; LIMA, Rafael Mota de Aragão; SILVA, Daniel Pereira; SILVA, Isabelly Pereira; RUZENE, Denise Santos. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TALO DE GIRASSOL E SABUGO DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE GÁS DE SÍNTESE. *Recursos Naturais: Energia de Biomassa Florestal*, [S.L.], p. 35-48, 2021. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/201202666>.

SILVA, Bianca de Lima *et al.* **Aproveitamento integral de resíduos de tecido de algodão para produção de biocombustível (etanol 2G) e bioproduto (carboximetilcelulose)**. 2022. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2022.

SILVA, M. D. da; BERTUCI, M. L.; AMORIM, L. J. S.; GARCIA-CRUZ, C. H.. UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADO DE SABUGO DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO POR IMOBILIZAÇÃO DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE ATCC 26602. *Open Science Research IX*, [S.L.], p. 252-271, 2022. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/221211268>.

STRACQUADANIO, Cláudia; QUILES, Juan Manuel; MECA, Giuseppe; CACCIOLA, Santa Olga. Antifungal Activity of Bioactive Metabolites Produced by *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma atroviride* in Liquid Medium. *Journal Of Fungi*, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 263, 1 nov. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jof6040263>.



TISMA, Marina *et al.* *Trametes versicolor* in lignocellulose-based bioeconomy: state of the art, challenges and opportunities. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 330, p. 124997, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124997>.

ZAPATA, Y Maritza; GALVIZ-QUEZADA, Angelica; ECHEVERRI, Víctor Manuel Osorio. Cellulases production on paper and sawdust using native *Trichoderma asperellum*. **Universitas Scientiarum**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 419-436, 9 nov. 2018. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <http://dx.doi.org/10.11144/javeriana.sc23-3.cpop>.



PROJETO DO REATOR TERMOQUÍMICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA PARA OS ALUNOS DO SENAI

Julia Hoblos¹, Allan Britis Pinheiro Rocha², Kaylane Raquel Teixeira Silva³, Sueli Moura Bertolino⁴

¹Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

³Graduando - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

⁴Professor – ICIAG/UFU

juliahoblos@gmail.com

Resumo: Até o ano de 2050 a quantidade de resíduos descartados no mundo vai aumentar 70% em relação a 2016 (CNN Brasil, 2020). Este número reforça a preocupação com as consequências geradas pela produção desenfreada de resíduos sólidos no mundo. Em vista disso, os avanços tecnológicos referentes a este assunto são de suma importância. Uma das tecnologias focadas na solução dos problemas derivados da produção de resíduos é o reator-termoquímico, a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) desenvolve por professores e discentes um projeto que visa obter energia limpa com resíduos que atualmente são destinados a aterros sanitários. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi abordar o projeto de reator termoquímico, como forma de conscientização sobre resíduos em uma feira ambiental. A ação promoveu conhecimento dos seus efeitos no meio ambiente, exibindo aos presentes, inovações nesse sentido, e levantando questionamentos em vista do interesse e apoio a esse e a novos desenvolvimentos.

Palavras-chave: Tecnologia de tratamento de resíduos, Resíduos Sólidos, Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

De acordo com a lei nº 12.305 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PRNS), e os resíduos sólidos podem ser considerados materiais originados das atividades de uso antrópico descartados em estado sólido ou semissólido.

Em Uberlândia, Minas Gerais, o aterro sanitário recebeu em 2020 cerca de 700 toneladas de resíduos por dia de acordo com o Diário da Prefeitura de Uberlândia (Merlin,



Bruna 2020). Logo, tal estimativa remete a necessidade de desafogar os sistemas de recolhimento de resíduos já existentes, implementando novas tecnologias para a destinação, reuso, reciclagem e redução dos resíduos.

Ademais, em relação ao destino dos resíduos, segundo o Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil de 2022 “áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados”, essas formas inadequadas de descarte causam danos ao meio ambiente, contaminando a água, o solo, o ar, e aos seres humanos por meio das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, entre outros fatores. Apesar de o aterro sanitário ser considerado a destinação correta, é um fim sem outros benefícios, além de ter um alto custo.

Portanto, uma solução para diminuição de tais problemas é o Reator-Termoquímico, que a partir de resíduos produz energia de forma sustentável. Este projeto está sendo construído dentro das dependências da Universidade Federal de Uberlândia no Campus Glória, e vem sendo desenvolvido por professores e discentes da universidade. Segundo o Portal Comunica UFU (Santos, Túlio D. 2022) os principais objetivos são de dar um fim adequado aos resíduos, inclusive as cargas de cigarro apreendidas pela Receita Federal, a geração sustentável de energia elétrica e geração de novas tecnologias sustentáveis.

Segundo artigos de pesquisa (Infiesta, et al. 2019) (Silva, et al. 2021), um relato de um professor da UFU à frente do projeto, e com o Portal Comunica UFU (2022) o reator-Termoquímico transforma os resíduos recolhidos em Combustível Derivado de Resíduos (CDR), este ao entrar no reator a cerca de 850 graus Celsius é volatilizado em hidrocarbonetos simples, se tornando um gás de síntese. Ao sair do reator o gás vai a caldeira onde será incinerado, gerando calor e vapor que a alta pressão gira uma turbina ligada ao gerador, produzindo assim energia elétrica, e por conta de ocorrer a queima completa do gás de síntese é liberado ao ambiente vapor de água e CO₂. Cerca de 10% dos resíduos dispostos sobram em forma de cinzas, que podem ser recicladas em outros produtos como tijolos.



O projeto de extensão “Ambientar-se” do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFU (EAS-UFU), demonstrou aos seus alunos e aos alunos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do curso técnico em meio ambiente, a importância da discussão da temática. Foi feito um levantamento de dados a respeito da problemática e com os artigos sobre o reator-termoquímico foi possível criar um estande apresentando o tema de resíduos e o maquinário. Dessa forma, o trabalho teve como intuito o processo de conscientização dos visitantes da feira ambiental e mostrar que novas tecnologias, com enfoque no reator-termoquímico e seu impacto na mudança da destinação dos resíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi executado na modalidade de extensão que foi executado pelos alunos do primeiro período do curso da graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária (EAS-UFU) juntamente com alunos do SENAI do curso Técnico em Meio Ambiente.

As etapas presentes no projeto articulado, se deu por: planejamento, realização, e a finalização com uma feira que ocorreu no SENAI. Um levantamento de dados sobre os resíduos sólidos foi estabelecido, respondendo às perguntas: “o que são?” “Qual a quantidade descartada?” “Onde é feito tal descarte?” “Quais os males causados pelo mau descarte de resíduos?” e “Tecnologias que minimizam o desgaste ambiental causado pelos resíduos?”.

Depois de ter entendimento sobre o assunto, teve início a realização dos materiais e textos que foram utilizados na feira ambiental. Para apresentação da feira foram estabelecidos três momentos de interação: 1) apresentação do tema; 2) exposição da maquete do reator; 3) jogo da memória.

A apresentação sobre resíduos sólidos e o reator termoquímico contou com um banner científico, com slides mostrando imagens ilustrativas do maquinário e com explicações em



torno da problemática dos resíduos e do funcionamento e importância do reator termoquímico.

A maquete do reator foi produzida em escala reduzida por uma impressora 3D, desenhado a partir do software Solidworks. Também foi adquirido um tijolo, com origem das cinzas do processo final do reator termoquímico.

O jogo da memória foi produzido a partir de uma impressora a laser do SENAI. Para o jogo ficar mais educativo, as peças, separadas em oito duplas, representavam diferentes formas de descarte dos resíduos, imagem do reator-termoquímico, e processos dele.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto teve como principal objetivo levar conhecimento sobre a problemática envolvida no descarte e produção de resíduos sólidos e apresentar novas tecnologias que minimizam tais problemas, incentivando o interesse dos jovens sobre esse assunto tão importante para a sociedade e para o meio ambiente. Assim, os estudantes de engenharia ambiental e sanitária, juntamente com os discentes do SENAI, os tutores e os orientadores apresentaram na Feira Ambientar-se o tema: Resíduos Sólidos e o Reator Termoquímico.

A apresentação para os visitantes foi realizada por meio de explicações sobre o que são os resíduos sólidos, exposição de dados coletados referentes a quantidade de resíduos descartados e o que estes representam na sociedade, também foi mostrado uma maquete do reator-termoquímico como uma solução sustentável (Figura 1). Foi deixado um tempo para sanar as dúvidas e curiosidades dos visitantes.

Figura 1. Estande na Feira Ambientar-se Tema: Resíduos Sólidos e o Reator Termoquímico.



Fonte: autoral

A maquete (Figura 2) representa o reator do reator termoquímico. Foi explicado por meio da maquete processos que ocorrem no reator-termoquímico, desde a entrada dos resíduos e sua transformação em CDR até a geração de energia elétrica, detalhando certos processos.

Figura 2. Maquete da parte de um reator termoquímico construído em 3D.



Fonte: autoral

Em seguida, foi proposto um jogo da memória. Na prática, o jogo foi apresentado aos participantes, com uma breve explicação sobre o que cada uma representa, depois as peças



foram viradas de cabeça para baixo e embaralhadas, quem encontrasse mais duplas em menos tempo era o vencedor. A dinâmica do jogo pelos participantes envolveu a memorização e a assimilação com o tema, já que o jogo foi interativo que estimulou o conhecimento sobre o assunto. Ao fim da apresentação os visitantes foram presenteados com um chaveiro com o símbolo da reciclagem, confeccionado por uma impressora a laser do SENAI.

Figura 3. Imagem do chaveiro com o símbolo da reciclagem.



Fonte: autoral

A apresentação sobre resíduos sólidos, juntamente com a explicação do funcionamento do reator-termoquímico e sua importância no cenário atual, contribuiu muito para o esclarecimento dos visitantes sobre a temática e a relevância do descarte correto dos resíduos.

CONCLUSÕES

O projeto desenvolvido durante o “Ambientar-se” aproximou os alunos do primeiro período de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFU, com os discentes do SENAI na “Feira Ambiental”, idealizando sua conscientização e o conhecimento sobre novas tecnologias, principalmente sobre o reator-termoquímico, uma inovação patenteada pela UFU. O contato com o público e a oportunidade de conhecer mais afundo sobre tal temática traz um grande



crescimento profissional e aproximação com o curso. Por fim, a percepção da prática de extensão se tornou bem consolidada por meio das trocas e interatividade interdisciplinar entre espaços e realidades diferentes de cada entidade e estudante envolvidos em alguma etapa do projeto.

REFERÊNCIAS

POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. PRESIDENTE DA REPÚBLICA Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. [S. l.], n. 12.305, 2 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 17 ago. 2023.

PUENTE, Beatriz. **Geração de resíduos no mundo deve chegar a 3,4 bilhões de toneladas por ano até 2050**: Em comparação a 2016, descarte deve aumentar em 70%, segundo pesquisa da International Solid Waste Association; Brasil é o maior produtor de lixo da América Latina e Caribe. 10 ago. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/geracao-de-residuos-no-mundo-deve-chegar-a-34-bilhoes-de-toneladas-por-ano-ate-2050/#:~:text=Um%20estudo%20da%20International%20Solid,bilh%C3%B5es%20de%20toneladas%2Fano%20produzidas>. Acesso em: 17 ago. 2023.

PANORAMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL 2022. [S. l.: s. n.], 2003-2022. ISSN 20. Anual. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 17 ago. 2023.

INFIESTA, Luciano R. et al. Design of an industrial solid waste processing line to produce refuse-derived fuel. **Design of an industrial solid waste processing line to produce refuse-**



derived fuel, [s. l.], v. 216, p. 715-719, 15 abr. 2019. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479719301586?via%3Dihub. Acesso em: 17 ago. 2023.

SILVA, Valdislaine M *et al.* A Gas Chromatography Method for Simultaneous Quantification of Inorganic Gases and Light Hydrocarbons Generated in Thermochemical Processes. **Sociedade Brasileira de Química**, [S. l.], v. 32, n. 6, 27 jan. 2021. Artigo, p. 1443-450. DOI <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20210015>. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/jbcs.s bq.org.br/pdf/2020-0486AR.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

SANTOS, Túlio D. Projeto da UFU e outras instituições busca estruturar usina termoquímica no Campus Glória: Cargas de cigarros apreendidas pela Receita Federal produzirão energia térmica e elétrica. Uberlândia, MG, 22 dez. 2022. Disponível em: <https://comunica.ufu.br/noticia/2022/12/projeto-da-ufu-e-outras-instituicoes-busca-estruturar-usina-termoquimica-no-campus>. Acesso em: 20 ago. 2023.



MANEJO E QUALIDADE DO SOLO



CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE TRANSECTO POSICIONADO NA ALTA BACIA DO RIO BAGAGEM

Crislayne_Aparecida_Luna¹, Alan_Silveira_²

¹Graduando - Geologia/UFU

²Professor – IG/UFU

E-mail de contato crislayneluna@ufu.br

Resumo: O desenvolvimento e distribuição dos solos estão condicionados pela evolução das paisagens. Com interesse na investigação das relações dos solos com elementos da paisagem, em especial o relevo e as rochas, o trabalho propôs a construção de um transecto para a alta bacia do rio Bagagem, localizada no Alto Paranaíba (MG). O posicionamento do transecto esteve relacionado com superfícies geomórficas previamente reconhecidas. Foram avaliados inicialmente três perfis de solos e sete pontos de tradagens, pelo qual se identificaram distintos pedoambientes, variando entre oxídicos, de paleohidromorfismo e de hidromorfismo.

Palavras-chave: Latossolos, Paleohidromorfismo, Solos hidromórficos.

INTRODUÇÃO

A análise de solos sob a perspectiva de sua gênese e distribuição envolve o estudo conjunto dos elementos que compõe a paisagem, com destaque as características geológicas e geomorfológicas. Para Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2005) a compreensão da distribuição espacial dos solos e da sua dinâmica interna exige a integração dos estudos pedológicos com outros ramos do conhecimento, principalmente dos relacionados às Ciências da Terra (VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005).

Uma das propostas metodológicas que integra as informações geológicas e geomorfológicas na investigação dos solos refere-se ao trabalho de Castro e Salomão (2000). Destaca-se, nesta oportunidade, os dois primeiros níveis do roteiro metodológico proposto pelos autores, que se referem aos procedimentos cartográficos para a compartimentação



morfopedológica, seguido de trabalhos de campo em secção longitudinal (transecto) que intercepta as unidades previamente identificadas (CASTRO; SALOMÃO, 2000). Neste sentido, os transectos referem-se a caminhamentos longitudinais que visam observar as variações espaciais dos solos em relação, sobretudo, à mudança do relevo, e de possível, alteração litológica.

A alta bacia do rio Bagagem, área selecionada para a investigação desse trabalho, possui uso direcionado à agricultura mecanizada e irrigada sobre o contexto de relevo tabular, unido à indústria florestal com o extenso cultivo de eucaliptos. Sua importância histórica também se estende para à exploração de diamante em depósitos aluvionares em suas margens (CABRAL NETO *et al.*, 2017). A área é caracterizada por extensos topos tabulares (chapadas) da Bacia Sedimentar do Paraná (ROSS, 1985) com a marcante presença de espessos Latossolos e de solos hidromórficos em planícies fluviais (MOTTA; BARUQUI; SANTOS, 2004).

Assim, com o interesse de compreender o desenvolvimento desses espessos Latossolos posicionados em extensos relevos tabulares, junto à solos hidromórficos em planícies de inundação, o trabalho apresenta dados derivados da organização de transecto para a alta bacia do rio Bagagem. O transecto foi elaborado após etapa cartográfica de integração de mapeamentos, para reconhecimento de superfícies geomórficas.

MATERIAL E MÉTODOS

A orientação metodológica seguida e adaptada comporta os dois primeiros níveis propostos por Castro e Salomão (2000), que se referem à etapa de mapeamento, sucedida da interceptação de unidades cartografadas a partir de transecto realizados em campo.

A área de estudo abrange a alta bacia do rio Bagagem, assim como canais de primeira ordem que desaguam posteriormente no rio Marrecos, ao norte e no rio Araguari, ao sul. O



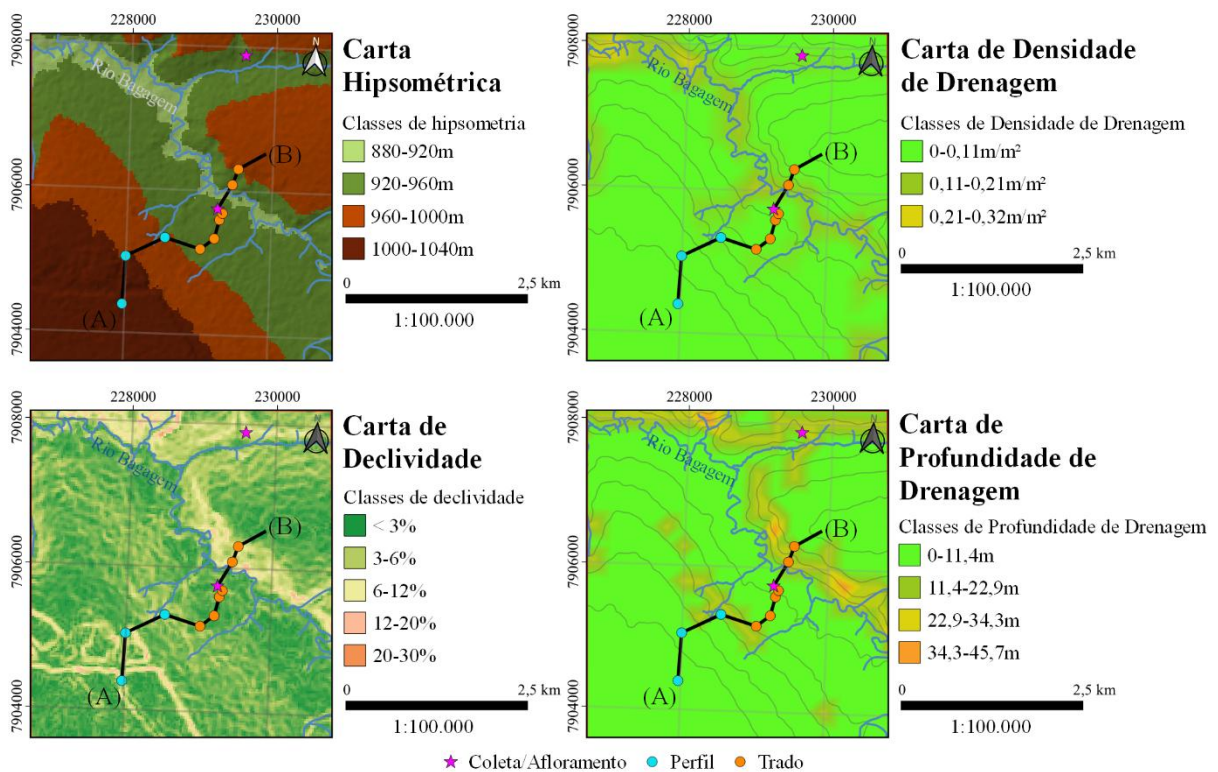
posicionamento do transecto foi definido com base no trabalho de Luna, Silveira e Petronzio (2023), que identificaram as superfícies geomórficas na área investigada a partir de mapeamentos morfométricos de declividade e hipsometria, bem como de densidade e profundidade de drenagem (HUPB, 1988). Também foram importantes para a definição do seu posicionamento as informações trazidas pelos mapeamentos de Chaves e Dias (2017) e de Motta; Baruqui e Santos (2004), que trouxeram, respectivamente, o contexto geológico e pedológico regional.

O transecto organizado é constituído por topos tabulares e vertentes assimétricas que se dirigem ao rio Bagagem. Com a definição do posicionamento do transecto, partiu-se ao campo para a descrição morfológica de perfis de solos, acompanhados de tradagens. Os procedimentos adotados em campo seguiram as recomendações de Santos *et al.* (2005), IBGE (2015) e Embrapa (2018). A partir da coleta das informações em campo, juntamente as informações cartográficas previamente identificadas, em gabinete, editou-se a representação e analisou-se a distribuição espacial dos solos no transecto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os recortes de mapeamentos morfométricos apresentados na Figura 1 demonstram as características de tabularidade dos topos e da assimetria de vertentes que se dirigem ao vale do rio Bagagem (LUNA; SILVEIRA; PETRONZIO, 2023) na área onde se posiciona o transecto. Com base nessas informações morfométricas, setorizou-se o transecto (Figura 2) em margem sul (margem esquerda do rio Bagagem) e margem norte (margem direita do rio Bagagem), que condicionaram a apresentação dos resultados adquiridos.

Figura 1– Cortes de cartas de hipsometria, declividade, densidade e profundidade de drenagem. O transecto é indicado em preto.



Fonte: Luna, Silveira e Petronzio (2023). Modificado pelos autores.

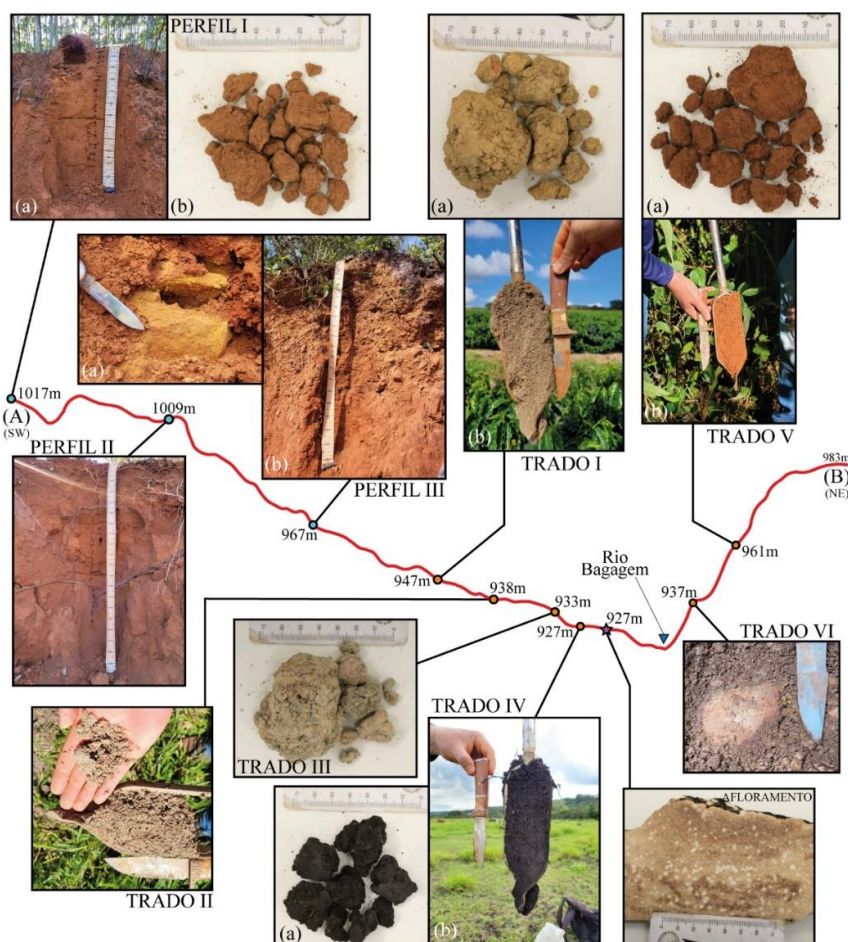
Na margem sul, as altitudes acima de 980m são marcadas por um contexto em geral de topos planos, em que cotas acima de 1000m no Triângulo Mineiro estão relacionadas com a da Superfície Sul-Americana (BRAUN, 1971). No transecto, o Perfil I (Figura 2), representa um Latossolo Amarelo Ácrico (MOTTA; BARUQUI; SANTOS, 2004), sobreposto às coberturas cenozoicas (CHAVES; DIAS, 2017), com espessura superior à 130cm, muito argiloso e de teor elevado de magnetismo. Também é registrado esse LA no Perfil II (Figura 2), que apresentou a transição mais difusa entre os horizontes.

Em direção ao vale, a margem sul se comporta como uma rampa suave, com pouca variação nos valores da declividade e apenas uma maior dissecação vertical entre as cotas de 960 e 940m. Compreendeu-se a alternância entre esses valores como resultado de camadas



lateríticas (Perfil III – Figura 2), unido de *stoneline* composta por clastos de arenito (Perfil IIIa – Figura 2) e laterita, demonstrando que já houve um retrabalhamento pretérito de materiais da bacia sedimentar.

Figura 2 – Distribuição dos solos no transecto.



Fonte: os autores.

Aproximadamente na altitude de 940m ocorre a transição entre um ambiente mais oxidico para um com resquícios de paleohidromorfismo, como observado nas imagens do Trado I (Figura 2). Ao atingir profundidades maiores no perfil, a quantidade de plintitas aumentou, mas em valores menores do que foi encontrado no Trado II, localizado na cota de



938m (Figura 2). Foi identificado um alto teor de argila para o Trado I e baixo magnetismo. Posteriormente, processos pedogenéticos atuais atuaram e possivelmente estão promovendo a latossolização desse material, permitindo assim o cultivo de café na área. Esse mesmo processo também reflete na variação do lençol freático, pelo qual não atua mais nos horizontes superiores a 100cm do Trado I, em comparação ao Trado II, em que a flutuação do lençol ainda é presente.

A proximidade com o vale torna o hidromorfismo atuante e reflete nas cotas de 930 e 910m, com transição entre Gleissolo Melânico (Trado III) e Organossolo (Trado IV), demonstrada na Figura 2. A baixa declividade nessas áreas proporciona a infiltração da água, contudo a permanência da mesma nos perfis de solo pode ser justificada pelo arenito silicificado posicionado logo abaixo (Figura 2), que inibi a percolação da água e favorece a constante emersão do lençol próximo à superfície.

Em contraste com a rampa suave da margem sul, a margem norte apresenta declividade acentuada de até 20% (Figura 1), cuja assimetria entre as vertentes é interpretada como resultado da falha mapeada por Chaves e Dias (2017). Essa margem é marcada por horizontes muito argilosos espessos que comumente superaram 100cm, caracterizados como Latossolo Vermelho Distrófico (MOTTA; BARUQUI; SANTOS, 2004) e que avançam do terço inferior até o terço médio, em 960, onde são limitados por laterita e cascalheira (Trado VI – Figura 2). Após essa ocorrência, Latossolos são observados novamente e constituem o final do transecto em 980m.

CONCLUSÕES

A disposição dos solos ilustrada pelo transecto demonstra a relação do desenvolvimento dos mesmos com a evolução da paisagem, somado ao arranjo geológico da área. O fator de maior impacto para o entendimento da dinâmica pedológica do transecto está relacionado com a oscilação do lençol freático, seja em paleosuperfícies que puderam ser



identificadas através da correlação entre os níveis lateríticos, quanto no hidromorfismo presente nas áreas de Gleissolos e Organossolos, assim como resquícios de lixiviação de Fe^{2+} derivada de água em subsuperfície no solo do Trado I (paleohidromorfismo). Contudo, outro aspecto de relevância envolve o material de origem, como é observado nas diferenças entre os Latossolos Amarelos e os Latossolos Vermelhos, respectivamente, desenvolvidos sobre as coberturas cenozoicas e micaxisto.

REFERÊNCIAS

- BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p.3-39, 1971.
- CABRAL NETO, I.; NANNINI, F.; SILVEIRA, F. V.; CUNHA, L. M. **Projeto Diamante Brasil: áreas kimberlíticas e diamantíferas do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes. Brasília:** Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2017. 230 p.
- CASTRO, S.S; SALOMÃO, F. X. T. Morphopedological compartmentation and its applicability: a methodological approach. **Geosp:** Espaço e Tempo (Online), São Paulo, n. 7, p. 27, 6 jun. 2000.
- CHAVES, M. L.; DIAS, C. H. Relatório Técnico e Mapa Geológico: Folha Estrela do Sul (SE.23-YA-IV). Escala 1:100.000. CODEMIG, 2017. 62 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Rio de Janeiro, 2018. 356p.
- HUBP, J. I. L. **Elementos de Geomorfologia Aplicada: métodos cartográficos**. México: Instituto de Geografia, 1988. 128 p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p.



LUNA, C. A.; SILVEIRA, A.; PETRONZIO, J. A. C. Características morfométricas da Alta Bacia do Rio Bagagem: subsídio à identificação de superfícies geomórficas. **Anais do 14º SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia**. No prelo, 2023.

MOTTA, P. E. F.; BARUQUI, A. M.; SANTOS, H. G. dos. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2004

RUHE, R.V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. **Soil Science**, 82:441–455. 1956.

ROSS, J.L.S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, 1985, v.4, p. 25-39.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo – SIBCs, 5ª ed. 2005.

SCHAETZL, R.J.; ANDERSON, S. **Soils: genesis and geomorphology**. New York, NY: Cambridge University press, 2005.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4. p. 145-192.



EFEITOS DO CHORUME DE COMPOSTEIRA NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE FEIJÃO CARIOCA (*Phaseolus vulgaris* L.)

Guilherme Costa Santos¹, Dayane Cristine Silva², Giovanna Andreoli³,
Maria Eduarda Basílio⁴, Vanessa Granville Pazeto⁵

¹Mestrando – PPGMQ/UFU

²Mestranda – PPGGB/UFU

^{3, 4 e 5} Graduanda – Ciências Biológicas/INBIO/UFU

E-mail de contato: guilhermecostasantos@ufu.br

Resumo: A aplicação de chorume como biofertilizante na agricultura é uma das transformações visando impulsionar a adoção de sistemas produtivos sustentáveis, pautado em valores ambientais, econômicos e sociais. Este estudo objetivou avaliar os efeitos do chorume de composteira na germinação e desenvolvimento de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) Para isso, foram utilizadas 200 sementes germinadas em um delineamento fatorial 2x2, nas condições de sementes expostas e não expostas (enterradas), e condições de aplicação de água destilada (controle) e chorume. Os tratamentos de sementes expostas e enterradas com chorume apresentaram diferença significativa na germinação, indicando que a exposição da semente nessa condição afetou negativamente sua germinação. O tratamento controle e com chorume com sementes enterradas apresentaram diferenças significativas no peso de massa fresca, indicando efeito positivo do chorume no peso dos feijoeiros.

Palavras-chave: Fertirrigação, compostagem, agricultura.

INTRODUÇÃO

Com o reconhecimento crescente e a ampliação da conscientização sobre a importância dos valores ambientais, econômicos e sociais em âmbito global, observa-se uma forte tendência em direção a mudanças significativas na forma de uso da terra, impulsionando a adoção de sistemas produtivos sustentáveis (RIBASKI *et al.*, 2001).

A compostagem surge como um componente desse contexto, apresentando potencial de aplicação na agricultura. A compostagem envolve a decomposição microbiana da matéria



orgânica, permitindo a segregação dos resíduos sólidos. Desse processo é possível o aproveitamento do chorume como biofertilizante líquido, produto derivado da degradação da matéria orgânica, apresentando uma alta composição e poder de fertilização, com potencial uso na agricultura (CAPRARA *et al.*, 2015; CRUZ *et al.*, 2019).

Dessa forma, este estudo objetivou avaliar os efeitos de chorume bruto de composteira doméstica na germinação e desenvolvimento de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições de semeadura na superfície do solo e enterrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo em uma zona residencial do município de Uberlândia, MG entre os meses de maio e junho de 2023.

Utilizou-se de um delineamento fatorial 2x2, visando avaliar sob as condições de sementes semeadas na superfície (exposta) e enterradas, sob ação de chorume bruto e controle com água destilada. O esquema fatorial totalizou 4 tratamentos com 5 repetições cada, sendo semeadas 10 sementes em cada parcela de repetição, totalizando 200 sementes de feijão semeadas. Os tratamentos foram nomeados conforme quadro 1.

Quadro 1 - Nomeação dos tratamentos utilizados na pesquisa

Tratamento	Especificação das sementes expostas e sua aplicação
EX-CON	Semente exposta com água destilada (controle)
EX-CHO	Semente exposta com chorume de composteira doméstica
EN-CON	Semente enterrada com água destilada (controle)
EN-CHO	Semente enterrada com chorume de composteira doméstica

Fonte: Autores.

Em bandejas semeadoras de poliestireno com células individualizadas foram preenchidas 200 células com terra vegetal (Capacidade de retenção de água = 60% peso/peso



e Capacidade de Troca Catiônica = 200 mmol/kg), na qual foram semeadas aleatoriamente 200 sementes de feijão carioca de marca comercial, classe cores, tipo 1, obtidos em rede atacadista. As bandejas semeadoras foram condicionadas ao mesmo local durante todo o experimento com intuito de minimizar possíveis variações ambientais entre os tratamentos.

A irrigação nos tratamentos controles ocorreu todos os dias, aplicando-se 3mL de água destilada. Nos tratamentos com chorume aplicou-se 3mL de chorume bruto proveniente de composteira doméstica, caracterizada por caixas digestoras com ação de minhocas californianas (*Eisenia fetida*). Nas aplicações de chorume foi respeitado um intervalo de 4 dias por aplicação, realizando a irrigação com água destilada entre os dias de aplicação do chorume bruto.

Observou-se a germinação e o crescimento vegetal dos feijoeiros durante 17 dias. Após o ensaio, todo o material vegetal foi coletado e levado ao Laboratório de Qualidade Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia, onde realizou-se contagem de sementes germinadas, a medição do comprimento total (paquímetro) e peso fresco dos indivíduos germinados (balança analítica de precisão). Considerou-se sementes germinadas apenas aquelas com protrusão de radícula com comprimento superior a 2mm (BRASIL, 2009).

A análise estatística consistiu na construção de sumário estatístico básico de germinação, comprimento total e peso fresco, contendo média, mediana, desvio-padrão, variância e porcentagem das observações nos 4 tratamentos.

Com os dados amostrais, para germinação, comprimento total e peso de massa fresca priorizou-se verificar por meio de testes estatísticos se ocorria diferenças significativas entre os tratamentos com chorume comparados ao tratamento controle respectivo (exposta ou enterrada): *EX-CON* x *EX-CHO* e *EN-CON* x *EN-CHO*.

Além disso, foi verificada se houve diferença entre tratamentos com mesma aplicação (controle/água destilada ou chorume), mas com variação de posição de semeadura da semente (exposta ou enterrada): *EX-CON* x *EN-CON* e *EX-CHO* x *EN-CHO*.



A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk a um nível de significância de 5%. Quando observada a normalidade dos dados, utilizou-se o teste T para amostras independentes a um nível de significância de 5%, verificando homogeneidade da variância. Quando não observada a normalidade dos dados, optou-se pelo uso do teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney (Teste U) com significância de 5%. As análises foram realizadas por meio do programa de estatística Action 2.9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta um sumário estatístico básico baseado nos valores médios de sementes germinadas nos diferentes tratamentos.

Tabela 1 - Sumário estatístico básico baseado nos valores médios de sementes germinadas nos diferentes tratamentos

Germinação						
Tratamento	Média	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Porcentagem	Normalidade ¹
EX-CON	9,6	10	0,8944	0,8	96%	Não normal
EX-CHO	5,2	5	1,3038	1,7	52%	Normal
EN-CON	9,2	10	1,0954	1,2	92%	Não normal
EN-CHO	7,4	8	1,5166	2,3	74%	Normal

¹ Teste de normalidade de Shapiro-Wilk
Fonte: Autores.

Por meio do teste U ($\alpha = 0,05$), observou-se que nas condições de semente exposta, houve diferença significativa da distribuição (mediana) do tratamento controle EX-CON em relação ao tratamento EX-CHO ($U = 25$; p-valor = 0,0095), indicando que a aplicação de chorume possa ter influenciado na menor mediana de germinação em tal tratamento. Nas condições em que a semente foi enterrada, não houve diferença na mediana de germinação entre o tratamento EN-CON com o tratamento e EN-CHO ($U = 21$; p-valor = 0,0807).



Com a finalidade de verificar se houve diferença de germinação entre tratamentos com mesma aplicação (controle/água destilada ou chorume), mas com variação de posição de semente da semente (exposta ou enterrada), verificou-se por meio do teste U ($\alpha = 0,05$) que não há diferença significativa entre os tratamentos EX-CON e EN-CON ($U = 15$; $p\text{-valor} = 0,6005$).

Para a comparação EX-CHO e EN-CHO, foi detectado pelo teste T uma diferença significativa ($T = -2,4597$; $p\text{-valor} = 0,0393$) entre os tratamentos, indicando que sob a aplicação de chorume, as sementes expostas apresentaram uma menor média de germinação comparado àquelas que foram enterradas, ou seja, um indicativo de que a aplicação de chorume em sementes expostas afetou negativamente sua germinação.

Durante o ensaio, observou-se que o tegumento das sementes expostas no tratamento EX-CHO apresentava deposição de chorume que acabava secando, o que pode ter dificultado o processo de embebição das sementes pela formação de uma camada ressecada de chorume.

Conforme Vaso *et al.* (2021), os biofertilizantes podem apresentar alta condutividade elétrica, caracterizando a presença de sais e conforme Soares Filho *et al.* (2016), a maior presença de sais pode acarretar diminuição do potencial osmótico, interferindo na absorção de água e inibindo a germinação e demais processos fisiológicos. Dessa forma, a possível presença de sais no chorume de composteira pode ter influenciado no potencial osmótico das sementes, afetando o processo de embebição.

As tabelas 2 e 3 apresentam respectivamente um sumário estatístico básico dos valores de comprimento total (cm) e peso (g) nos diferentes tratamentos.

Tabela 2 - Sumário estatístico básico de comprimento total (cm) e peso de massa fresca (g)

Comprimento total (cm)					
Tratamento	Média	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Normalidade ¹
EX-CON	15,0500	18,3	8,6331	74,5302	Não normal
EX-CHO	8,4920	1,2	9,9842	99,6849	Não normal
EN-CON	27,2065	27,6	5,6854	32,3237	Normal



EN-CHO	29,0757	28,2	4,4123	19,4680	Normal
Peso (g)					
Tratamento	Média	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Normalidade¹
EX-CON	0,9611	1,007	0,4311	0,1858	Não normal
EX-CHO	0,7511	0,533	0,4315	0,1862	Não normal
EN-CON	1,3708	1,371	0,4383	0,1921	Normal
EN-CHO	1,6081	1,632	0,3365	0,1132	Normal

¹ Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Fonte: Autores.

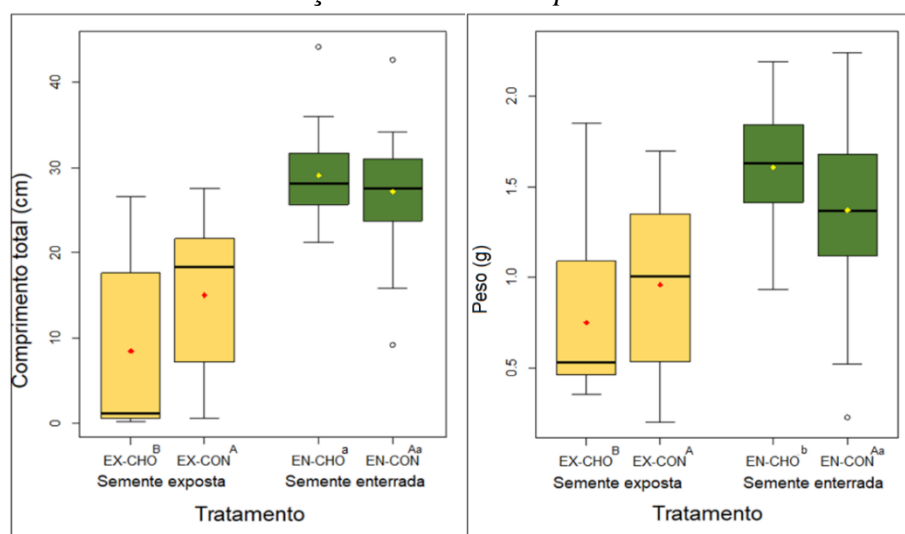
Foi verificado estatisticamente a ocorrência de diferença de comprimento total e peso de massa fresca dos tratamentos com chorume comparados aos tratamentos controles respectivos (Figura 1).

Nas condições de semente exposta, observou-se diferença significativa da distribuição (mediana) do tratamento controle EX-CON em relação ao tratamento EX-CHO por meio do teste U para a variável comprimento total ($U = 345,5$; $p\text{-valor} = 0,0031$) e para a variável peso de massa fresca ($U = 418,5$; $p\text{-valor} = 0,0354$), indicando que a aplicação de chorume possa ter influenciado na menor mediana de comprimento total e peso de massa fresca.

Nas condições em que a semente foi enterrada, para a variável comprimento total não houve diferença significativa entre o tratamento EN-CON e EN-CHO ($T = -1,6408$; $p\text{-valor} = 0,1047$) pelo teste T, indicando que a adição de chorume não ocasionou em mudanças significativas no comprimento total médio.



Figura 7 - Diferença de comprimento total e peso dos tratamentos com chorume comparados ao controle nas condições de semente exposta e semente enterrada



^{A B} Letras maiúsculas diferentes das letras dos tratamentos controle indicam diferença significativa pelo teste U.

^a Letras minúsculas diferentes das letras dos tratamentos controle indicam diferença significativa pelo teste T.

Fonte: Autores.

Para a variável peso de massa fresca foi observada diferença significativa entre o tratamento EN-CON com o tratamento EN-CHO ($T = -2,7111$; $p\text{-valor} = 0,0082$) pelo teste T, indicando que a aplicação de chorume influenciou no maior valor de média do peso no tratamento EN-CHO.

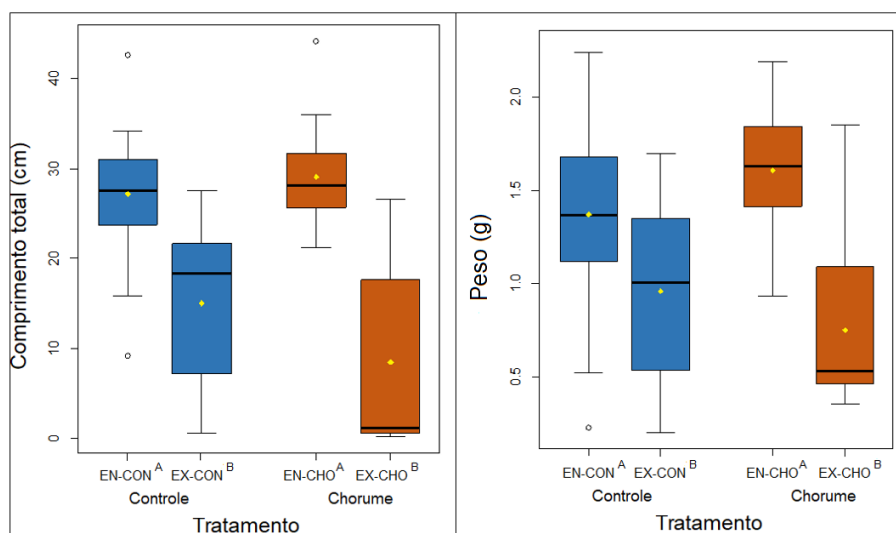
De acordo Cruz *et al.* (2019), o chorume tem capacidade de auxiliar no crescimento vegetal, possibilitando retenção de matéria orgânica no solo, disponibilizando nutrientes às plantas, favorecendo sua maturação biológica. Tais observações dos autores corrobora as observações deste estudo, indicando que a aplicação do chorume em semente de feijão enterradas favorece no aumento do peso de massa fresca.

Por meio do teste U ($\alpha = 0,05$) foi verificada diferença de comprimento total e peso de massa fresca entre tratamentos com mesma aplicação (controle/água destilada ou chorume), mas com variação de posição de semente (exposta ou enterrada) (Figura 2).



Para a variável comprimento total verificou-se que há diferença significativa entre os tratamentos EX-CON e EN-CON ($U = 1992$; $p\text{-valor} = 1,9009 \cdot 10^{-11}$) e EX-CHO e EN-CHO ($U = 31,5$; $p\text{-valor} = 6,4397 \cdot 10^{-10}$); para a variável peso de massa fresca também se verificou que há diferença significativa entre os tratamentos EX-CON e EN-CON ($U = 1642,5$; $p\text{-valor} = 4,7164 \cdot 10^{-5}$) e EX-CHO e EN-CHO ($U = 75$; $p\text{-valor} = 7,3806 \cdot 10^{-10}$), indicando que sob uma mesma aplicação (água destilada ou chorume), a diferença de posição de semeadura influenciou na mediana do comprimento total e do peso de massa fresca entre os tratamentos.

Figura 8 - Diferença de comprimento total e peso de massa fresca entre tratamentos com mesma aplicação com variação de posição de semeadura



^{A B} Letras maiúsculas diferentes indica diferença significativa entre os tratamentos pelo teste U.
Fonte: Autores.

Em aspectos gerais, todos os tratamentos da semeadura exposta apresentaram menores valores de comprimento total e peso de massa fresca em comparação aos tratamentos pares nas condições de sementes enterradas.



Segundo Caramori, Gonçalves e Faria (2003), condições desfavoráveis durante a germinação logo após a semeadura, podem interferir drasticamente no desenvolvimento do indivíduo. Dessa forma, as sementes expostas estavam sujeitas as maiores flutuações de umidade do ar e temperatura, que poderia ter interferido em seu processo de germinação e posterior desenvolvimento.

CONCLUSÕES

De modo geral, o chorume de composteira pode apresentar efeitos diferentes na germinação, comprimento e peso do feijão carioca, a depender de condicionantes ambientais. Em condições de sementes expostas, a aplicação do chorume provocou diminuição na germinação, comprimento total e peso do feijão, enquanto em condições de sementes enterradas, o chorume propiciou aumento do peso de massa fresca.

As observações instigam a necessidade de novos estudos para entendimento dos efeitos dos biofertilizantes na germinação de cultivares, possibilitando avanços para a produção sustentável.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 365 p. 2009.

CAPRARA, P. T.; REICHERT, G. A.. A compostagem como alternativa de tratamento de resíduos sólidos urbanos orgânicos: considerações para projetos futuros de unidades de triagem e compostagem. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5. Anais...* Porto Alegre/RS: Ibeas, 2015. p.1-11.

CARAMORI, P.H.; GONÇALVES, S.L.; FARIA, R.T.F. **Zoneamento Agrícola do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. 76 p.



CRUZ, R. F.; GERUDE NETO, O. J. A.; FREITAS, S. J. N.; RODRIGUES, J. B.; SILVA, D. L. L.. A aplicabilidade do chorume oriundo do processo de compostagem biofertilizante orgânico para agricultura sustentável. **Nature and Conservation**, v.12, n.3, p.37-48, 2019.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.61-67, set./out. 2001.

SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; MIRANDA, R. S. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. *In*: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p. 259-274.

VASO, L. M.; BITENCOURT, G. A.; GUIDORISSI, N. S. Avaliação da germinação de milho e feijão sob efeito de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.8, n.18, p. 371-380, 2021.



EFEITO DO PÓ DE BASALTO NA PRODUÇÃO DE TOMATE

Adriane de Andrade Silva¹ Mara Lúcia Martins Magela² Ravisa de Oliveira Magalhães³

¹ Professora da Universidade Federal de Uberlândia - UFU – ICIAG

² Coordenadora de Agricultura e Educação Ambiental da Prefeitura Municipal de Uberlândia

³ Técnica em Agropecuária da Prefeitura Municipal - MG

¹ Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6248249670869207>

Resumo: O tomate é uma cultura em que muito se fala da aplicação de agroquímicos, porém com a utilização do pó de basalto que é rico em silício pode-se melhorar a resistência a pragas e aumentar a produtividade. Objetivou-se avaliar a aplicação de pó de basalto em diferentes doses na cultura do tomate de mesa. Instalou-se um experimento com tomate e cinco tratamentos de diferentes doses de pó de basalto, equivalente à zero, 2,5; 5; 7,5 e 10 toneladas por hectare. Observou-se diferença no peso dos frutos e na produtividade. Além de uma redução no número de frutos descartados em função de defeitos. Conclui-se que o uso de pó de basalto é um insumo de importância para o cultivo de tomate.

Palavras-chave: Remineralizador de solo, cultivo sustentável, insumo orgânico.

INTRODUÇÃO

A grande preocupação com o meio ambiente, atualmente, impõe uma série de restrições, principalmente ao setor agropecuário, onde o aproveitamento de resíduos por meio da reciclagem biológica para posterior utilização na agricultura é a condição para tornar esta atividade sustentável (GÜL et al., 2007).

A pesquisa com insumos sustentáveis e nacionais são fundamentais para dar suporte as novas demandas de manejos agropecuários. E o pó de basalto é abundante na região de Uberlândia, e demonstrou por meio de pesquisas possuir um potencial de estruturação do solo, redução do uso de agroquímicos possibilitando uma maior produtividade. Entre as possibilidades de insumos sustentáveis encontram-se os fertilizantes orgânicos (esterços,



águas residuárias, compostos produzidos por diversos produtos como lixo orgânico, poda de árvores e gramas, resíduos da agroindústrias (polpas de frutas, bagaço de cana), resíduos de estações de tratamento de esgoto (lodo de esgoto), entre outros. Também há resíduos da mineração como o gesso agrícola, silicatos, e muitos outros pó de rochas vindo do processamento do Basalto, apatita, verdete, fotolito, que tem a vantagem de elevada disponibilidade e custo baixo, e podem ser utilizados em diferentes sistemas inclusive a agricultura orgânica.

A utilização de pó-de-basalto pode ser realizada para estabelecer o equilíbrio de minerais no solo e renovar solos pobres ou degradados (PRATES et al. 2012, HANISCH et al. 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de tomate (instalado em 15 de setembro de 2021) foi conduzido em área de agricultura familiar (no assentamento PA Rio das Pedras) em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 12 repetições.

Para correção da acidez do solo foi utilizado o equivalente a 966 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico aplicado junto com composto orgânico à base de cama de aviário em quantidade equivalente a 5.500 kg ha⁻¹. As doses de Pó de Basalto avaliadas foram de 2,5 a 10 t ha⁻¹ distribuídas em 4 tratamentos (T1 a T4) e comparadas com um tratamento sem aplicação de basalto (T0).

As doses de Pó de Basalto utilizadas por tratamento foram adicionadas por cova (0,4 m x 0,4 m), nas seguintes quantidades:

T0 – Sem de Pó de Basalto

T1 – 2,5 t ha⁻¹ de pó de Basalto – 40 gramas de Pó de Basalto

T2 – 5 t ha⁻¹ de pó de Basalto – 80 gramas de Pó de Basalto

T3 – 7,5 t ha⁻¹ de pó de Basalto – 120 gramas de Pó de Basalto



T4 – 10 t ha⁻¹ de pó de Basalto – 160 gramas de Pó de Basalto

O transplante ocorreu uma semana depois da abertura das covas e os tratamentos culturais seguiram de acordo com a necessidade da cultura e o praticado pelo produtor.

Considerando-se o ciclo produtivo da planta de 150 dias aproximadamente, as avaliações se deram em duas etapas: uma no início da maturação (56 dias após o transplante-DAT) e outra no fim do ciclo (24 dias após a primeira coleta). Os parâmetros avaliados foram altura de planta, peso dos frutos e número de frutos – neste último, foi realizada também a classificação dos frutos em função do seu tamanho e viabilidade comercial.

Ao final das avaliações, os dados foram submetidos ao teste de F a 0,05 de significância, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011). Realizou-se o teste de Scott-Knott para comparação entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as características do tomate em função da aplicação de Pó de Basalto, observou-se que para a altura de planta, nas duas épocas avaliadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos (tabela 1). Entretanto, o peso de frutos destacou-se com a aplicação das doses de 2,5; 5 e 7,5 t ha⁻¹ de Pó de Basalto, sendo superior (estatisticamente) ao tratamento de 10 t ha⁻¹ e à ausência de aplicação de Pó de Basalto.

Tabela 1. Altura de plantas (cm) e Peso de frutos (kg) em duas épocas de avaliação em um ciclo de cultivo de tomate após aplicação de diferentes doses de Pó de Basalto da Região de Uberlândia – MG.

Tratamentos	Altura de planta época 1	Altura de planta época 2	Peso* de frutos época 1	Peso* de frutos época 2
	cm ^{ns}	cm ^{ns}	kg	kg



Controle (Sem aplicação)	105,25	140,00	1,66 c	0,50 d
2,5 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	108,25	152,33	2,56 a	0,48 d
5,0 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	108,92	152,33	2,77 a	1,16 b
7,5 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	109,83	143,33	2,22 b	1,30 a
10 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	107,67	159,00	1,68 c	1,08 c
CV(%)	9,19	9,83	9,78	2,18
Média	107,98	149,40	2,17	0,90

DAT: Dias após o transplântio. *Resultado de uma amostragem com 4 plantas. ^{ns}: não significativo as colunas sem letras pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade; Média seguidas de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Época 1: início da maturação (56 dias após o transplântio-DAT) e época 2 no fim do ciclo (24 após a primeira coleta).

Na primeira época de avaliação (56 dias após o transplântio-DAT), as doses de 2,5 e 5 t ha⁻¹ proporcionaram incrementos de 54% e 67% no peso de frutos em relação ao controle (tratamento sem Basalto), respectivamente. Enquanto que na época 2 (24 dias após a primeira colheita), as plantas que receberam a aplicação de 7,5 t ha⁻¹ de Pó de Basalto apresentaram 160% superior no peso de frutos do que os obtidos nas plantas do tratamento controle (Tabela 1). No entanto, considerando que o produtor rural faz mais de uma colheita por planta, o tratamento que apresentou melhor produção na primeira e segunda colheita foi o de 5 t ha⁻¹ que sobressaiu em 81,94% em relação à média de peso da colheita do tratamento sem aplicação do Pó de Basalto.

Quanto ao número de frutos total, a dose de 2,5 t ha⁻¹ foi superior (estatisticamente) aos demais tratamentos. Esta dose proporcionou 64% mais frutos do que o observado com a ausência de aplicação de Pó de Basalto (Tabela 2).



Tabela 2. Número de frutos e classificação por tamanho dos frutos em grande, médio, pequenos e descarte em um ciclo de cultivo de tomate após aplicação de diferentes doses de Pó de Basalto da Região de Uberlândia – MG.

Tratamentos	Número de frutos	Classificação			
		Grande (>80 mm diâmetro transversal)	Média 60 e 80 (mm diâmetro transversal)	Pequena 60-40 (mm diâmetro transversal)	Descarte (com danos e sem valor comercial)
-----Unidade-----					
Controle (Sem aplicação)	59 d	5 e	30 b	9 c	15 a
2,5 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	97 a	45 b	40 a	10 b	2 d
5,0 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	90 b	62 a	8 d	15 a	5 c
7,5 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	74 c	21 d	40 a	5 d	8 b
10 t ha ⁻¹ de pó de Basalto	49 e	34 c	13 c	1 e	1 e
CV(%)	1,21	2,65	3,35	7,13	11,78
Média	73,80	33,80	26,13	8,87	5,80

^{ns} = não significativo as colunas sem letras pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade; Média seguidas de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade; Época 2 – 06/12 – segunda época de maturação do tomate.

Na classificação de frutos, as doses de 2,5 e 5,0 t ha⁻¹ foram as aplicações que proporcionaram o maior número de frutos classificados como “Grandes” e “Médios”, ou seja, de maior valor comercial. Além disso, foi observado menor número de descarte em relação ao tratamento sem a aplicação de Pó de Basalto (Tabela 2).



Esses resultados indicam que doses entre 2,5 e 5 t ha⁻¹ de Pó de Basalto podem contribuir para o desenvolvimento desta cultura proporcionando aumento na produtividade e na qualidade final (classificação) do tomate. Avaliando os resultados das melhores doses (2,5 e 5 t ha⁻¹) conclui-se que o tratamento com 2,5 t ha⁻¹ teve melhor aproveitamento em termos de quantidade de frutos grandes e médios. Esse tratamento fomentou a produção de 97 frutos onde 87,62% deles apresentaram classificação de mercado (grandes e médios), enquanto que na dose de 5,0 t ha⁻¹, que houve produção de 90 frutos, 77,78% deles tiveram classificação comercial.

Os dados da tabela 8 indicam que a quantidade de frutos grandes na primeira e segunda colheita, nos tratamentos com aplicação do pó de Basalto nas doses de 2,5 e 5,0 t ha⁻¹, foram respectivamente, 800% e 1140% maiores quando comparado com o tratamento controle (sem Basalto). Já os frutos médios, as doses que se destacaram foram de 2,5 e 7,5 t ha⁻¹ de pó de Basalto, resultando em um incremento de 33% em relação à testemunha.

Diante destas respostas, destaca-se a importância de se direcionar as pesquisas para o efeito residual do Pó de Basalto nesta cultura. Por isso, para comprovação científica, deve-se ter muito cuidado na indicação da dose a ser utilizada, pois o efeito da aplicação depende tanto da dose quanto da cultivar, periodicidade e avaliações por no mínimo 3 ciclos de cultivo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso de pó de basalto é um insumo de importância para o cultivo de tomate. Contribuindo com a produtividade, a qualidade e o tamanho dos frutos. Além do aspecto geral da Cultura.

Agradecimentos: A Prefeitura Municipal de Uberlândia e a Secretaria de Agronegócios e Inovação pelo apoio e parceria no desenvolvimento desse projeto.

REFERÊNCIAS



GÜL, A.; KIDOGLU, F.; ANAÇ, D. Effect of nutrient sources on cucumber production in different substrates. *Scientia Horticulturae*, v.113, p. 216-220, 2007.

PRATES FBS et al. 2012. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica* 43: 207-213.

RAFAEL JA et al. 2012. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Editora Holos. 810p.

HANISCH AL et al. 2013. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 3: 100-107



FONTES DE BORO EM EUCALIPTO

Tamires Gomes Viana Rezende¹, Barbara Caetano Silva², José Geraldo Mageste da Silva³, Vitor Augusto Cordeiro Milagres⁴, Rilner Alves Flores⁵, Fabiano Silvestrin⁶, Eduardo César Medeiros Saldanha⁷, Victor Correa do Amaral⁸

¹Graduanda – Agronomia/UFU

²Graduanda – Agronomia/UFU

³Professor – ICIAG/UFU

⁴Doutorando – EA/UFG

⁵Professor - EA/UFG

⁶Pesquisador-doutor – US Bórax/Chicago USA

⁷Pesquisador-doutor – US Bórax/Chicago USA

⁸Pesquisador-doutor – US Bórax/Chicago USA

E-mail de contato tamiresreende@gmail.com

Resumo: O eucalipto é espécie florestal mais plantada no Brasil. Um dos principais problemas em suas plantações é a seca de ponteiro, que causa a morte das brotações terminais, e pode ser provocada pela deficiência de boro. Visando estudar fontes mais eficientes de boro foi instalado um experimento em Uberlândia, MG sob Neossolo Quartzarênico. Foram testadas três fontes: ulexita, tetraborato de sódio e ácido bórico. A avaliação dos resultados se deu por inventários periódicos e análises de solos e de tecido vegetal. Os resultados parciais no eucalipto em idade juvenil indicam que a melhor fonte foi tetraborato de sódio, aplicado em dose de 800 kg.ha⁻¹ no plantio. É importante ressaltar que a alta demanda de boro em condições ótimas de umidade do solo induziu o aparecimento de sintomas de deficiência aos 12 meses demonstrando que em condição boa de umidade do solo houve uma maior demanda deste nutriente causando deficiência.

Palavras-chave: eucalipto, boro, produção florestal.

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* faz parte de um grande grupo de espécies arbóreas, da família botânica Myrtaceae. De origem australiana, seus primeiros plantios no Brasil se deram em meados do século XIX, nas regiões Sul e Sudeste do país (EMBRAPA, 2019). No ano de



2021, de acordo com a Indústria Brasileira de Árvores – IBA, o Brasil bateu o recorde de 9,93 milhões de hectares cultivados, sendo que o eucalipto abrange uma área de mais de 7,50 milhões de hectares, o que representa mais de 70% de toda área plantada do país, sendo que os outros 30% são constituídos, principalmente, pelo gênero *Pinus* e outras espécies arbóreas (IBA, 2022)

A silvicultura brasileira é conduzida com o objetivo central de reconstituição de florestas e produção de madeira. Não somente de florestas plantadas, mas também de reserva de áreas nativas e naturais, e isso é cada vez mais impulsionado pelos setores de produção de madeira para papel e celulose, mas também possui outras finalidades, como energia, serralheria, medicamentos e entre outros.

Os benefícios relacionados a escolha do eucalipto pelas empresas dos principais setores de importância econômica do Brasil, estão associados ao seu rápido crescimento, capacidade de adequação nas mais variadas regiões e potencial econômico, devido a sua alta capacidade de produção, que exige menores custos e proporciona um bom retorno do investimento (EMBRAPA, 2019).

Com o melhoramento genético e boas práticas de manejo como a adubação, é possível o uso de clones com alta performance. Estes estão sendo cada vez mais procurados para suprirem algumas demandas ambientais decorrentes a influência climatológica ou da menor exigência em alguns nutrientes e resistência a déficits hídricos, ventos, geadas e entre outros fatores abióticos e bióticos que podem reduzir significativamente a produtividade das florestas.

O boro é um dos nutrientes de grande importância para o desenvolvimento do eucalipto, principalmente em áreas que estão passando por estresse hídrico, pois ele permite uma melhor regulação da perda de água. Diante da grande importância deste micronutriente para a eucaliptocultura, este trabalho objetiva conhecer qual a resposta à fertilização de boro, usando-se diferentes fontes sob a ótica do melhoramento nutricional.



MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi instalado no município de Uberlândia, MG. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico. O plantio foi realizado no começo do ano de 2021, em fevereiro, no espaçamento de 3,4 m x 2,3 m. Foram usados 4 tratamentos, sendo três fontes de boro e um tratamento controle, ou seja, sem adição de boro, para devidas comparações. As fontes utilizadas foram: ulexita com 10% de B, granulada; ácido bórico com 17% de B, em pó; e tetraborato de sódio com 15% de B, granulada. Foram usadas 6 repetições por tratamento. As plantas receberam no leito do sulco de plantio, a 40 cm de profundidade: 380 kg ha⁻¹ do formulado NPK 9:18:15 + 135 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples (SS) + 06% S + 03 Cu kg ha⁻¹ + 03 Zn kg ha⁻¹. Por sua vez, o boro de plantio foi aplicado em duas covetas laterais à muda, na dose de 800 g ha⁻¹ dentro de sua fonte na primeira semana do plantio excetuando-se o tratamento controle.

Para análise de tecido vegetal, as folhas maduras indicativas de nutrição (“folhas amostras”) foram coletadas no final de fevereiro de 2022, duas em cada quadrante do terço médio da copa das árvores, em torno de 200 folhas de cada parcela.

Na determinação de N e B, além de P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe e Mn foram utilizados as metodologias de Malavolta e EMBRAPA, respectivamente (MALAVOLTA, 1989; SILVA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 12 meses foram encontradas algumas plantas com seca de ponteiro, conforme mostrado na Figura 1, a seguir. Este comportamento não teve um padrão de ocorrência entre todos os tratamentos. Era de se esperar que fosse mais frequente nas parcelas testemunhas, já que o solo possuía apenas 0,12 mg/dm³ de boro, apontado como abaixo do nível crítico para este nutriente no solo (SILVEIRA et al., [20-]).



Figura 1 - Perda da dominância apical observado aos 12 meses de idade.



Fonte: MILAGRES (2022)

Os resultados das análises foliares para cada fonte de boro mostraram que as concentrações de boro nas folhas foram idênticas para a fonte ulexita e para a testemunha.

Todavia houve diferença estatística entre os tratamentos com Tetraborato e Ácido bórico em relação ao tratamento sem boro, sendo que houve maior absorção de boro nas duas primeiras fontes. Isso pode ser explicado pela maior solubilidade destas fontes em comparação com a ulexita naquela condição de boa precipitação neste solo areno-argiloso.

As concentrações nutricionais observadas (Tabela 1) na área experimental aos 12 meses para todas as fontes encontram-se em faixas de suficiência que representam um crescimento relativo de 90% de acordo com metodologia proposta por alguns pesquisadores (FERNANDES, 2010; GALDINO, 2015).



Tabela 1 - Concentrações de nutrientes nas folhas de eucalipto, aos 12 meses de idade, segundo a variação da fonte de Boro e na testemunha. Iguais letras na coluna não diferem entre si.

Tratamentos	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	S g/kg	B Mg/kg	Cu Mg/Kg	Fe Mg/kg	Mn Mg/kg	Zn Mg/kg
Ulexita	18,45 ab	1,23 a	7,68 a	9,90 a	2,25 a	0,92 a	27,89 ab	6,17 a	87,52 a	567,66 a	22,86 a
Ácido bórico	19,33 a	1,33 a	8,23 a	10,87 a	2,38 a	1,05 a	30,41 a	6,24 a	83,60 a	581,76 a	14,96 a
Tetraborato	19,35 a	1,32 a	8,32 a	10,44 a	2,40 a	1,01 a	30,45 a	6,30 a	78,96 a	487,74 a	15,09 a
Testemunha	17,61 b	1,22 a	7,64 a	10,09a	2,24 a	0,89 a	23,00 b	6,10 a	73,42 a	513,48 a	13,44 a

Fonte: MILAGRES (2023)

CONCLUSÕES

1. A fonte menos solúvel proporcionou uma menor concentração de boro nas folhas aos 12 meses.
2. Houve uma interação sinérgica entre boro e nitrogênio na folha de eucalipto até o final do primeiro ano de cultivo.
3. O tetraborato foi a fonte mais eficiente de fornecimento do boro.
4. A alta demanda de boro em condições ótimas de umidade do solo induziu o aparecimento de sintomas de deficiência quando do crescimento inicial.



Agradecimentos: Os autores agradecem ao Programa Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de PIBIC, a Eldorado Brasil S.A e a Rio Tinto (US Borax) pelo custeio do Projeto.

REFERÊNCIAS

CASTANHO, F. P.; GOMES, D. M.; DIAS, R. D. C. **Qual o clone de eucalipto ideal?** Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/qual-o-clone-de-eucalipto-ideal/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

EUCALIPTO. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferecia-de-tecnologia/eucalipto>. Acesso em: 07 ago. 2023.

FERNANDES, Loane Vaz. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto.** 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Solo e Nutrição de Plantas) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5440/1/texto%20completo.pdf>, Acesso em: 10 ago. 2023.

GALDINO, Mônica Pontes. **Valores de referência e faixas de suficiência para avaliação do estado nutricional da cultura do eucalipto no Brasil.** 2015. 66 f. Tese (Doutorado em Solo e Nutrição de Plantas) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/10362/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual Iba 2022.** São Paulo: Café Art, 2022. 96 p. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

JUNIOR, Joel Ferreira Penteadó (org.). **Perguntas e respostas.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferecia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas#:~:text=As%20esp%C3%A9cies%20de%20eucalipto%20mais%20apropriados%20para%20essa%20finalidade%20s%C3%A3o,de%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20madeira%20adulta..> Acesso em: 07 ago. 2023.



SILVA, Fábio Cesar da (ed). **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2. ed. rev. amp. Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 634 p. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083136.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2023.

SILVEIRA, R. L. V. D. A.; CASARIN, V.; PAULA, T. D. A, E.; SILVEIRA, I. V. **Nutrição e Adubação com Boro em Eucalyptus**. RR Agroflorestal, p 1–31. Disponível em: <http://www.rragroflorestal.com.br/images/downloads/103.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.



METEOROLOGIA, CLIMATOLOGIA E QUALIDADE DO AR



OZÔNIO TROPOSFÉRICO COM REFERÊNCIA À PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO NO PARQUE DO IBIRAPUERA, SÃO PAULO-SP

Guilherme Costa Santos¹, Samara Carbone²

¹Mestrando – PPGMQ/UFU

²Professora – ICIAG/UFU

E-mail de contato: guilhermecostasantos@ufu.br

Resumo: O ozônio troposférico é um poluente atmosférico capaz de causar efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. Devido a sensibilidade das plantas a tal poluente, métricas voltadas à proteção agrícola e florestal foram criadas visando minimizar as perdas econômicas providas pelas reações oxidativas do ozônio. Este trabalho teve objetivo avaliar as concentrações de ozônio troposférico no Parque do Ibirapuera entre os anos de 2018 e 2022 por meio da métrica AOT40, tomando como base valores de referência para proteção da produtividade agrícola e proteção florestal. A AOT40 do Parque do Ibirapuera apresentou um padrão de sazonalidade na concentração acumulada durante os anos de análise. Os maiores valores observados foram no ano de 2020, sendo que a queda das emissões de NO, que é um titulante atmosférico do ozônio, em um período de isolamento social ocasionado pela pandemia de Covid-19 condicionou as observações realizadas.

Palavras-chave: Qualidade do ar, ozônio troposférico, vegetação.

INTRODUÇÃO

O ozônio (O₃) é um gás reativo e oxidante encontrado naturalmente na atmosfera terrestre, principalmente na estratosfera, onde desempenha papel fundamental na manutenção da vida no planeta Terra ao atenuar a radiação ultravioleta que atinge o planeta. Porém, o ozônio também pode ser encontrado na troposfera que é a camada mais baixa da atmosfera terrestre, passando a ser considerado um poluente atmosférico (SEINFELD; PANDIS, 1998).

O ozônio troposférico é um grande problema, devido sua capacidade de ser transportado por longas distâncias e por ser um poluente atmosférico secundário, formado por



reações químicas, sob ação da luz solar, de precursores como compostos orgânicos voláteis (COV) e óxidos de nitrogênio (NOx), oriundos principalmente de emissões veiculares e industriais, muito comuns em grandes metrópoles (SANTOLAYA *et al.*, 2019; WHO, 2006).

O aumento da exposição global ao ozônio na última década (Health Effects Institute, 2020) é uma grande preocupação, pois o alto poder oxidativo deste poluente acarreta problemas na saúde humana (WHO, 2006), na fauna (BOSCH *et al.*, 2021) e na flora (GRULKE; HEATH, 2020; UEDA; SIDDIQUE; FREI, 2015).

Nas plantas, a exposição ao ozônio afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento vegetal, reduzindo a produtividade primária por conta das injúrias no tecido vegetal, sendo que os efeitos negativos podem se ampliar no indivíduo e até mesmo se propagar indiretamente sobre os ecossistemas (HAN *et al.*, 2020; LEUNG *et al.*, 2020)

A capacidade de provocar efeitos adversos na vegetação torna o ozônio uma problemática para a produção agrícola e florestal, levando a perdas econômicas consideráveis (SCHAUBERGER, 2019; FENG *et al.*, 2019). Por conta dessa problemática surgiram métricas voltadas à proteção da vegetação contra a exposição negativa ao ozônio, destacando-se a Concentração Acumulada de Ozônio Acima de 40 ppb.h (AOT40), definida como o somatório das diferenças entre a concentração média horária de ozônio e 40 ppb para cada hora quando a concentração for superior a 40 ppb (BANJA; LASKA, 2011; JAKOVLJEVIĆ *et al.*, 2021).

No Brasil, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) trabalha com o índice AOT40, porém realiza uma adaptação aos valores de referência em comparação à Agência Ambiental Européia. Denominada como Valor de Referência para Proteção da Produtividade Agrícola (VRPP), o índice aplicado pela CETESB é uma AOT40 com valor de referência máximo de 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h de ozônio acumulados em um trimestre (CETESB, 2016). Ressalta-se que diferente do continente europeu, não há adoção exclusiva por parte da CETESB de um valor de referência para proteção florestal.



Nos ambientes urbanos as concentrações de ozônio troposférico podem ultrapassar os valores de referência à proteção vegetal, acarretando prejuízos na produção agrícola e florestal. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de ozônio troposférico entre os anos de 2018 e 2022 no Parque do Ibirapuera, São Paulo-SP por meio do índice AOT40 tomando como base valores de referência para proteção da produção agrícola e florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o Parque do Ibirapuera, localizado na Zona Sul do município de São Paulo - SP. O parque está inserido na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), considerada a maior aglomeração urbana da América do Sul. A frota veicular e a pujança econômica baseada na produção industrial, de bens e serviços, condiciona a RMSP a apresentar elevadas concentrações de poluentes atmosféricos que afetam negativamente a saúde e o meio ambiente (SILVA, 2021).

A CETESB contém uma Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar com a finalidade de verificar as concentrações de poluentes atmosféricos e gerar séries históricas de dados. Para o ozônio troposférico, a CETESB utiliza da metodologia de absorção ultravioleta para realizar sua medição em 52 estações diferentes espalhadas no Estado de São Paulo. Todos os dados registrados são tratados e disponibilizados no Sistema de Informações de Qualidade do Ar (QUALAR) (CETESB, 2016; CETESB, 2021; CETESB, 2022a).

Os dados de concentrações horárias de ozônio troposférico foram obtidos a partir dos “relatórios mensais de dados horários” dispostos no QUALAR. Para a obtenção dos dados aplicou-se os filtros de busca da ferramenta, definindo-se: ● UGRHI: 6-ALTO TIETÊ; ● Estação: IBIRAPUERA; ● Parâmetro: O₃ (Ozônio); Mês/Ano Inicial: 01/2018; Mês/Ano Final: 12/2022.



Os dados de ozônio foram tabulados e utilizados para o cálculo da AOT40. Para os cálculos das AOT40 trimestrais, seguiu-se dois pressupostos primordiais, conforme CETESB (2016): 1 - deveria existir pelo menos 70% dos dados horários de concentração de ozônio no trimestre de análise; 2 - o horário considerado para os cálculos compreendia o período das 08h00min às 20h00min de cada dia do trimestre em análise.

O cálculo da AOT40 trimestral foi realizado através da equação 1, conforme CETESB (2016) e Jakovljević (2021):

$$AOT40 = \int_{t=MF}^{MI} ([O_3] - 78,4 \frac{\mu g O_3}{m^3} \cdot h) \cdot dt \quad \text{Eq. 10}$$

onde MI é o mês de início, MF o mês final do trimestre analisado e $[O_3]$ é a concentração horária de ozônio que excede 40ppb.h (78,4 ($\mu g/m^3$).h).

Devido à ocorrência de dados faltantes, aplicou-se um fator de correção dos valores de AOT40 trimestrais conforme equação 2:

$$AOT40 \text{ (estimado)} = AOT40 * \frac{NTHP}{NHM} \quad \text{Eq. 2}$$

onde AOT40 é o valor da AOT de um determinado trimestre, NTHP é o número total de horas possíveis de medição de ozônio no intervalo de tempo analisado em um trimestre e NHM é o número total de horas medidas no intervalo de tempo analisado em um trimestre.

Com os cálculos foi analisada e interpretada a variação anual da AOT40 trimestral comparada ao Valor de Referência para Proteção da Produtividade Agrícola (VRPP) de 6.000 ($\mu g/m^3$).h (ou 3061ppb.h) da CETESB e ao Valor de Referência à Proteção Florestal (VRPF) de 9.800 ($\mu g/m^3$).h (ou 5000ppb.h) adotado pela Agência Ambiental Europeia.

Também foi realizada uma interpretação dos valores, tomando como base a Diretiva Europeia 2008/50/EC que estabelece metas progressivas do valor médio dos últimos 5 anos



de AOT40, estabelecendo 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h como limite padrão, porém com uma meta de se atingir 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h como limite padrão (PARLAMENTO EUROPEU, 2008).

Por fim, aplicou-se um teste z para diferença de proporções (nível de significância de 5%,) com a finalidade de verificar se ocorreram diferenças estatisticamente significativas na proporção de ultrapassagens aos valores de referências entre os anos analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de AOT40 trimestrais para a estação do Parque do Ibirapuera são apresentados tabulados, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Valores de AOT40 trimestrais entre os anos de 2018-2022

TRIMESTRE	AOT40 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h	AOT40 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h	AOT40 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h	AOT40 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h	AOT40 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h
D/J/F	7715,40	19607,08	6849,11	10311,02	13899,76
J/F/M	8167,91	14138,64	10447,28	13416,47	15457,63
F/M/A	9597,12	9938,02	12197,60	11212,99	12821,01
M/A/M	9344,14	7554,60	12680,41	9484,09	7995,65
A/M/J	5896,17	5383,19	7469,24	3470,56	4247,27
M/J/J	5069,35	2481,99	5681,59	4147,71	4369,83
J/J/A	5063,16	3309,98	7672,80	7204,00	5232,96
J/A/S	8043,55	6781,66	18592,38	13561,32	6585,33
A/S/O	6955,10	13605,37	24682,59	13492,03	8070,05
S/O/N	7013,60	15370,91	29748,18	13632,29	9220,58
O/N/D	11733,00	15230,08	20651,10	9672,87	9801,39
N/D/J	17856,72	8679,86	16153,53	12953,44	7871,82

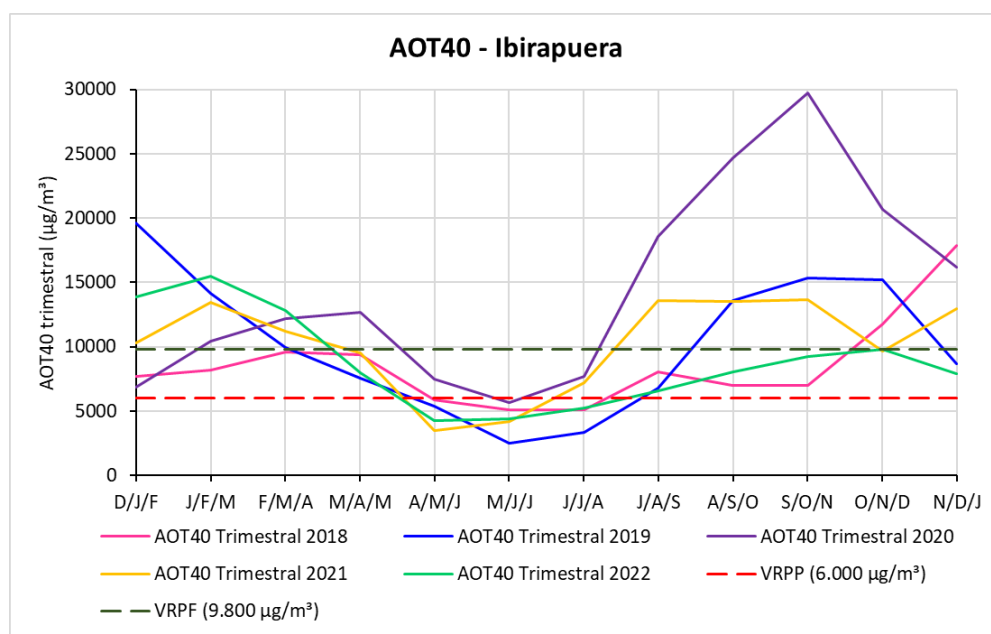


Ultrapassagens VRPP	9	9	11	10	9
Ultrapassagens VRPF	2	6	8	7	4

Fonte: Autores.

Os dados trimestrais de AOT40 também são apresentados graficamente (Figura 1) tomando como base comparativa o VRPP e o VRPF.

Figura 1 - AOT40 trimestrais da estação de monitoramento do Parque do Ibirapuera



Fonte: Autores.

Para a estação do Parque do Ibirapuera, observou-se que a AOT40 apresentou um comportamento semelhante a uma função trigonométrica, com flutuações sazonais, apresentando os menores valores usualmente entre os trimestres de Abril-Maio-Junho e



Junho-Julho-Agosto. Os maiores valores de AOT40 nos anos analisados foram observados no ano de 2020, onde, continuamente por três trimestres de análise a AOT40 superou as 20.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h (Agosto-Setembro-Outubro; Setembro-Outubro-Novembro e Outubro-Novembro-Dezembro).

Em termos comparativos, o ano de 2020 apresentou a maior quantidade de ultrapassagem, com 11 e 8 ultrapassagens do VRPP e VRPF respectivamente. Pelo teste de proporção foi possível inferir que não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de ultrapassagens do VRPP entre todos os anos de análise, ou seja, na prática, entre os anos analisados ocorreu ultrapassagens na maior parte do ano. Porém, para o VRPF inferiu-se que o ano de 2018 apresentou uma menor proporção de ultrapassagens em comparação aos anos de 2019, 2020 e 2021.

Sabe-se que o ozônio é um poluente secundário dependente da presença de precursores como NO_x e COV, usualmente lançados à atmosfera por veículos automotores. Além desse aspecto, a relação NO_x/COV influencia na formação do poluente.

Conforme CETESB (2022b), houve um aumento da concentração de ozônio ao longo do ano de 2020, que pode ser justificado pela queda nas emissões de óxido de nitrogênio (NO) durante o período de isolamento social provocado pela pandemia de Covid 19. A redução de NO na atmosfera modificou a razão NO_x/COV que é determinante para a formação de ozônio troposférico. O NO tem capacidade de titular o ozônio, dessa forma, é um composto condicionante da concentração de O_3 na atmosfera. Esse aumento das concentrações de ozônio, atrelados a queda das emissões veiculares, podem explicar os maiores valores de AOT40 no ano de 2020 na estação Ibirapuera.

Tomando como base a Diretiva Europeia 2008/50/EC, a média dos máximos anuais no período de análise foi de 19260,38 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h, extrapolando os limites propostos para a proteção da vegetação. Conforme CETESB (2016), entre os anos de 2008 e 2014, a estação Ibirapuera também apresentou valores que extrapolavam o valor de referência da diretiva, dessa forma, espécies cultivadas sensíveis ou de ambiente natural poderiam apresentar



injúrias pela exposição ao ozônio. Tal situação pode se estender aos anos de análise deste estudo (2018-2022), visto que na mesma estação, ocorre uma observação semelhante.

Estudos com espécies de plantas tropicais do Brasil demonstraram que elas apresentam marcadores de estresse oxidativo quando submetidas à exposição ao ozônio, assim como as espécies de clima temperado (MOURA *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2018), indicando o potencial de aplicabilidade da AOT40 em clima tropical.

Pedroso e Alves (2015), Cassimiro *et al.* (2016) e Souza *et al.* (2022) observaram variações de correlações entre índices de proteção à vegetação com determinadas espécies vegetais, sendo dessa forma importante ressaltar que a AOT40 é um índice que indica a “possibilidade” de injúrias a vegetação por exposição ao ozônio, podendo tal índice se associar ou não com as injúrias nas plantas, induzindo necessidade avanços nessa área de pesquisa.

CONCLUSÕES

No Parque do Ibirapuera, a proporção de ultrapassagens dos valores de referência para proteção da produtividade agrícola não apresentou diferenças nos anos analisados. Para os valores de referência à proteção florestal inferiu-se que o ano de 2018 apresentou uma menor proporção de ultrapassagens em comparação aos anos de 2019, 2020 e 2021.

O ano de 2020 apresentou as maiores quantidades de ultrapassagens dos valores de referência, indicando que a redução das emissões de NO_x influenciou no aumento das concentrações do ozônio troposférico.

A aplicação da AOT40 aos dados de ozônio troposférico na estação do Parque Ibirapuera no período estudado sugere a ocorrência de potenciais injúrias vegetais. Porém, é evidenciada a necessidade de avanços nos estudos que visem correlacionar tal índice às diferentes espécies vegetais, sejam cultivares ou nativas. Os avanços podem possibilitar de fato determinar a magnitude dos impactos causados pelo ozônio troposférico na vegetação,



facilitando a tomada de medidas que visem reduzir os impactos socioeconômicos e ambientais da exposição a tal poluente.

Agradecimentos: ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BANJA, M.; LASKA, A. Ozone effect on vegetation in Tirana Area. **Natura Montenegrina**, mar. 2011, p. 295-301.

BOSCH, J. et al. Increased tropospheric ozone levels enhance pathogen infection levels of amphibians. **Science of the Total Environment**, v. 759, 10 mar. 2021.

CASSIMIRO, J.C. et al. Ozone stomatal flux and O₃ concentration-based metrics for *Astronium graveolens* Jacq., a Brazilian native forest tree species. **Environmental Pollution**, v. 213, p. 1007-1015, 2016.

CETESB. **Avaliação dos níveis de ozônio troposférico (AOT40) com referência à proteção da vegetação no estado de São Paulo 2008 a 2014**. São Paulo: CETESB, 2016.

CETESB. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2020**. São Paulo: CETESB, 2021.

CETESB. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2021**. São Paulo: CETESB, 2022a.

CETESB. **Pandemia de Covid 19: Reflexos na poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2022b.

FENG, Z. et al. Economic losses due to ozone impacts on human health, forest productivity and crop yield across China. **Environment International**, v. 131, 2019.

GRULKE, N. E.; HEATH, R. L. Ozone effects on plants in natural ecosystems. **Plant Biology Blackwell Publishing Ltd**, 1 jan. 2020.

HAN, Y.J. et al. Plant responses to ozone: Effects of different ozone exposure durations on plant growth and biochemical quality of *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*, **Scientia Horticulturae**, v. 262, 2020.



HEALTH EFFECTS INSTITUTE. **State of Global Air 2020. Special Report.** Boston, MA: Health Effects Institute, 2020.

JAKOVLJEVIĆ, T. et al. Impact of ground-level ozone on Mediterranean forest ecosystems health. **Science of the Total Environment**, v. 783, 20 ago. 2021.

LEUNG, F. et al. Evidence of Ozone-Induced Visible Foliar Injury in Hong Kong Using Phaseolus Vulgaris as a Bioindicator. **Atmosphere**, v. 11, n. 3:266, 2019.

MOURA, B.B. et al. Ozone affects leaf physiology and causes injury to foliage of native tree species from the tropical Atlantic Forest of southern Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 610–611, p. 912-925, 2018.

MOURA, B.B. et al. Ozone phytotoxic potential with regard to fragments of the Atlantic Semi-deciduous Forest downwind of Sao Paulo, Brazil. **Environmental Pollution**, v. 192, p. 65-73, 2014.

PARLAMENTO EUROPEU. European Parliament Council; Council of the European Union. Directive 2008/50/EC of 21 may 2008 on ambiente air quality and cleaner air for Europe. **Official Journal of the European Union**, v.51, L 152, 11 jun. 2008, p.1-44.

PEDROSO, A.N.V., ALVES, E.S. Temporal dynamics of the cellular events in tobacco leaves exposed in São Paulo, Brazil, indicate oxidative stress by ozone. **Environ. Sci. Pollut. Res.**, v. 22, p. 6535-6545, 2015.

SANTOLAYA, C. et al. Contribuição de fatores químicos e meteorológicos para a formação de ozônio troposférico em São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 54, p. 90–104, 30 dez. 2019.

SCHAUBERGER, B. et al. Global historical soybean and wheat yield loss estimates from ozone pollution considering water and temperature as modifying effects. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 265, p. 1-15, 2019.

SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N.. **Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change.** New York: John Wiley & Sons, 1998.

SILVA, J. A. **Análise temporal da poluição atmosférica na Região Metropolitana de São Paulo.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2021.



SOUZA, B.B. et al. Critical analysis of the potential of *Psidium guajava* cv Paluma (guava tree) for ozone biomonitoring under seasonal subtropical climate. **Ecological Indicators**, v.143, 2022.

UEDA, Y.; SIDDIQUE, S.; FREI, M. A Novel Gene, OZONE-RESPONSIVE APOPLASTIC PROTEIN1, Enhances Cell Death in Ozone Stress in Rice, **Plant Physiology**, v. 169, n. 1, p. 873-889, 2015.

WHO. **Air Quality Guidelines: Global Update 2005**. Copenhagen, Denmark: World Health Organization Regional for Europe, 2006.



RECURSOS HÍDRICOS



ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA SUPERFÍCIE HÍDRICA DE UBERLÂNDIA/MG, BRASIL POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS DE IMAGENS DE SATÉLITE

Bruno de Oliveira Lázaro¹, Thais Cristina de Jesus Fábio Santos²

¹Mestre em Engenharia Civil. Técnico de Laboratório – FECIV/UFU

²Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária – ICIAG/UFU

E-mail de contato: bruno.lazaro@ufu.br

Resumo: Este trabalho objetivou analisar a variação da superfície hídrica do município de Uberlândia/MG, Brasil por meio do estudo de uma série temporal de imagens de satélite e de dados relativos à área superficial de corpos d'água na região. As informações foram tabuladas e calculou-se a variação percentual de cada área hídrica para um determinado ano em relação ao anterior. Observou-se que, para o período de tempo estudado, 55,56% dos anos apresentaram aumento da superfície hídrica em relação ao ano anterior, enquanto 44,44% dos anos apresentaram diminuição. Deste modo, constatou-se a prevalência de períodos de cheia em relação à estiagem/seca na área de estudo entre 1985 e 2020. Os resultados obtidos podem ser úteis à administração pública no que diz respeito à gestão da água de modo inteligente e sustentável, frente à escassez hídrica experimentada em escala global nos últimos anos e mais pronunciada nas regiões tropicais.

Palavras-chave: Recursos hídricos, séries temporais, superfície hídrica.

INTRODUÇÃO

O comportamento hidrológico de bacias hidrográficas é um parâmetro de extrema importância para diversas atividades humanas. Por meio de seu estudo é possível orientar e otimizar a tomada de decisão frente a processos de reserva de água para consumo, irrigação de culturas agrícolas, alimentação e manutenção de rebanhos, geração de energia hidrelétrica e diversas outras ações associadas, direta ou indiretamente, aos recursos hídricos (AZEVEDO, PORTO, PORTO, 1998; BORGHETTI, BORGHETTI, ROSA FILHO, 2011).



Uma das principais variáveis associadas a este comportamento hidrológico é a variação dos padrões de cheia e estiagem em bacias hidrográficas (COSTA; 2015). Diante da atual crise hídrica enfrentada em escala global, o estudo da sazonalidade destes padrões se consolidou como uma importante área de pesquisa por parte da comunidade científica mundial.

Assim, diversas metodologias e abordagens têm sido propostas para se estudar o comportamento hidrológico de bacias e, diante disso, desenvolver ferramentas capazes de promover a modelagem e otimizar a compreensão da dinâmica dos recursos hídricos na superfície da Terra (MEDEIROS; SOUZA; RIBEIRO, 2011).

Dentre estas metodologias, podem se destacar aquelas associadas às geotecnologias, tais como os satélites de monitoramento da superfície terrestre. Esses equipamentos funcionam com base em conceitos de Geodésia Aplicada e permitem a aquisição e a interpretação de informações sobre a dinâmica da água em bacias hidrográficas, possibilitando a modelagem de fenômenos hidrológicos complexos que envolvem o ciclo hídrico do planeta e seus desdobramentos (ALVES SOBRINHO *et al.*, 2010; PRUSKI *et al.*, 2014).

Nesta perspectiva, este trabalho objetiva realizar um estudo de identificação dos períodos de cheia e estiagem no município de Uberlândia/MG, Brasil. Para tanto, foram utilizados dados gratuitos disponibilizados pela Plataforma Mapbiomas (MAPBIOMAS; 2021), obtidos por meio de satélites de monitoramento e relativos a uma série histórica de valores de área da superfície hídrica no território municipal entre os anos de 1985 e 2020, parâmetro este considerado como um dos mais influentes no diagnóstico de cheias e estiagens.

Os dados coletados foram tabulados e, posteriormente, representados na forma de gráficos. Com isso, foi possível identificar visualmente os períodos de tempo em que houve aumento ou diminuição da superfície hídrica municipal. De acordo com a literatura consultada, os períodos de aumento da área de superfície hídrica estão associados a



temporadas de cheia e elevada precipitação, enquanto os períodos de diminuição estão, por sua vez, relacionados a temporadas de estiagem e pouca intensidade pluviométrica (VIEIRA; CURI, 2017).

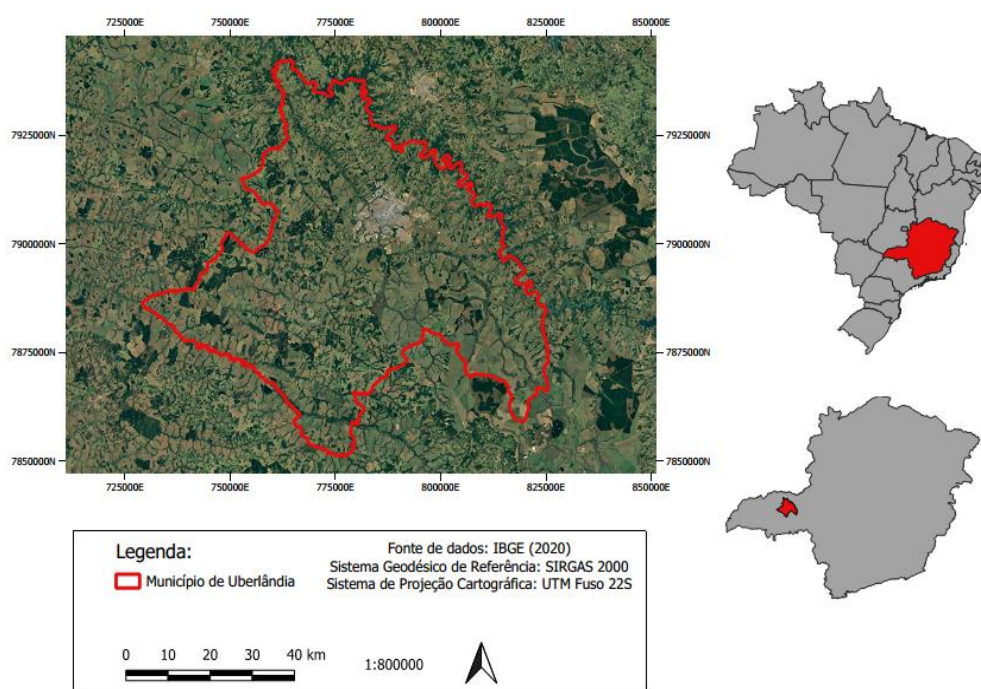
Além disso, os valores de área da superfície hídrica municipal foram comparados, aos pares subsequentes, isto é, ano a ano, para se mensurar as variações de aumento ou diminuição da área em cada ano analisado. Por fim, estes dados foram submetidos a análise estatística, na qual desenvolveu-se um modelo de regressão linear para o fenômeno de estudo.

Os resultados obtidos podem ser úteis à administração municipal no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos do território, oferecendo escopo aos órgãos competentes no que diz respeito à compreensão do comportamento hidrológico municipal e à predição de períodos de cheia e estiagem. Desta maneira, pode-se otimizar o gerenciamento hidrográfico do município, objetivando-se a oferta de água em quantidade e qualidade suficientes para as mais diversas atividades antrópicas desenvolvidas em Uberlândia.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Uberlândia encontra-se localizado na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). O município possui uma área de 4.115,206 km² e uma população estimada em 706.597 habitantes. Sua classificação climática é tropical de altitude com estação seca, de modo a apresentar pouca precipitação durante o outono, o inverno e a primavera, mas possuir elevados índices de chuva durante o verão (IBGE; 2021).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2022).

A metodologia utilizada neste artigo consistiu na aquisição e interpretação de uma série histórica de dados relativos à valores de área da superfície hídrica no município de Uberlândia/MG, Brasil. Estas informações foram coletadas de modo gratuito na plataforma Mapbiomas por meio do seguinte endereço eletrônico: <<https://mapbiomas.org/estatisticas>> (MAPBIOMAS; 2021).

A série histórica compreende valores da área da superfície hídrica municipal entre os anos de 1985 e 2020. Para cada ano no intervalo de tempo supracitado, obteve-se um valor, em hectares, da área superficial ocupada por rios, lagos, reservatórios, poços, açudes e demais corpos d'água no território do município. Deste modo, foi adquirido um conjunto com 37 valores de área.



Estes valores foram transferidos para o gerenciador de planilhas eletrônica Excel, onde foram organizados de forma tabular e representados graficamente. Em um primeiro momento, com o objetivo de identificar se houve aumento ou redução da área da superfície hídrica municipal nos anos da série histórica, os valores foram comparados individualmente. Assim, calculou-se a variação da área da superfície de água por meio da Equação 1 (JHUNIOR; 2017).

$$\text{Variação da superfície hídrica (\%)} = \frac{\text{Área}_{\text{ano } i} - \text{Área}_{\text{ano } i-1}}{\text{Área}_{\text{ano } i}} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

Variação da superfície hídrica (%) = variação percentual da área de superfície hídrica entre dois anos consecutivos;

$\text{Área}_{\text{ano } i}$ = área da superfície hídrica de um determinado ano, em hectares, e;

$\text{Área}_{\text{ano } i-1}$ = área da superfície hídrica do ano anterior, em hectares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se identificar ao longo da série histórica adquirida os anos de cheia e estiagem no município de Uberlândia, analisou-se a variação da área da superfície de corpos d'água no território municipal, anualmente, entre os anos de 1985 e 2020. A Figura 2 ilustra essa variação, enquanto a Figura 3 ilustra as porcentagens de aumento ou de redução da superfície hídrica registrada em relação ao ano anterior.

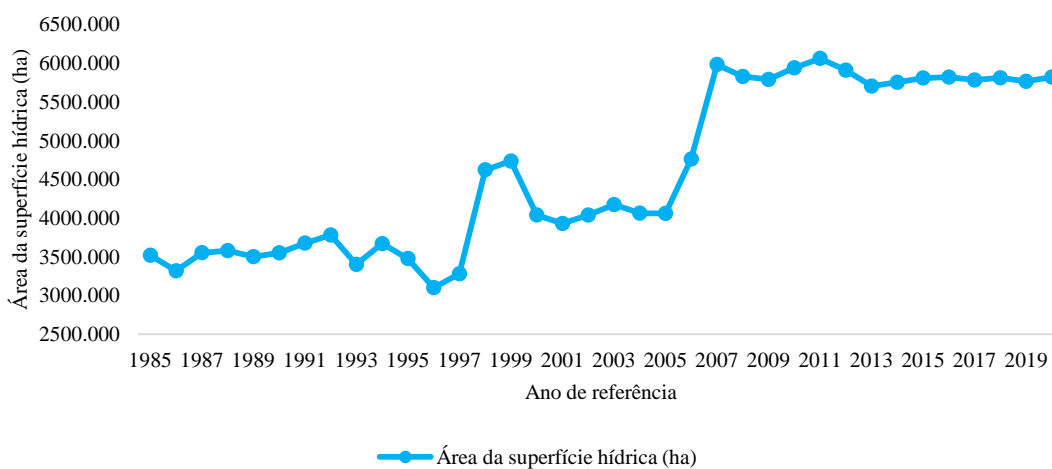
Por meio das Figuras 2 e 3, observa-se que os anos de 1987, 1988, 1990, 1991, 1992, 1994, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011, 2014, 2015, 2016, 2018 e 2020 apresentaram aumento na área da superfície hídrica municipal, o que corresponde a 55,56% do período de tempo analisado. Analogamente, os demais anos apresentaram redução da área



ocupada por corpos d'água, o que corresponde a 44,44% da série histórica estudada neste trabalho.

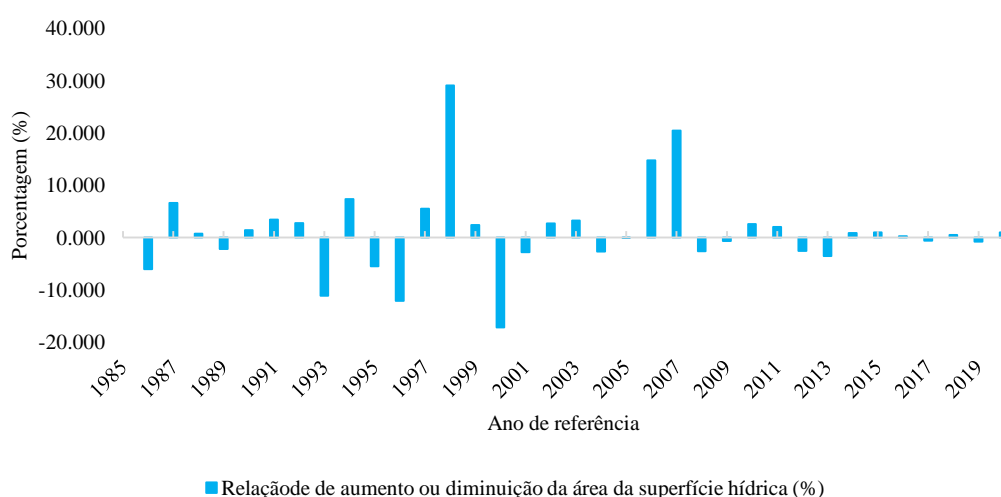
Em relação aos períodos de aumento da superfície hídrica, constata-se que os anos com maior aumento foram 1998, 2006 e 2007. Já em relação aos períodos de diminuição, pode-se constatar que os anos que apresentaram maiores reduções de área foram 1993, 1996 e 2000.

Figura 2 – Variação da área de superfície de corpos d'água no município de Uberlândia entre 1985 e 2020.



Fonte: Os autores (2022).

Figura 3 – Porcentagem de aumento ou redução da área de superfície hídrica municipal.



Fonte: Os autores (2022).

Conforme exposto nas seções anteriores, o aumento ou redução da área de superfície hídrica está associado, principalmente, à precipitação. Desta forma, em linhas gerais, pode-se afirmar que os anos que apresentaram aumento da área da superfície de corpos d'água foram anos de cheia, ou seja, de precipitação e fenômenos pluviométricos acima da média. Analogamente, anos com redução da área hídrica superficial foram anos com precipitação abaixo da convencional.

Assim, para a série histórica analisada neste trabalho, pode-se afirmar que 55,56% dos anos foram de cheia, enquanto 44,44% dos mesmos foram de estiagem. Desta maneira, observa-se um relativo equilíbrio pluviométrico e hidrológico ao longo dos anos no município de Uberlândia/MG quando se analisada a série histórica por completo.

CONCLUSÕES

Com a realização desta pesquisa, concluiu-se que a utilização de séries temporais para o estudo de cheias e estiagem associadas à variação da superfície hídrica é uma metodologia



eficiente. Para o estudo de caso realizado, concluiu-se para a maioria dos anos entre 1985 e 2020, Uberlândia/MG apresentou um aumento da área de sua superfície hídrica, caracterizando assim esses anos como períodos de cheia.

REFERÊNCIAS

- ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUEIS, D.B.B.; AYRES, F.M. **Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM**. Revista Engenharia Agrícola, v.30, p.46-57, 2010.
- AZEVEDO, L. G. T.; PORTO, R. L. L.; PORTO, M. **Sistema de Apoio à Decisão para o Gerenciamento Integrado de Quantidade e Qualidade da água: Metodologia e Estudo de Caso**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 3, n. 1, p. 21-51, 1998.
- BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. **A integração das águas: revelando o verdadeiro aquífero Guarani**. Curitiba: Ed. da Autora, 2011.
- COSTA, E. S. **Estudo de otimização do aproveitamento hídrico superficial no alto curso do rio Uberaba, UPGRH-GD8**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Portal IBGE Cidades. Uberlândia. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama>>. Acesso em: outubro/2021.
- JHUNIOR, H. C. S. **Otimização do aproveitamento hídrico superficial na bacia hidrográfica do rio Araguari, Triângulo Mineiro**. 2017. 252p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.
- MAPBIOMAS. Download de série histórica de dados sobre superfície da água. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/download>>. Acesso em: setembro/2021.
- MEDEIROS, P. C.; SOUZA, F. A. S.; RIBEIRO, M. M. R. **Aspectos conceituais sobre o regime hidrológico para a definição do hidrograma ambiental**. Ambi-Agua, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 131-147, 2011.
- PRUSKI, F. F.; BOF, L. H. N.; DA SILVA, L. M. C.; DA SILVA, J. M. A.; REGO, F. S.; JUSTINO, F. B. **Impact of the substitution of reference annual stream flow by monthly stream flow on the potential use of water resources**. Engenharia Agrícola, v. 34, n. 3, p. 496-509, 2014.



VIEIRA, A. S.; CURTI, W. F. **Evidenciação dos modelos de simulação e técnicas para o planejamento integrado dos sistemas hídricos.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v.5, n.1, p. 233-266, 2016.



ANÁLISE ESPACIAL APLICADA À AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO E OPERACIONALIDADE DE BUEIROS EM UM SISTEMA DE MICRODRENAGEM URBANA

Bruno de Oliveira Lázaro¹, Davi Pitangui do Prado Abreu², Mariana Meneguesso Simão³,
Thais Cristina de Jesus Fábio Santos⁴

¹Mestre em Engenharia Civil. Técnico de Laboratório – FECIV/UFU

^{2 e 3} Graduandos em Engenharia Civil – FECIV/UFU

³ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária – ICIAG/UFU

E-mail de contato: bruno.lazaro@ufu.br

Resumo: Este trabalho propõe uma metodologia para se avaliar as condições de conservação e operacionalidade de bocas de lobo existentes em sistemas de microdrenagem urbana. O procedimento metodológico proposto foi baseado na identificação georreferenciada de bueiros e na análise técnica dos parâmetros elencados pela literatura como mais influentes no desempenho hidráulico, na conservação e na operação de bocas de lobo. Esta análise transcorreu por meio do desenvolvimento de uma matriz de avaliação qualitativa e quantitativa. Com o objetivo de exemplificar e validar o método proposto, foi desenvolvido um estudo de caso ao longo dos bueiros instalados na Alameda das Aroeiras, a principal via pública do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia/MG, Brasil. Os resultados obtidos demonstraram que os bueiros com pior condição de conservação e operacionalidade situam-se nas regiões com maior fluxo veicular e de pedestres dentro da área de estudo.

Palavras-chave: Análise espacial, bueiros, drenagem urbana.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de drenagem urbana desempenham um papel de grande importância na condução da água da chuva nas cidades. Estes sistemas objetivam promover um escoamento seguro de forma a minimizar os impactos causados pela pluviosidade no meio ambiente e no espaço urbanizado (BOTELHO, 2017; STEHLI, WEBER, VESTENA, 2021).



Parte fundamental dos sistemas de drenagem urbana são as bocas de lobo, também denominadas de bueiros ou de sumidouros. Estas estruturas são responsáveis por captar o excesso de água da chuva que escoam superficialmente e descarregá-lo nas galerias pluviais, de maneira a evitar ou diminuir a ocorrência de inundações e alagamentos (BARTOS; KERKEZ; 2021).

Neste sentido, torna-se circunstancial que as bocas de lobo sejam projetadas, construídas e gerenciadas de maneira adequada. Assim, suas características geométricas construtivas e seu funcionamento devem ser consonantes à otimização da drenagem das águas pluviais escoadas superficialmente nas cidades. Todavia, o gerenciamento e a avaliação destas estruturas não é uma prática tradicionalmente realizada no Brasil de modo homogêneo. Isso se deve ao fato de não existirem normatizações nacionais que padronizem estas ações (FERNANS *et al.*, 2022).

Ainda assim, a literatura científica recomenda fortemente que sejam realizados estudos para se avaliar as condições de conservação e de operação dos bueiros de um sistema de drenagem urbana. Estes estudos devem ter caráter técnico, sistêmico e multidisciplinar, e seus resultados servem como instrumento de apoio para os órgãos públicos no que diz respeito à gestão da água das chuvas no ambiente urbanizado.

Com base nesta problemática, o presente trabalho propõe uma metodologia para se avaliar, de maneira quantitativa e qualitativa, o estado de conservação e as condições de operação das bocas de lobo de um sistema de microdrenagem. Para fins de exemplificação e validação, foi desenvolvido um estudo de caso ao longo da Alameda das Aroeiras, a principal via pública do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, no município brasileiro de Uberlândia/MG.

MATERIAL E MÉTODOS



Para o desenvolvimento deste trabalho, foi proposta uma matriz de avaliação das bocas de lobo ao longo de uma rede de microdrenagem. Esta ferramenta foi elaborada com base em cinco variáveis elencadas pela literatura como as mais importantes para se estudar o funcionamento de um bueiro. Cada variável seria avaliada *in loco* por um técnico através da atribuição de uma nota numérica associada ao estado visual do bueiro percebido pelo avaliador. Estas notas fazem referência a uma interpretação quantitativa e qualitativa das condições de conservação e operação da boca de lobo, conforme exposto no Quadro 1.

A matriz de avaliação foi, então, aplicada às bocas de lobo existentes na Alameda das Aroeiras, a principal via pública do *campus* Santa Mônica da UFU, em Uberlândia/MG, Brasil. Os bueiros foram georreferenciados com o auxílio de aparelhos GNSS e avaliados por três avaliadores técnicos. A avaliação final das variáveis para cada bueiro foi considerada como sendo a média aritmética das três avaliações recebidas (Quadro 2). Os resultados obtidos foram, posteriormente, representados na forma de um mapa temático.

Quadro 1 – Matriz de avaliação das bocas de lobo.

Variável	Nota	Interpretação	Detalhamento das condições para a atribuição da nota
Grelhas	0,00	Ruim a péssimo	Grelhas altamente intemperizadas, com metais oxidados e com danos irreparáveis na estrutura da própria grade
	0,50	Regular	Grelhas moderadamente intemperizadas, com pouca oxidação nos metais e poucos danos na estrutura da grade
	1,00	Bom a ótimo	Grelhas em bom estado de conservação, sem intempéries visíveis a olho nu e sem oxidação e/ou danos na estrutura da grade
Cantarias	0,00	Ruim a péssimo	Concretos com grande quantidade de avarias, com desprendimento de materiais constituintes e com aspecto visual depreciado
	0,50	Regular	Concretos com quantidade moderada de avarias, com pouco desprendimento de materiais constituintes e com aspecto visual aceitável, porém não em perfeito estado de conservação
	1,00	Bom a ótimo	Concretos em bom estado de conservação, sem a presença de materiais orgânico e com aspecto visual consideravelmente novo e/ou conservado adequadamente
Inclinações	0,00	Ruim a péssimo	Inclinações de entrada de boca de lobo totalmente desfavoráveis para o escoamento de águas pluviais



	0,50	Regular	Inclinações de entrada de boca de lobo aceitáveis, porém, não consonantes com as recomendações normativas
	1,00	Bom a ótimo	Inclinações de entrada de boca de lobo de acordo com as recomendações normativas
Orifício	0,00	Ruim a péssimo	Orifício com grande retenção de materiais e predominantemente ou totalmente obstruído
	0,50	Regular	Orifício com pouca retenção de materiais e com pouco grau de obstrução
	1,00	Bom a ótimo	Orifício totalmente desobstruído e com nenhum tipo de retenção de materiais

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 2 – Escala de avaliação quantitativa e qualitativa de cada boca de lobo.

Média das notas atribuídas	Avaliação qualitativa	Interpretação
Até 0,20	Péssimo	Bocas de lobo com péssimo estado de conservação e operacionalidade
Entre 0,21 e 0,40	Ruim	Bocas de lobo com condições de conservação e operacionalidade ruins, de forma a apresentar grande quantidade de problemas visualmente perceptíveis
Entre 0,41 e 0,60	Regular	Bocas de lobo com condições regulares de conservação e operacionalidade, apresentando alguns problemas visualmente perceptíveis
Entre 0,61 e 0,80	Bom	Bocas de lobo com boas condições de conservação e operacionalidade, apresentando poucos ou quase nenhum problema visualmente perceptível
Acima de 0,81	Ótimo	Bocas de lobo com ótimas condições de conservação e operacionalidade

Fonte: Os autores (2023).

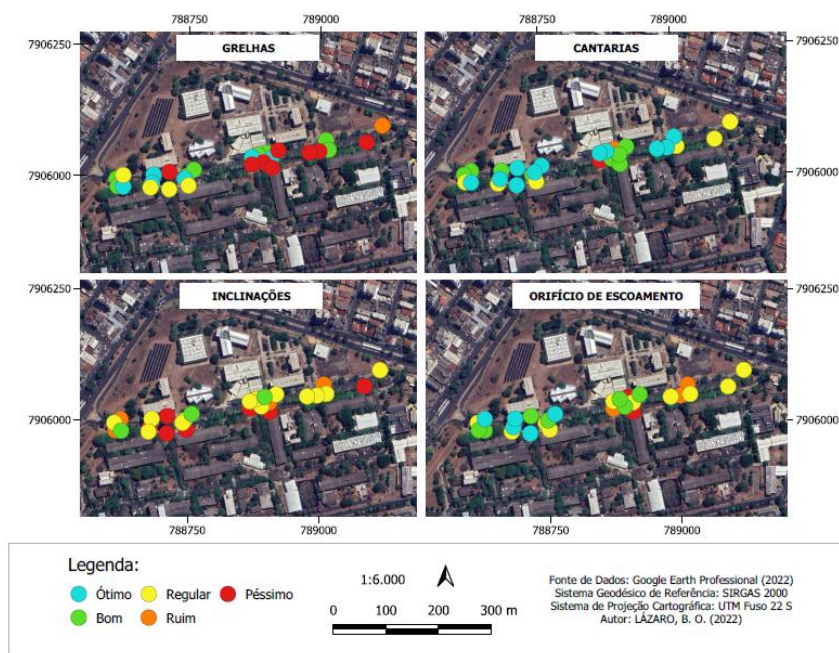
A escala exposta no Quadro 2, tanto em termos quantitativos quanto em termos qualitativos, também foi utilizada para se avaliar os bueiros de forma conjunta, levando em consideração as quatro variáveis descritas no Quadro 1 de modo simultâneo. Para tanto, tomou-se como valor de avaliação geral a média aritmética das avaliações individualizadas para cada variável em cada boca de lobo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta, através de um mapa temático, a localização das bocas de lobo e a avaliação de cada bueiro em relação às variáveis que compuseram a matriz avaliativa. Por meio desta figura, percebe-se que as bocas de lobo apresentam condições de operação e conservação bastante heterogêneas ao longo da área de estudo.

Figura 1 – Avaliação espacial das bocas de lobo por critério de avaliação.



Fonte: Os autores (2023).

Em relação às grelhas, observa-se que os bueiros com pior avaliação dessa variável (ruim ou péssimo) encontram-se localizados no extremo Leste e na região central da Alameda das Aroeiras. Estas grelhas se encontravam parcial ou totalmente obstruídas por resíduos



sólidos e acometidas por oxidação em suas grades metálicas. Analogamente, as melhores condições (ótimo) de avaliação de grelhas foram encontradas na região Oeste da via estudada.

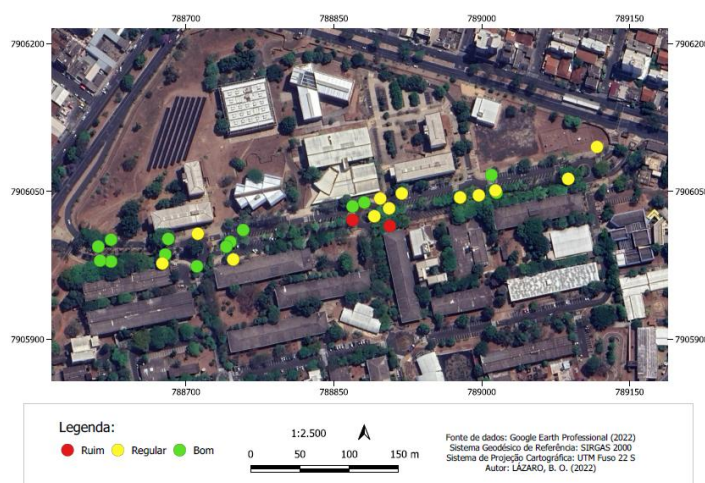
Sobre as cantarias, percebeu-se que a maioria das mesmas se encontravam em bom ou ótimo estado de conservação e/ou funcionalidade. Entretanto, alguns bueiros cujas cantarias foram avaliadas como sendo ruins e/ou péssimas foram identificados na região central da Alameda das Aroeiras. Nesta situação, observou-se que as cantarias de concreto estavam bastante deterioradas.

No que diz respeito às inclinações de descarga dos bueiros, percebeu-se que a maioria dos mesmos fora avaliada como sendo regular, ruim ou péssima. Isso indica que a Alameda das Aroeiras desenvolve seu greide com uma declividade bastante acentuada. Em relação ao orifício de escoamento, foi possível perceber que as bocas de lobo que apresentaram melhor avaliação dessa variável se encontram dispostas no extremo Oeste da Alameda das Aroeiras. De modo contrário, avaliações regulares, ruins e péssimas foram mais pronunciadas nos bueiros da região central e da extremidade Leste da referida via.

Por fim, a Figura 4 apresenta a avaliação final de cada boca de lobo ao se analisar de modo conjunto as quatro variáveis. Por meio desta figura, observa-se que os bueiros avaliados como bons concentram-se na região Sudoeste da Alameda das Aroeiras, enquanto os bueiros avaliados como regulares situam-se majoritariamente na região Nordeste da área de estudo. Já as bocas de lobo que foram avaliadas com condições ruins de conservação e operacionalidade se concentraram na região central da alameda.



Figura 4 – Avaliação final das bocas de lobo.



Fonte: Os autores (2023).

De modo geral, percebe-se nas regiões Noroeste e central da via uma maior densidade construída, maior dinamismo no uso e na ocupação do solo, tráfego de veículos e de pedestres mais intenso, bem como uma topografia mais favorável ao acúmulo de água. Esses fatores impactaram em bueiros com avaliação regular e/ou ruim (BARTOS, KERKEZ, 2021; STEHLI, WEBER, VESTENA, 2021; FERNANS *et al.*, 2022). Analogamente, percebe-se na região Nordeste da Alameda das Aroeiras condições mais favoráveis ao escoamento de água, tanto em termos topográficos quanto urbanísticos. Deste modo, a região em questão obteve bocas de lobo com melhor avaliação no que diz respeito à sua conservação e operacionalidade (RIGHETTO, MOREIRA, SALES, 2009; BOTELHO, 2017).

CONCLUSÕES

Com base neste trabalho, concluiu-se que o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os sistemas de drenagem nas cidades é uma importante ferramenta para o



planejamento urbano. Com estes estudos, torna-se possível otimizar o ciclo hidrológico urbano e gerenciar de modo mais inteligente e sustentável as águas pluviais no ambiente construído. Em relação à matriz de avaliação desenvolvida, concluiu-se que a mesma foi eficiente para a realidade das bocas de lobo na área de estudo. Em relação a estas, concluiu-se que a maioria fora avaliada de modo positivo, embora a região central da Alameda das Aroeiras no *campus* Santa Mônica da UFU se configure como uma área crítica no que diz respeito ao estado de conservação e operacionalidade de seus bueiros.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.; THOMAZ, E. L. Identificação das áreas de alagamento na cidade de Guarapuava, Paraná: período de 1998-2006. In: BORTOLI, C; GOMES, M, F, V, B.; HAURESKO, C. (Orgs.). **Cidade, cultura e ambiente: sob a perspectiva geográfica**. Guarapuava. UNICENTRO. 2008.
- ARIZA, J. S. L.; MARTÍNEZ, J. A.; MUÑOZ, A. F.; QUIJANO, J. P.; RODRÍGUEZ, J. P.; CAMACHO, L. A.; DÍAZ-GRANADOS, M. *A multicriteria planning framework to locate and select sustainable urban drainage systems (SUDS) in consolidated urban areas*. *Sustainability*, 11(8), 2312. 2019.
- BARTOS, M.; KERKEZ, B.; *Pipedream: An interactive digital twin model for natural and urban drainage systems*. *Environmental Modelling & Software*, v. 144, p. 105120, 2021.
- BOTELHO, M. H. C., **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 4ª Edição. Editora Oficina de Textos. São Paulo/SP. 344p. 2017.
- FERNANZ, P.; TORRES, M. N.; TEMPRANO, J.; SÁNCHEZ, J. P. R.; *Sustainable Urban Drainage System (SUDS) modeling supporting decision-making: A systematic quantitative review*, *Science of The Total Environment*, Volume 806, Part 2, 2022, 150447, ISSN 0048-9697, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150447>.
- RIGHETTO, A. M.; MOREIRA, L.F.F.; SALES, T. E. A. Manejo de Águas pluviais Urbanas. In: RIGHETTO, A. M. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas** (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396p.
- STEHLI, P. T.; WEBER, J. F.; VESTENA, L. R. Mapeamento dos bueiros na bacia do Rio Cascavel, cidade de Guarapuava, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 30490-30508. 2021.



CARACTERIZAÇÃO DAS VAZÕES DE DEMANDA EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POR MEIO DE ANÁLISE ESPACIAL: Estudo de caso para a zona sul de Uberlândia/MG

Thaís Cristina de Jesus Fábio Santos¹, Bruno de Oliveira Lázaro², Alice Rosa da Silva³

¹Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Mestre – FECIV/UFU

³Professora – FECIV/UFU

E-mail de contato thcr.fabio@ufu.br

Resumo: Esta pesquisa objetivou caracterizar, em termos quantitativos e qualitativos, as vazões de demanda em redes de distribuição de água por meio de técnicas de análise e modelagem espacial. Para tanto, desenvolveu-se um estudo de caso na Zona Sul do município de Uberlândia/MG. Dados demográficos e urbanísticos dos bairros que integram a área de estudo foram adquiridos juntamente à Prefeitura Municipal de Uberlândia. Com base nestas informações, foram calculadas e classificadas as vazões de demanda para cada bairro, de acordo com as recomendações da ABNT NBR 12211/1992. Os resultados obtidos demonstraram que os bairros Laranjeiras e São Jorge possuem as maiores vazões de demanda. Analogamente, o bairro Ibiporã apresentou a menor vazão de demanda para a área estudada. Além disso, os resultados permitiram observar uma correlação diretamente proporcional entre as vazões e as populações dos bairros e uma correlação inversamente proporcional entre as vazões e as latitudes da área de estudo.

Palavras-chave: Abastecimento de água. Vazões de consumo. Modelagem espacial.

INTRODUÇÃO

Redes de distribuição de água são importantes sistemas hidráulicos responsáveis por promover o abastecimento hídrico das populações urbanas. Por meio destes sistemas, é possível garantir o acesso a água de qualidade para o consumo humano, bem como assegurar a oferta de pressões, volumes e vazões suficientes para as diversas utilizações da água na sociedade (SCHUTT; KALBUSCH; HENNING, 2022).



Tradicionalmente, redes de distribuição de água são dimensionadas em função das vazões de demanda. Estas vazões se configuram como sendo os valores mínimos estabelecidos por norma que conseguem atender às diversas demandas hídricas de uma determinada população (TSUTIYA, 2006; AGUIAR *et al.*, 2020).

Apesar de estarem diretamente relacionadas aos números absolutos da população, as vazões de demanda possuem um comportamento multivariado. Desta forma, entende-se que estas vazões também são influenciadas pelos padrões de consumo hídrico, por características sociais, econômicas, urbanísticas e topográficas da área na qual a rede de distribuição se instala, entre outras variáveis.

Neste sentido, para um dimensionamento e gestão eficientes das redes de distribuição de água, torna-se necessário caracterizar efetivamente as vazões de demanda. Assim, é possível otimizar o projeto, a construção e a operação desses sistemas hidráulicos na perspectiva da oferta inteligente e sustentável de água para as populações urbanas (SILVA JUNIOR, 2017; KUSTERKO *et al.*, 2018).

Com base nesta problemática, a presente pesquisa objetivou utilizar técnicas de análise e modelagem espacial para se caracterizar, em termos quantitativos e qualitativos, as vazões de demanda de redes de abastecimento de água em zonas urbanas. Para tanto, desenvolveu-se um estudo de caso nos bairros pertencentes à Zona Sul do município de Uberlândia/MG, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada neste trabalho se baseou na utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de *softwares* de análise e modelagem geoestatística para se caracterizar espacialmente as vazões de demanda dos bairros da Zona Sul de Uberlândia/MG. Para tanto, em um primeiro momento, foram adquiridos dados demográficos e de zoneamento



urbano da área de estudo por meio dos relatórios da Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU).

Em relação à demografia, foram coletados os números absolutos de residentes e de domicílios nos bairros que integram a Zona Sul do município. Já em relação ao zoneamento urbano, foram coletados os perímetros, as áreas e as coordenadas geográficas dos centros geométricos de cada bairro da área de estudo. Estas informações foram organizadas na forma de uma base de dados georreferenciados no *software* de análise geostatística PAST 4.10.

Após esta etapa, foram calculadas as vazões de demanda de rede de distribuição de água para cada bairro da Zona Sul de Uberlândia. O cálculo foi realizado no mesmo *software* da base de dados, de acordo com as recomendações da ABNT NBR 12211/1992, conforme a Equação 1.

$$Q = \frac{K1 \cdot K2 \cdot C \cdot P}{86400} \quad (1)$$

Onde: Q = vazão mínima de demanda (L/s); P = população da área abastecida (habitantes); $K1$ = coeficiente do dia de maior consumo; $K2$ = coeficiente da hora de maior consumo; C = consumo médio diário per capita (L/hab.dia).

Após sua determinação, as vazões de demanda foram classificadas qualitativamente e representadas na forma de um mapa temático. Além disso, os valores de vazão foram modelados espacialmente por meio de algoritmos de krigagem ordinária para se representar a variabilidade espacial e elencar possíveis correlações entre as variáveis estudadas por esta pesquisa na Zona Sul de Uberlândia/MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



A Tabela 1 apresenta a listagem dos bairros da Zona Sul de Uberlândia/MG, bem como as vazões de demanda calculadas conforme a metodologia anteriormente exposta e a classificação qualitativa das vazões determinadas.

Tabela 1 – Vazões de demanda dos bairros na área de estudo.

<i>Bairro</i>	<i>População (hab)</i>	<i>Vazão de demanda (L/s)</i>	<i>Classificação</i>
Bosque Karáíba	4098	10,672	Média
Carajás	4098	10,672	Média
Cidade Jardim	7378	26,899	Alta
Granda	13118	47,826	Alta
Ibiporã	219	0,570	Muito baixa
Jardim Inconfidência	4098	10,672	Média
Jardim Karáíba	3098	8,068	Baixa
Lagoinha	4098	10,672	Média
Laranjeiras e agregados	19403	70,740	Muito alta
Morada da Colina	2925	7,617	Baixa
Nova Uberlândia	2892	7,531	Baixa
Pampulha	4098	10,672	Média
Patrimônio	4420	11,510	Média
Santa Luzia	4217	10,982	Média
São Jorge	26564	96,848	Muito alta
Saraiva	10019	26,091	Alta
Shopping Park	4098	10,672	Média
Tubalina	8960	32,667	Alta
Vigilato Pereira	5000	13,021	Média

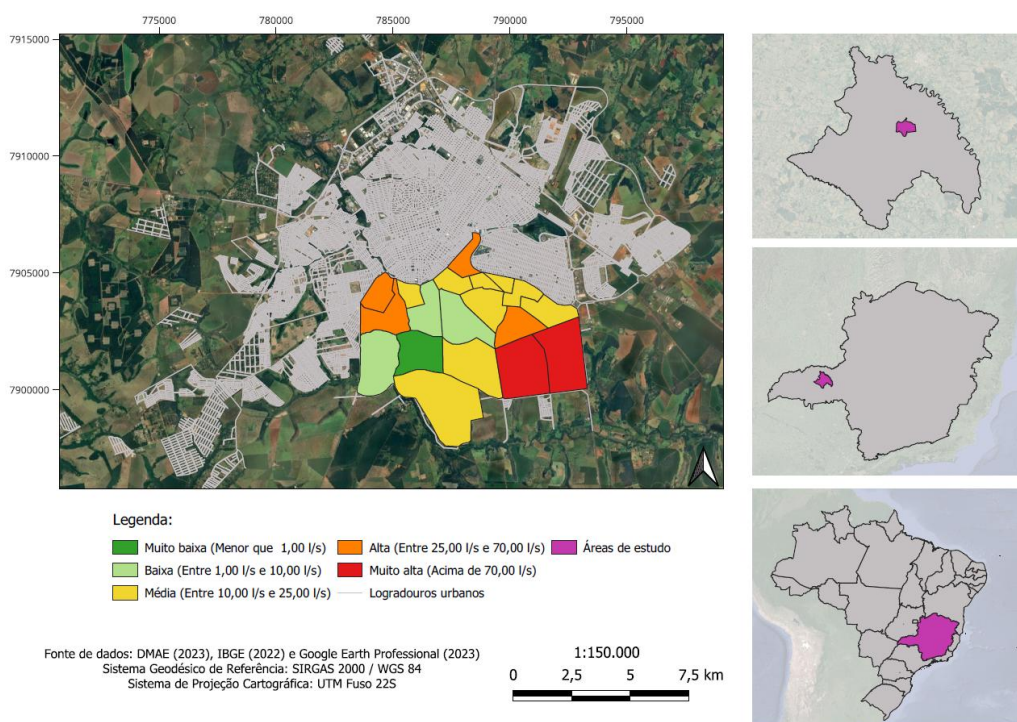
Fonte: Os autores (2023).



Com base na Tabela 1, observa-se que os bairros com maior população foram aqueles que apresentaram maiores vazões de demanda, classificadas como sendo muito altas, ou seja, maiores que 70 L/s. Analogamente, os bairros com menor população apresentaram menores vazões de demanda, classificadas como baixas ou muito baixas, ou seja, inferiores a 10 L/s.

Esta relação é consonante com a literatura e confirma a proporcionalidade direta entre a vazão de demanda e o número absoluto de residentes/consumidores em uma determinada área urbana (AGUIAR *et al.*, 2020). Em termos de variabilidade espacial, a Figura 1 ilustra os resultados obtidos.

Figura 1 – Variabilidade espacial das vazões de demanda e classificação da mesma.



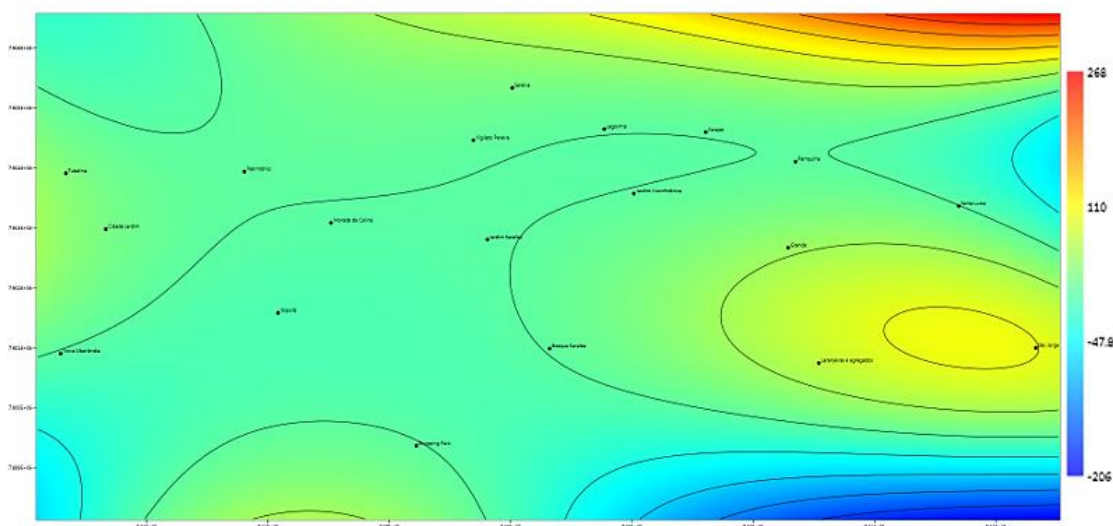
Fonte: Os autores (2023).

Por meio da Figura 1, pode-se observar que existe uma tendência de agrupamento de bairros com maiores vazões de demanda na região Sudeste e Noroeste da Zona Sul de



Uberlândia. Analogamente, percebe-se um agrupamento de bairros com vazões de demanda média na porção Nordeste e um agrupamento de bairros com vazões baixas na porção Noroeste e Sudoeste da área de estudo. Estas relações podem ser comprovadas por meio do modelo espacial representado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de variabilidade espacial das vazões de demanda.



Fonte: Os autores (2023).

No modelo espacial representado na Figura 2, tem-se que o eixo horizontal faz referência às longitudes e o eixo vertical às latitudes dos bairros na área de estudo. Além disso, cada curva delimita um agrupamento de espaços cujas vazões de demanda são numericamente semelhantes. Os valores de vazão são representados por meio da escala de cores à direita.

Neste sentido, percebe-se que existe uma correlação inversamente proporcional entre as vazões de demanda e à latitude dos bairros na Zona Sul. Deste modo, à medida que se aumentam as latitudes, as vazões de demanda tendem a diminuir e, à medida que se diminuem



as latitudes, as vazões tendem a aumentar. Em termos de longitude, nota-se que a correlação existente também é inversamente proporcional.

Este comportamento se deve ao fato de que bairros com maiores populações, maiores concentrações de renda e maior pluralidade no uso e ocupação do solo encontram-se, dentro da mancha urbana municipal e em relação à Zona Sul de Uberlândia, em regiões de menores latitudes e longitudes. Bairros com estas características tendem a apresentar um maior consumo *per capita* de água e, assim, demandarem por vazões maiores em suas redes de distribuição para o atendimento e abastecimento da população residente (TSUTIYA, 2006; SILVA JUNIOR, 2017; AGUIAR *et al.*, 2020).

CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho, concluiu-se que as vazões de demanda em redes de distribuição de água são parâmetros multivariados e com comportamento espacial complexo. Em relação ao estudo de caso desenvolvido, concluiu-se que as vazões de demanda possuem relação de proporcionalidade direta com a população residente e proporcionalidade inversa com as latitudes e longitudes dos bairros da Zona Sul de Uberlândia/MG.

Para trabalhos futuros, sugere-se ampliar a área de estudo com o objetivo de se estabelecer um modelo espacial mais abrangente. Além disso, sugere-se incluir novas variáveis na base de dados associadas a questões econômicas, culturais e ambientais, com o objetivo de avaliar a influência desses critérios no comportamento das vazões de demanda.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G., TEIXEIRA, T., DE SOUZA, F. P., DOS SANTOS, K. V. Expansão demográfica e abastecimento de água no sistema integrado de Feira de Santana/BA. **Humanas Sociais & Aplicadas**, 10(29), 34-45. 2020.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12211/1992. **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro/RJ. Brasil. 54p. 1992.

KUSTERKO, S., ENSSLIN, S. R., ENSSLIN, L., CHAVES, L. C. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 23, 615-626. 2018.

PAST. Paleontological Statistics 4.0. **Software de análise estatística.** Disponível para download em: < <https://folk.universitetetioslo.no/ohammer/past/>>. Acesso em: maio, 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. População nos bairros. Disponível em: < <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/populacao-uberlandia/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SCHUTT, J. D. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Modelagem do consumo de água em escolas públicas da cidade de Joinville-SC. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 19, p. 1-11, 2022.

SILVA JUNIOR, J. F. **Deteção de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água através de Redes de Sensores Sem Fio.** 2017. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica-Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.



DETERMINAÇÃO ELETROQUÍMICA DO ESTROGÊNIO NATURAL ESTRIOL PELO MÉTODO BIA USANDO ELETRODO DE DIAMANTE DOPADO COM BORO

Giulia Maronezzi¹, Letícia Poggere², Regis Sousa², Sheila Canobre³, Fabio Amaral³, Rodrigo B. A. Silva³, Ricardo Brocenschi³

¹Graduanda - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Doutorando – IQ/UFU

³Professor – IQ/UFU

E-mail de contato: giuliamaronezzi@gmail.com e ricardo.fbpro@ufu.br

Resumo: O presente trabalho está vinculado diretamente a três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS - ONU): (i) água limpa e saneamento; (ii) ação contra mudança global do clima e; (iii) vida na água. O propósito principal foi desenvolver um método eletroanalítico para a determinação do contaminante emergente, o Estriol – E3, utilizando o eletrodo de diamante dopado com boro (BDD). A caracterização eletroquímica E3 foi realizado pela técnica de voltametria cíclica, potenciometria e amperometria. A curva eletroanalítica foi realizada pelo método BIA (*batch injection analysis* – análise por injeção em batelada), com LD 0,56 $\mu\text{mol L}^{-1}$ e LQ de 1,0 $\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente. Os resultados de detecção mostram que é possível encontrar e detectar pequenas concentrações do hormônio E3, a partir da equação $I_p / \mu\text{A} = 0,047 + 0,504\{[\text{E3}] / (\mu\text{mol L}^{-1})\}$, podendo indicar o parâmetro que evite a contaminação de mananciais.

Palavras-chave: Eletrodo de Diamante Dopado com Boro, Estriol, Detecção Eletroquímica.

INTRODUÇÃO

O uso de medicamentos vem aumentando cada vez mais na atualidade, principalmente em grandes centros urbanos, gerando uma nova classe de contaminantes emergente (remédios, hormônios, pesticidas etc.) (Barrios-Estrada *et al.*, 2018), principalmente em ambientes aquáticos, águas subterrâneas e locais de abastecimento de água. Em detrimento disso, a Portaria de Consolidação GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021, visa a recorrer e revisar os padrões de potabilidade da água para consumo humano.

No entanto, os processos convencionais de tratamentos de efluentes não são capazes de atuarem eficientemente nesses tipos de poluentes, sendo necessário métodos avançados e sensíveis que demandam tempo para implementação e validação para monitoramento desses



compostos (Canlı, Çetintürk e Öktem Olgun, 2020). De modo que, a escolha dos métodos eletroanalíticos possibilitem a detecção direta de espécies através de técnicas como voltametria e amperometria, ao explorar as propriedades redox das substâncias. No uso da técnica BIA destaca-se por sua automação, alta reprodutibilidade e capacidade de manipular pequenos volumes de amostra, o que torna a metodologia adequada para análises de alta taxa e sensibilidade (Pereira *et al.*, 2016), por apresentar precisão e sensibilidade, permite melhor controle da dispersão da amostra e otimização dos parâmetros de detecção, gerados em sinais mais nítidos.

Além disso, ao ser combinada com o uso de eletrodos de carbono avançado, como o BDD, que apresentam propriedades únicas como alta condutividade, estabilidade química e ampla janela de potencial, os eletrodos BDD oferecem alta sensibilidade eletroquímica, além de minimizar interferências provenientes da matriz da amostra (Swain, 2004).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia eletroanalítica para detecção do hormônio natural E3 utilizando um eletrodo dopado com boro (BDD) em um sistema BIA.

MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização e detecção eletroquímica do E3 foi realizada utilizando o eletrodo de BDD (*Adamant Technologies S.A*) como eletrodo de trabalho (WE), área geométrica de 0,32 cm² e dopagem de 10000 ppm de boro. Como eletrodo auxiliar (CE), utilizou-se uma placa de Pt de área aproximada de 2 cm² e como eletrodo de referência, utilizou-se um eletrodo reversível de hidrogênio (RHE, H₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹). As medidas eletroquímicas foram realizadas em uma célula eletroquímica de um único compartimento, com capacidade para aproximadamente 100 mL de solução eletrolítica, contendo uma tampa para três eletrodos. Já, a detecção amperométrica do E3, utilizou-se um sistema BIA, composto por um injetor



(micropipeta eletrônica Eppendorf Stream acoplada a uma ponteira de capacidade volumétrica de 1,0 mL), BDD como WE, Pt como CE e RHE.

Todos os reagentes utilizados nos experimentos eram de pureza analítica (PA), e todas as soluções foram preparadas em água deionizada. Na caracterização eletroquímica dos eletrodos utilizou-se uma solução de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, a solução estoque de E3 foi preparada na concentração de $1,44 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, em metanol, por questão de solubilidade.

Foi preparada uma solução-tampão de Britton-Robinson $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, utilizando-se ácido fosfórico, fosfato de potássio monobásico, fosfato de sódio bibásico e fosfato trissódico, obtendo soluções-tampão de pH 2 a pH 12. Além disso, também foram preparadas soluções-tampão acetato $5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ pH 4,5, tampão amônia $5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ pH 9,4 e solução Na_2SO_4 $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ pH 1,6.

As terminações na superfície de eletrodos de BDD podem apresentar grande influência na resposta eletroquímica. Com base na literatura (Lourenco *et al.*, 2020), optou-se pela polarização catódica nos eletrodos de BDD. No início de cada dia de experimento, foram realizados pré-tratamentos anódico (PTA, limpeza do eletrodo) e catódico (PTC, hidrogenação superficial). com densidade de corrente (j) de $250 \text{ mA cm}^{-2} / 60 \text{ s}$, $-250 \text{ mA cm}^{-2} / 360 \text{ s}$, respectivamente.

A caracterização e detecção eletroquímica do E3 foi realizada utilizando um potenciostado/galvanostato PGSTAT30, interfacionado a um computador para aquisição e registro de dados.

As análises amperométricas foram realizadas utilizando como fase móvel uma solução aquosa de Na_2SO_4 $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, pH 1,6. Para a obtenção das curvas de calibração, inicialmente foi preparada uma solução estoque de E3 de 280 mmol L^{-1} em metanol. Após isso, por diluição da solução estoque, soluções de trabalho de E3 foram preparadas em metanol nas concentrações de 1,0, 2,5, 5,0, 15,0, 30,0, 50,0, 75,0, 100,0, 125,0, mmol L^{-1} . Por fim, foram feitas soluções padrão de calibração nas concentrações de 0,2, 0,5, 1,0, 3,0, 6,0, 10,0, 15,0,



20,0 e 25,0 mmol L⁻¹ em Na₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹ (pH 1,60), foram preparadas individualmente para a construção da curva de calibração.

No estudo de recuperação, diferentes matrizes aquosas (bebedouro, torneira e represa) foram avaliadas e fortificadas com E3 em cinco níveis de concentração 1,0, 5,0, 10,0, 25,0 e 50,0 µmol L⁻¹. As amostras foram coletadas no Rio Uberabinha, bebedouro e torneira, no município de Uberlândia, sem nenhum tipo de filtração ou tratamento prévio.

As amostras de controle de qualidade (CQ) foram preparadas na concentração de 20 µmol L⁻¹, as soluções usadas na obtenção da curva de calibração também foram usadas para o estudo de recuperação do E3 em matrizes aquáticas: água de bebedouro, torneira e rio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

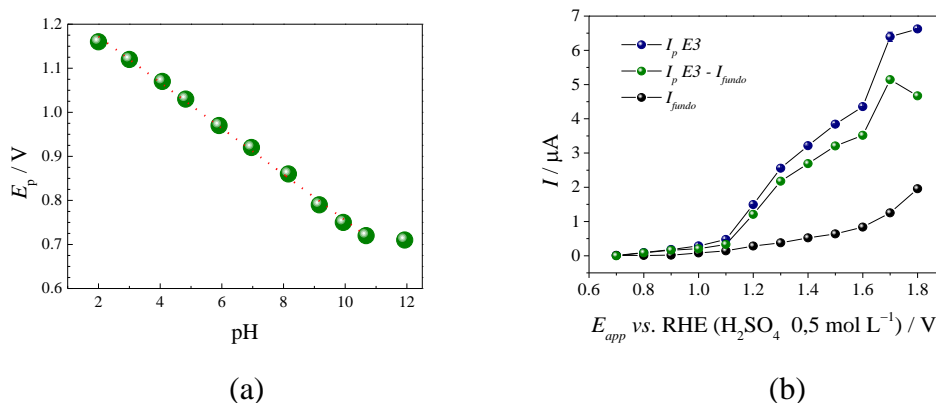
A voltametria cíclica foi usada preliminarmente como teste da avaliação da resposta eletroquímica do E3 2,8 µmol L⁻¹ em H₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹ para o eletrodo de BDD em PTA e PTC. Observou-se que a molécula de E3 possui um processo oxidativo irreversível em aproximadamente 1,2 V vs. RHE, mas não há grandes variações do potencial de oxidação do E3 utilizando diferentes tratamentos superficiais do eletrodo de BDD. Comportamento parecido tem sido reportado na literatura para o mesmo tipo de eletrodo pre-tratado catodicamente na oxidação da molécula E3 (Santos *et al.*, 2010). A corrente de oxidação do E3 utilizando o eletrodo de BDD-PTC foi maior que o BDD-PTA, com valores de 6 e 4 mA, respectivamente. Como os maiores valores de corrente influenciam diretamente em maiores limites de detecção da molécula, escolheu-se o PTC para a determinação da molécula de E3. Investigou-se também o efeito do eletrólito, realizado com tampão acetato pH = 4,33, Na₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹ pH 1,54 e tampão amônia pH = 9,43. Contudo, constatou-se maior estabilidade do valor da corrente de pico na detecção do E3 utilizando soluções de Na₂SO₄.

Na Figura 1a, tem-se o efeito do pH sobre a corrente de pico e potencial para o processo de oxidação do E3. À medida que o valor de pH aumenta de 2 a 10, o pico de



oxidação decresce, enquanto o potencial do pico desloca-se para regiões de valores menos positivos, obedecendo a seguinte equação: $E_p / V = 1,276 - 0,053\text{pH}$ ($R^2 = 0,9989$). Para $\text{pH} > 10$, a corrente e o potencial de pico de oxidação permanecem relativamente constantes. Essa mudança no coeficiente angular da curva E_p vs. pH para $\text{pH} > 10$ é consistente com o valor de pK_a da E3. Por outro lado, a partir do valor do coeficiente angular ($-0,053 \text{ V}$) conclui-se que o número de elétrons transferidos no processo de oxidação do E3 é igual ao número de prótons (Brocenschi *et al.*, 2014).

Figura 1 – (a) Dependência do potencial de pico de oxidação da E3 com o pH. Valores extraídos dos voltamogramas cíclicos ($v = 50 \text{ mV s}^{-1}$) para E3 $2,8 \text{ mol L}^{-1}$ em tampão fosfato (pH 2 a 12); (b) Curvas hidrodinâmicas I vs. E_{app} para E3 $2,8 \text{ mmol L}^{-1}$ em Na_2SO_4 $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (volume injetado = 100 uL ; $n = 3$) utilizando o eletrodo de BDD.



(Fonte: Autoral, 2023.)

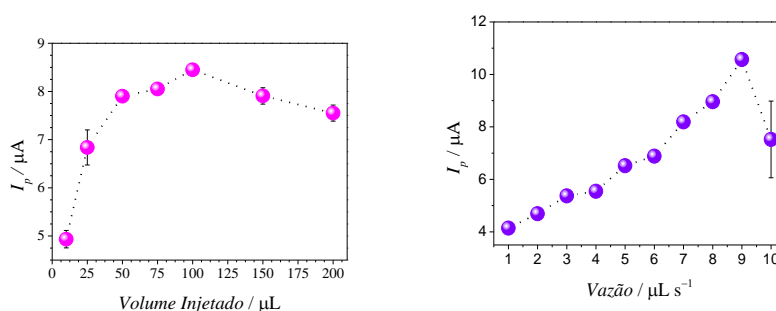
Para a detecção do E3 utilizando sistema BIA, foram avaliados: potencial aplicado (Figura 1b) e velocidade de injeção e vazão (Figura 3). Conforme pode ser observado na Figura 1b, a resposta de $I_p \text{ E3} - I_{\text{fundo}}$ mostra que a corrente de pico atinge seu ápice em $1,7 \text{ V}$, após isso, há um decréscimo da resposta. Acima de $1,2 \text{ V}$, a corrente apresenta um aumento acentuado devido à contribuição da corrente de fundo decorrente da reação de desprendimento de oxigênio. Nesse sentido, acima do potencial de $1,2 \text{ V}$, qualquer potencial poderia ser selecionado para a detecção do composto de interesse. Por conta disso, o potencial



escolhido para conduzir os demais experimentos foi de 1,7 V com corrente de resposta de aproximadamente 5,2 mA para E3 2,8 mmol L⁻¹.

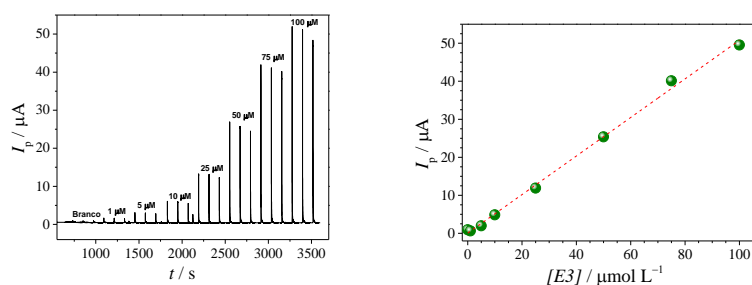
Na investigação do volume de injeção, Figura 2a, observou-se um aumento de corrente de pico da E3 até 100 mL, seguido de uma estabilização para os demais volumes injetados (150 e 200 mL). Assim, escolheu-se o volume de 100 mL como condição ótima para a injeção de E3 pelo sistema BIA. Em relação à vazão de injeção – Figura 2b, variou-se a velocidade de injeção de 1 a 10 mL s⁻¹, sendo seguido de um aumento de corrente conforme o aumento da velocidade até 9 mL s⁻¹, sendo este escolhido para os demais estudos.

Figura 2 – (a) Estudo de volume injetado e (b) velocidade de vazão da pipeta eletrônica para a detecção de E3 2,8 mmol L⁻¹ em Na₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹.



(Fonte: Autoral, 2023.)

Figura 3 – (a) Curva hidrodinâmica I vs. t para a E3 e (b) curvas de calibração I vs. $[E3]$, obtidas usando um eletrodo de BDD. (Eletrólito: Na₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹ pH 1,6; volume injetado: 100 μL; vazão: 90 μL s⁻¹ e potencial aplicado: +1,70 V).



(Fonte: Autoral, 2023.)

Depois de otimizados os melhores parâmetros para a detecção do E3 por BIA, as respectivas curvas analíticas foram obtidas em um intervalo de concentração entre 1 e 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ em Na_2SO_4 0,1 mol L^{-1} – Figura 3. As medidas amperométricas foram realizadas aplicando o potencial de 1,7 V vs. HER usando o eletrodo de BDD. Como esperado, a corrente de pico de oxidação aumenta proporcionalmente com a concentração de E3, com coeficiente linear resultante da curva analítica de 0,9985. A equação da reta foi $I_p / \mu\text{A} = 0,047 + 0,504\{[\text{E3}] / (\mu\text{mol L}^{-1})\}$ com LD e LQ de LD 0,56 $\mu\text{mol L}^{-1}$ e LQ de 1,0 $\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente. Santos et al., (2010) obtiveram valores similares de LD e LQ, 0,17 $\mu\text{mol L}^{-1}$ e 0,85 $\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente, para a detecção de E3 utilizando voltametria de onda quadrada (SWV) e um eletrodo de BDD (Santos *et al.*, 2010). Em seguida, foi realizado os estudos de recuperação de E3 em 5 níveis (1,0, 5,0, 10,0, 25,0 e 50,0 $\mu\text{mol L}^{-1}$.) em amostras de Rio, torneira e bebedouro. Neste sentido, pode-se afirmar que o método eletroquímico proposto neste trabalho apresenta confiabilidade nas diferentes matrizes aquosas.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, destaca-se a utilização do BIA em conjunto com o eletrodo de BDD para a detecção amperiométrica do E3. Inicialmente verificou-se que o tipo de pré-tratamento eletroquímico superficial não altera o potencial de oxidação do E3, no entanto, notou-se que o



PTC amplificou a corrente consideravelmente a corrente de oxidação do E3 em relação ao PTA. No estudo de pH, constatou-se que a número de elétrons transferidos no processo de oxidação de E3 é igual ao número de prótons. Na otimização dos parâmetros do sistema BIA, os melhores valores foram: (i) potencial aplicado de 1,7 V; (ii) volume de injeção de 100 μ e (iii) velocidade de injeção de 9 mL s⁻¹. Após os parâmetros eletroquímicos serem otimizados, foram obtidos os valores de LD = 0,56 μ mol L⁻¹ e LQ = 1,0 μ mol L⁻¹, obtendo excelentes valores de recuperação em amostras reais de rio, torneira e bebedouro. Deste modo, com um sistema simples e portátil, o método desenvolvido neste trabalho pode ser aplicado em determinações de E3 em campo, necessitando de infraestrutura mínima e possui perspectiva para que os sistemas propostos sejam empregados para outros fármacos eletroativos.

Agradecimentos: FAPEMG (APQ-02588 do edital FAPEMIG 01/2023), CAPES e CNPq

REFERÊNCIAS

BARRIOS-ESTRADA, C. *et al.* Emergent contaminants: Endocrine disruptors and their laccase-assisted degradation – A review. **Science of The Total Environment**, v. 612, p. 1516–1531, jan. 2018.

BROCENSCHI, R. F. *et al.* DPV and SWV Determination of Estrone Using a Cathodically Pretreated Boron-Doped Diamond Electrode. **Electroanalysis**, v. 26, n. 7, p. 1588–1597, 1 jul. 2014.

CANLI, O.; ÇETINTÜRK, K.; ÖKTEM OLGUN, E. E. Determination of 117 endocrine disruptors (EDCs) in water using SBSE TD–GC–MS/MS under the European Water Framework Directive. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 412, n. 21, p. 5169–5178, 1 ago. 2020.

LOURENCAO, B. C. *et al.* Analytical Applications of Electrochemically Pretreated Boron-Doped Diamond Electrodes. **ChemElectroChem**, v. 7, n. 6, p. 1291–1311, 2020.

PEREIRA, P. F. *et al.* A high-throughput BIA-MPA method for the simultaneous determination of amiloride and furosemide. **Analytical Methods**, v. 8, n. 44, p. 7959–7965, 10 nov. 2016.



SANTOS, K. D. *et al.* Electroanalytical determination of estriol hormone using a boron-doped diamond electrode. **Talanta**, v. 80, n. 5, p. 1999–2006, 15 mar. 2010.

SWAIN, G. M. Chapter 4 Electroanalytical applications of diamond electrodes. *Em: CHRISTOPH E. NEBEL AND JÜRGEN RISTEIN (Ed.). Semiconductors and Semimetals.* [s.l.] Elsevier, 2004. v. Volume 77p. 121–148.



ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA E DAS VAZÕES DE ABASTECIMENTO EM ZONAS URBANAS: Estudo de caso para o bairro Santa Mônica em Uberlândia/MG.

Thaís Cristina de Jesus Fábio Santos¹, Gabrielle Ananias Arantes², Giovanna Marcelly Lopes Melo³, Júlia Maria de Souza Silva⁴, Bruno de Oliveira Lázaro⁵, Gabriel do Nascimento Guimarães⁶.

¹Graduanda - Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

³Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

⁴Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

⁵Mestre – FECIV/UFU

⁶Professor – FECIV/UFU

E-mail de contato thcr.fabio@ufu.br

Resumo: Esta pesquisa objetivou analisar os padrões de consumos específicos e a vazão de demanda para redes de abastecimento de água em áreas urbanas. Para tanto, desenvolveu-se um estudo de caso no bairro Santa Mônica na cidade de Uberlândia/MG, Brasil. A área de estudo foi mapeada e foram coletadas informações de caracterização das principais tipologias de edificações existentes no bairro e que geram um consumo específico de água. Os padrões de consumo e as vazões foram determinados com base na literatura e na ABNT NBR 12211/1992. Os resultados demonstraram que o maior padrão de consumo para o bairro Santa Mônica é residencial, representando cerca de 81% do consumo de água local. Além disso, observou-se uma estimativa de vazão de demanda total é igual a 108,51 L/s, valor este inferior aos recomendados por norma. Assim, pode-se afirmar que a rede do bairro oferece água em quantidades adequadas ao atendimento da demanda local.

Palavras-chave: Abastecimento de água, consumo de água, redes de distribuição.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência humana, sem o qual a maioria das atividades antrópicas não podem ser desenvolvidas plenamente. (UNESCO, 2008; AGUIAR *et al.*, 2020). Entretanto, a maior parte da água disponível no planeta não se



encontra com padrões adequados de potabilidade e disposição para o consumo humano imediato. Desta maneira, torna-se necessária a provisão de sistemas de captação, tratamento e distribuição da água bruta de leitos de rios e reservatórios até as unidades de destinação e consumação final (BOTELHO, 2011; KUSTERKO *et al.*, 2018).

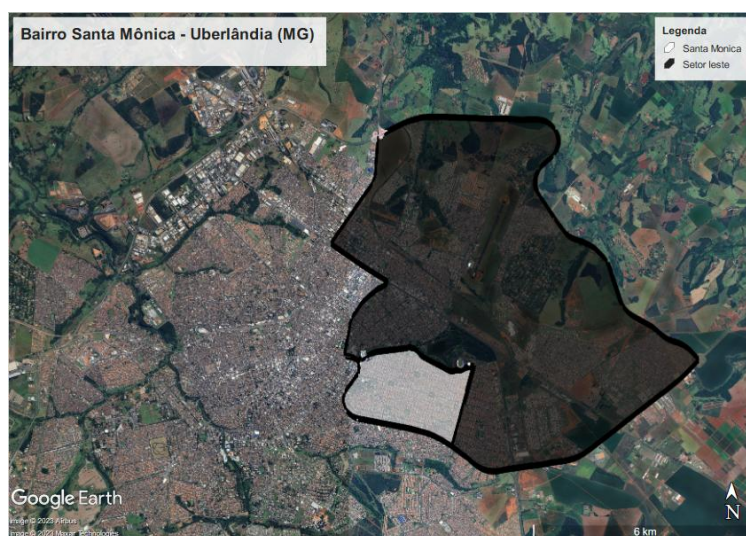
Para garantir o melhor funcionamento destes sistemas dentro de uma perspectiva inteligente e sustentável, torna-se necessário estudar os padrões gerais de consumo hídrico e determinar as vazões de abastecimento requeridas pelas redes de distribuição de água. De modo geral, a determinação destas vazões se dá por meio da relação entre o consumo doméstico e o consumo específico de cada tipologia de edificação e/ou atividade desenvolvida em uma dada área urbana (ABNT, 1992).

Diante desta problemática, o presente trabalho objetiva analisar os padrões de consumo de água do bairro Santa Mônica, na cidade de Uberlândia/MG, Brasil. Com base nestes padrões, foi possível determinar a vazão de demanda para a rede hidráulica de abastecimento e distribuição da área de estudo. Os resultados obtidos podem ser úteis à administração municipal no que concerne à gestão da rede e à oferta de água com qualidade e quantidade adequadas à população local.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa propôs um estudo de caso para o bairro Santa Mônica, localizado no setor Leste da mancha urbana municipal de Uberlândia/MG, Brasil (Figura 1). A área de estudo se configura como um dos principais bairros da cidade, com uso e ocupação do solo preponderantemente misto e totalizando uma população de 35.737 habitantes (PMU, 2023).

Figura 01: Mapa do setor Leste com destaque para o bairro Santa Mônica



Fonte: Google Earth Professional. Modificado pelos autores. (2023).

Para a determinação dos consumos médios de água foram utilizadas imagens orbitais disponibilizadas pelo *software Google Earth Professional* para se estimar a localização e a quantidade de edificações elencadas pela literatura como responsáveis por consumos específicos. Além disso, foram consultados levantamentos disponibilizados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE, 2023) e pela Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU, 2023).

Os tipos de edificação consideradas nesta pesquisa, bem como o equacionamento e os parâmetros utilizados para se determinar os seus respectivos consumos encontram-se expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipologias de edificação e fórmula para cálculo de consumo específico de água.

<i>Tipo de edificação</i>	<i>Fórmula para cálculo do consumo</i>
Industrial	$C = 47 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{dia}$ – para área industrial e/ou $C = 30 - 90 \text{ l}/\text{pessoa} \cdot \text{dia}$ – usos sanitários



Comércio em geral	$C = \left(\frac{0,08AC}{3600}\right) * n^{\circ} \text{ edificações}$
Escolas de 1° e 2° graus	$C = \frac{(0,05AC + 0,1NV + 0,7NF + 20) * 30}{86400}$
Universidades	$C = \frac{(0,03AC + 0,7NV + 0,8NF + 50) * 30}{86400}$
Creches	$C = \frac{(3,8NF + 10) * 30}{86400}$
Serviços públicos	$C = \text{Unid} (\text{pessoa} \times \text{média (l/dia)})$
Hospitais e serviços de saúde	$C = \frac{2,9 * NF + 11,8 * NBS + 2,5 * NL + 280}{30}$
<p><i>Legenda:</i> <i>C = consumo médio; NF = número de funcionários; NL = número de leitos; NV = número de vagas; NBS = número de bacia sanitárias; AC = área construída; Unid = número de edificações.</i></p>	

Fonte: TSUTIYA (2006). Modificado pelos autores (2023).

O somatório dos consumos médios expostos no Quadro 1 foi considerado como sendo o consumo médio geral da área de estudo. Com base neste valor, foi possível calcular a fração percentual que cada consumo específico representa diante do consumo total e a vazão de demanda para a rede de abastecimento e distribuição de água do bairro, conforme exposto na Equação 1 (TSUTIYA, 2006).

$$Q = \frac{K1 * K2 * C * P}{86400} \quad (1)$$

Onde: Q = vazão mínima de demanda (L/s); P = população da área abastecida (habitantes); $K1$ = coeficiente do dia de maior consumo; $K2$ = coeficiente da hora de maior consumo; C = consumo médio diário per capita (L/s.dia).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



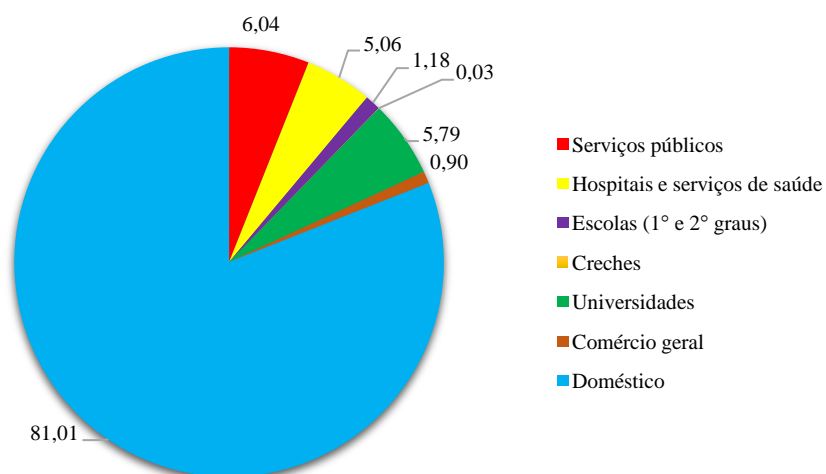
Por meio da metodologia exposta anteriormente, foram calculados os consumos médios e as respectivas frações de consumo para cada tipologia específica de edificação no bairro Santa Mônica. A Tabela 1 apresenta os valores de consumo calculados, enquanto a Figura 2 apresenta, por meio de um gráfico, as frações percentuais de cada consumo em relação consumo médio geral da área de estudo.

Tabela 1 – Consumos médios específicos para o bairro Santa Mônica.

<i>Tipologia de edificação</i>	<i>Consumo específico(L/s)</i>	<i>Fração de consumo (%)</i>
Serviços públicos	6,61	6,04
Hospitais e serviços de saúde	5,54	5,06
Escolas (1° e 2° graus)	1,30	1,18
Creches	0,03	0,03
Universidades	6,34	5,79
Comércio geral	0,98	0,90
Doméstico	88,71	81,01
TOTAL	108,51	100,00

Fonte: Os autores (2023).

Figura 2 – Frações de consumo (%).





Fonte: Os autores (2023).

Pela Tabela 1 e na Figura 2, percebe-se o predomínio do consumo doméstico entre os consumos específicos no bairro Santa Mônica. Este representa cerca de 88,71 L/s, o que corresponde a 81,00% do consumo total do bairro. Outros consumos significativos são o de serviços públicos, de universidades e de hospitais, representando 6,61 L/s, 6,34 L/s e 5,54 L/s, respectivamente. Estes consumos, por sua vez, correspondem a 6,04%, 5,79% e 5,06% das frações de consumo total da área de estudo.

Esta distribuição percentual das frações de consumo indica que o bairro analisado, apesar de possuir padrões de uso e ocupação do solo mistos, é preponderantemente residencial. Desta maneira, as redes de distribuição e abastecimento de água ofertadas para a área de estudo devem atender prioritariamente as demandas dos domicílios e de seus ocupantes para finalidades domésticas, o que impacta na oferta de água em vazões, pressões e qualidade adequadas ao consumo humano (AGUIAR *et al.*, 2020).

Por fim, com base no somatório dos consumos expostos na Tabela 1, tem-se o consumo geral da área de estudo, equivalente a 109,51 L. Desse consumo, conforme a Equação 1, estimou-se a vazão real de demanda para o abastecimento do bairro Santa Mônica, calculada em 81,53 L/s, o que equivale a 0,08153 m³/s.

Esta estimativa de vazão é inferior à vazão de demanda de projeto pela ABNT NBR 12211/1992. Pela norma, a vazão de demanda de projeto estaria compreendida entre 148,90 L/s e 186,13 L/s, equivalentes a 0,1489 m³/s e 0,1861 m³/s. Neste sentido, considerando que a rede de distribuição e abastecimento de água da área de estudo fora concebida de acordo com as normativas vigentes, observa-se que a rede se encontra devidamente dimensionada e ofertando água em quantidade suficiente para se atender a demanda do bairro Santa Mônica.

CONCLUSÕES



Com a realização desta pesquisa, concluiu-se que o estudo dos padrões de consumo de água em áreas urbanas é uma importante ferramenta para a promoção de infraestrutura e de políticas de abastecimento de água eficientes, inteligentes e sustentáveis.

Para a área de estudo, concluiu-se que o bairro Santa Mônica possui um padrão de consumo preponderantemente residencial. Ainda assim, o consumo de edificações hospitalares e do *campus* universitário também contribuem significativamente na composição dos padrões de consumo de água na região.

Para trabalhos futuros, sugere-se aprimorar o estudo dos padrões de consumo adicionando outras tipologias de edificação que também geram um consumo específico de água. Além disso, recomenda-se a aplicação da metodologia utilizada nesta pesquisa em outras áreas de estudo e em diversas escalas, de modo a mapear de maneira mais abrangente o consumo e as vazões de demanda de redes de abastecimento e distribuição de água em áreas urbanas, fornecendo assim ferramentas que otimizem a gestão e o funcionamento destas redes nas cidades.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G., TEIXEIRA, T., DE SOUZA, F. P., DOS SANTOS, K. V. **Expansão demográfica e abastecimento de água no sistema integrado de Feira de Santana/BA.** *Humanas Sociais & Aplicadas*, 10(29), 34-45. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12211/1992. **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro/RJ. Brasil. 54p. 1992.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.) **Geomorfologia urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. DMAE (Uberlândia).

RESERVATÓRIOS DE ÁGUA. Disponível em:

<<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/tratamento-deagua/>>

Acesso em: 10 jun. 2023.



DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. Disponível em: <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

KUSTERKO, S., ENSSLIN, S. R., ENSSLIN, L., CHAVES, L. C. **Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 615-626. 2018.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **População nos bairros**. Disponível em: <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/populacao-uberlandia/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

UNESCO – IHP. Urban Water Cycle Processes and Interactions. In: MARSALEK, J., JIMÉNEZCISNEROS B., KARAMOUZ M., MALMQUIST P., GOLDENFUM J. & CHOCAT B. **Urban Water Series**. Taylor & Francis, Londres, 2008.



PERFIS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE TABARRE, HAITI: subsídio à avaliação da vulnerabilidade da água subterrânea

Luckencia Jean ¹, Alan Silveira²

¹Geóloga da ENGA no Haiti e Mestranda no PPGEO/UFU e IERI

²Professor do PPGEO IG/UFU

E-mail de contato jeanluckencia08@gmail.com

Resumo: O município de Tabarre está inserido no aquífero da planície de Cul-de-sac (PCS), o qual atende ao abastecimento público da região metropolitana de Porto Príncipe no Haiti. Com o crescimento demográfico, esse aquífero está sujeito a contaminações provenientes das atividades humanas, devido a diversas implantações industriais e urbanas na região da planície de Cul-de-sac. O objetivo deste estudo foi elaborar e analisar os perfis geológico-geomorfológicos de Tabarre, a fim de contribuir com futura avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas para a proteção dos recursos hídricos contra possíveis contaminações. A metodologia utilizada consiste em coletar dados institucionais e cartográficos para processar, analisar e desenvolver os perfis que caracterizam o ambiente. A análise dos perfis geológico-geomorfológicos permitiu identificar o relevo do município, constituído de planícies e “pés de montanha”, bem como formações geológicas compostas por aluviões, cascalhos, argilas e areias, tornando-o altamente vulnerável à lixiviação de poluentes.

Palavras-chave: Recursos hídricos, hidrogeologia, contaminação.

INTRODUÇÃO

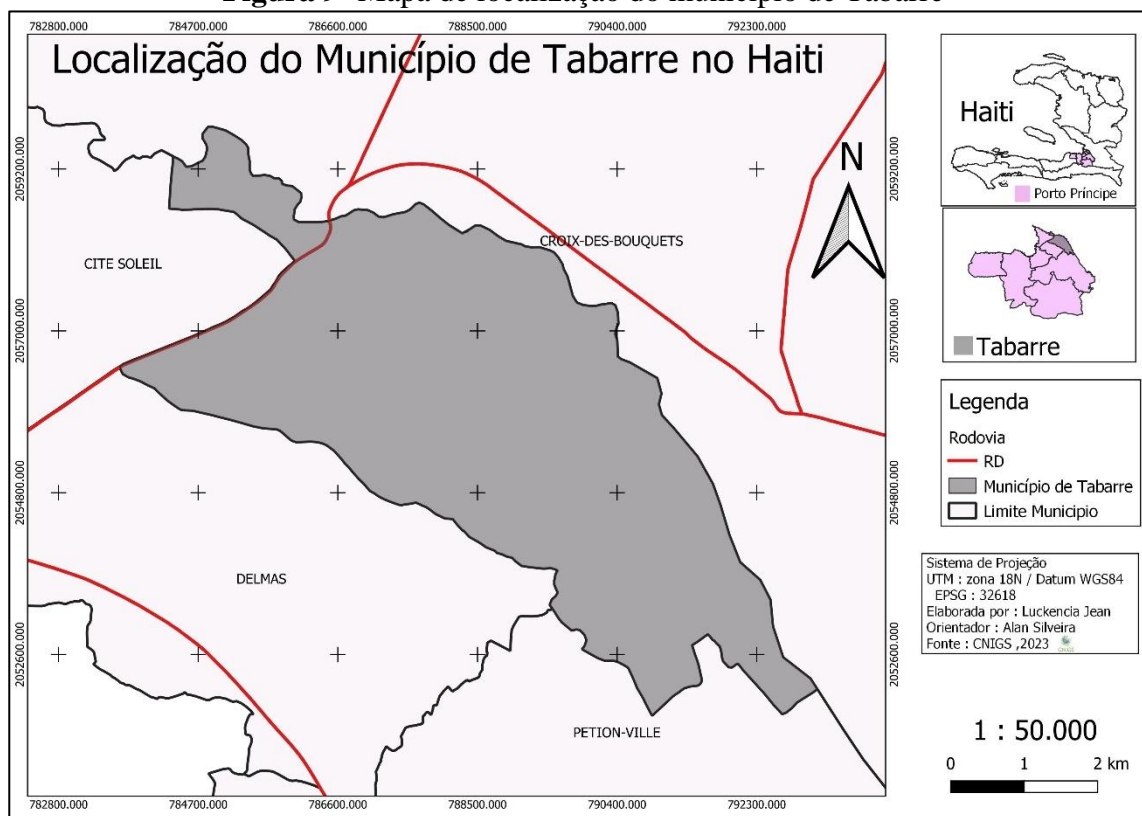
No Haiti, a problemática da água se desenvolve em um contexto demográfico bastante peculiar, caracterizado por uma população densa, com baixa renda e níveis reduzidos de escolaridade (EMMANUEL; LINDSKOG, 2002). Em uma dinâmica social como essa, a água deve ser percebida não apenas pela disponibilidade per capita, mas também pela qualidade



para atender as diferentes necessidades. Parece óbvio que o contraste entre o volume de água disponível e a crescente demanda não oferece os elementos necessários para compreender o problema da água no país (EMMANUEL; LINDSKOG, 2002).

No município de Tabarre (Figura 1), área de pesquisa deste trabalho, encontra-se o aquífero da planície de Cul-de-Sac (PCS), um dos mais importantes aquíferos do Haiti, que atende às necessidades de uma população de mais de 2 milhões de pessoas, bem como ao setor agrícola, industrial e comercial. Desde o terremoto de 12 de janeiro de 2010, observou-se um crescimento demográfico acompanhado de uma rápida urbanização na zona da planície de Cul-de-Sac (ADAMSON, 2017).

Figura 9- Mapa de localização do município de Tabarre





Estima-se que essa região não possua nenhum sistema centralizado de abastecimento de água, eletricidade ou coleta de resíduos sólidos (ADAMSON., 2017). A água subterrânea é de extrema importância na região, pois é a principal fonte de água potável para a maioria dos habitantes da área urbana de Porto Príncipe, utilizada também por alguns agricultores para irrigação dos campos (ROEBUCK, W. et al., 2016).

A vulnerabilidade da água subterrânea à contaminação representa um dos principais desafios, e os efeitos das mudanças globais têm consequências significativas para a saúde pública da população (DAILY; EHRLICH, 1996). O aumento exponencial da demanda por água coloca as potencialidades hídricas da região em uma situação de sobre-exploração, agravada pela crescente preocupação com a degradação de sua qualidade devido à poluição (ADAMSON et al., 2017). O filtro natural formado pelos materiais geológicos geralmente produz água de boa qualidade (JOURDAN et al, 2005), no entanto, o desenvolvimento urbano e os despejos incontroláveis de águas residuais domésticas e industriais levam a mudanças químicas na água, tornando-a inadequada para consumo (BOULEKNAFET; DERRADJI, 2017).

Para a avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição é importante reconhecer as características geológicas e geomorfológicas, com interesse numa melhor gestão das águas e intervenções adequadas em caso de contaminação. Essas regiões devem ser consideradas com cautela pelos planejadores e usuários da terra. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi organizar perfis geológico-geomorfológicos para Tabarre, com a finalidade de evidenciar as características litológicas e de relevo da área, tornando-se subsídio à avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, descritas a seguir:



Etapa 1: aquisição de dados

Para coletar as informações e dados necessários para realizar esta pesquisa, foi constituída uma base de dados a partir de informações institucionais e dados cartográficos. As seguintes fontes de dados foram utilizadas:

- Pesquisa documental em obras, teses, artigos científicos redigidos sobre o município, com o objetivo de encontrar informações existentes em estudos geológicos, morfológicos e hidrogeológicos.
- Os dados geoespaciais foram obtidos no Centro Nacional de Informações Geoespaciais (CNIGS) e no site Haïti data (HAITIDATA), para obter as informações necessárias para a elaboração dos mapas da pesquisa.

Etapa 2: tratamento e análise de dados

As informações foram processadas com o auxílio do software Qgis. Este software consiste na aplicação de dados SIG (Sistemas de Informações Geográficas) relacionados a uma base de dados da área de estudo.

Os perfis geológicos e geomorfológicos foram estabelecidos utilizando o modelo digital de terreno (MDT) do município de Tabarre como ponto de partida. Posteriormente, criaram-se os perfis utilizando a ferramenta "Nova Camada de Linha", permitindo traçar com precisão os percursos ao selecionar os pontos da rota. Para a representação visual de cada perfil foi necessário o uso da "Ferramenta de Perfil", que permitiu seguir fielmente suas trajetórias em relação às variações topográficas.

Simultaneamente, o "Microsoft Paint" foi utilizado para representar as características litológicas da área. Essa aplicação permitiu desenhar e ilustrar de forma gráfica as diferentes camadas litológicas presentes na região em estudo. Assim, através da integração desses méto-



dos e ferramentas, foi possível realizar uma análise detalhada dos perfis geológicos e geomorfológicos, proporcionando uma visualização clara das variações de altitude e das características litológicas específicas da zona de Tabarre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Tabarre se aloja em uma vasta planície (Figura 2A) com relevo relativamente plano, apresentando inclinações que variam de 0 a 30%, facilitando a infiltração de água no solo. Os materiais litológicos da região são compostos por várias camadas permeáveis datando do Mioceno, assim como aluviões mais recentes depositados na superfície (BUTTERLIN, 1961). Essas diferentes camadas permeáveis, constituídas de margas e areias, estão em contato sobreposto com cascalhos grossos dos tumultuosos rios Grise e depósitos resultantes de escoamentos passados na bacia, incluindo aluviões, cascalhos, argilas e areias (Figura 2B).

As características geológicas e geomorfológicas observadas nas Figuras 2A e 2B do município de Tabarre permitem-nos determinar os perfis geológico-geomorfológicos (Figura 2C). Estes perfis representam a seção dos terrenos por um plano vertical e horizontal no qual se observam a variação litológica e os compartimentos de relevo. Os perfis estão divididos em três segmentos: Segmento AB, Segmento CD e Segmento EF (Figura 2C). De acordo com os perfis geológicos e geomorfológicos do município de Tabarre, as altitudes variam entre 37 a 100 metros ao longo de uma distância de 3000 metros.



Figura 2- Mapa de localização do município de Tabarre

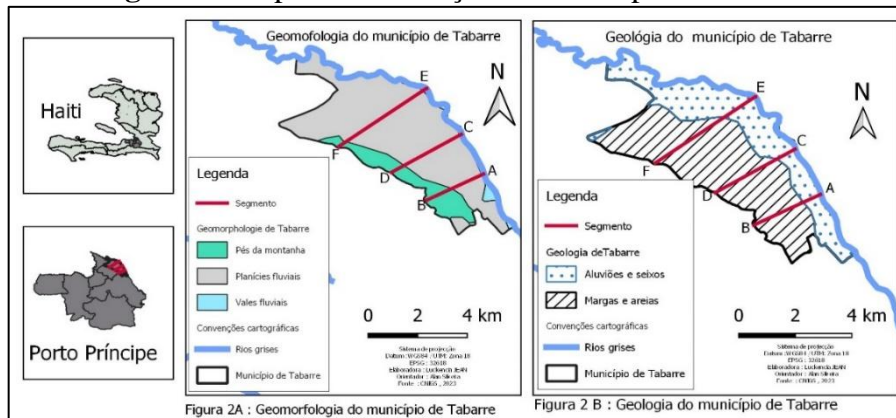


Figura 2A : Geomorfologia do município de Tabarre

Figura 2 B : Geologia do município de Tabarre

Perfis geológicos e geomorfológicos

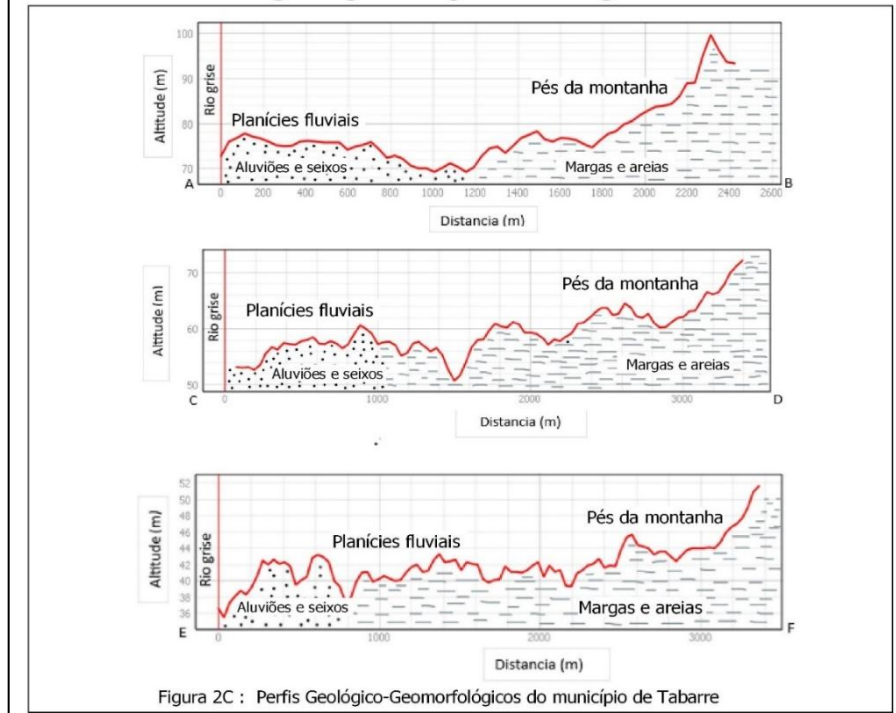


Figura 2C : Perfis Geológico-Geomorfológicos do município de Tabarre

CONCLUSÕES

O município de Tabarre, pertencente ao aquífero da planície de Cul-de-sac (PCS), é conhecida como um importante reservatório subterrâneo capaz de armazenar águas cuja



infiltração é favorecida pela natureza do solo. As formações geológicas da área são compostas por areias, cascalhos, argilas e aluviões, contendo de planícies e pés de montanha. Infelizmente, o lençol freático é intensivamente explorado e até mesmo superexplorado para atender às necessidades industriais e de abastecimento de água da região metropolitana de Porto Príncipe. O município de Tabarre, devido às suas características geomorfológicas, geológicas, climáticas e ocupação do solo, é extremamente vulnerável à lixiviação de poluentes em direção ao lençol freático. Os problemas de poluição das captações de águas subterrâneas são uma realidade que precisa ser enfrentada na região da planície.

REFERÊNCIAS

ADAMSON J. K ; JAVAN M. ; PIERRE. Y R. **An evaluation of the Plaine du Cul-de-Sac aquifer and its potential to serve Canaan.** Global Communities. 2017

BOULEKNAFET, Z. ; DERRADJI, E.-F. Hydrogéologie et vulnérabilité à la pollution des ressources en eau dans la plaine du kebir ouest.Synthèse: **Revue des Sciences et de la Technologie**, v. 34, p. 85–94, 7 jun. 2017.

DAILY, G. C. ; EHRLICH, P. R. Global change and human susceptibility to disease.**Annual Review of Energy and The Environment**, v. 21, n. 1, p. 125–144, 31 dez. 1996.

EMMANUEL, E. ; LINDSKOG, P. **Regards sur la situation des ressources en eau de la République d’Haïti.** 2002. Disponível em: <<https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=15204321>>. Acesso em: 24 jul. 2023.

HAITIDATA - Centre national de l’information géospatiale., **Hti Geology Geomorphology Polygon 082005.** Disponível em: <<http://haitidata.org/geoserver/wms>>. Acesso em : 27 jul. 2023.

BUTTERLIN, J. **Géologie Générale et Régionale de la République d’Haïti (Book Review)**
- ProQuest. 1960. Disponível em:



<<https://search.proquest.com/openview/9da7a36ef8671bc19ab5243a5cf78bb1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1816621>>. Acesso em : 24 jul. 2023.

JOURDAN, F., FERAUD, G., BERTRAND, H., KAMPUNZU, A. B., TSHOSO, G., WATKEYS, M. K., & LE GALL, B. (2005). Karoo large igneous province: Brevity, origin, and relation to mass extinction questioned by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age data. **Geology**, 33(9), 745. <https://doi.org/10.1130/g21632>.

PIERRE A. **Evaluation des projets en Eau et Assainissement dans les Plaines alluviales d'Haïti**. Unicef, Port-au-Prince, Haïti, 1992. 235p

ROEBUCK, W. et al. **WATER RESOURCES ASSESSMENT OF HAITI**. Polymtl.ca, 2016. 89p.



SANEAMENTO BÁSICO



AValiação ECOTOXICOLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO Córrego Mumbuca, Área Urbana de Monte Carmelo/MG

Andressa Pereira Vantine Catib¹, Raquel Gonzaga Martins², Caroline Yuka Mori Saito³, Vanderson Fernandes de Oliveira¹, Ana Vitória Lourenço de Oliveira³, Júlia de Souza Maia³, Igor Fernando Domingos⁴, Ivania Beatriz Almeida de Souza⁵, Guilherme Resende Ponce⁶, Daiane Gabriela Ribeiro⁷, Bruno de Oliveira Lázaro⁸, Roseli Mendonça Dias⁹, Maria Lyda Bolanos Rojas⁹, Marcio Ricardo Salla⁹, Edmar Isaias de Melo¹⁰

¹Graduando(a) – Engenharia Florestal/UFU

²Graduanda – Geologia/UFU

³Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

⁴Graduando – Engenharia Ambiental/UFU

⁵Graduanda – Agronomia/UFU

⁶Mestrando – PPGEC/UFU

⁷Técnica – ICIAG/UFU

⁸Técnico – FECIV/UFU

⁹Professor(a) – FECIV/UFU

¹⁰Professor – IQ/UFU

E-mail de contato andressa.catib@ufu.br

Resumo: O teste de germinação de sementes e comprimento de raízes é um bioensaio rápido, simples, sensível e de baixo custo para avaliar a fitotoxicidade de efluentes domésticos e industriais. O objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de toxicidade da água do córrego Mumbuca, município de Monte Carmelo/MG, em relação ao organismo teste *Lactuca sativa* L. Foram realizadas quatro amostragens bimestrais, em sete pontos de coleta. O organismo teste *Lactuca sativa* L. apresentou sensibilidade para estabelecer os níveis de toxicidade da água do córrego Mumbuca, situado no município de Monte Carmelo/MG, cujas amostras apresentaram toxicidade baixa e moderada considerando o efeito inibitório na germinação e comprimento de radícula, com destaque para os pontos de coleta M1 e M2, e com efeito estimulante (hormese) causado por baixas doses do contaminante.

Palavras-chave: bioensaio, qualidade de água, contaminantes ambientais.



INTRODUÇÃO

A avaliação da fitotoxicidade realizada pelo teste de germinação de sementes e comprimento de raízes é um bioensaio rápido, simples, sensível e de baixo custo. Durante o período de germinação e nos primeiros dias de desenvolvimento das plântulas, existem numerosos processos fisiológicos em que a presença de substâncias tóxicas pode interferir na sobrevivência e no desenvolvimento normal da plântula (SOUZA *et al.*, 2020). A *Lactuca sativa* L. (alface) está entre os organismos-teste mais utilizados para avaliar a fitotoxicidade e a citogenotoxicidade de efluentes domésticos e industriais, sendo esta espécie recomendada por agências internacionais para tal finalidade (VIEIRA; NICOLA; BORTOLETI, 2022). A espécie *Lactuca sativa* L. pode ter seu desenvolvimento avaliado a partir da análise de suas características macroscópicas: germinação e crescimento de radícula. Essas variáveis demonstram a possível interferência de contaminantes que podem estar presentes em efluentes industriais. (RODRIGUES *et al.*, 123DC).

Rodrigues *et al.* (2013) avaliaram a influência espacial e temporal da fitotoxicidade e da citogenotoxicidade da água e do sedimento de córrego urbano do Pântano (Alfenas, Minas Gerais) utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) em relação a presença de Cd, Pb e Zn. Romeiro dos Santos *et al.* (2023) avaliaram a qualidade da água da nascente do Rio Extrema em uma área de Cerrado brasileiro utilizando *Lactuca sativa* L. Os autores verificaram a redução na germinação de sementes em todas as amostras e o comprimento da radícula foi afetado por uma das amostras.

O objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de toxicidade da água do córrego Mumbuca, situado no município de Monte Carmelo/MG em relação ao organismo teste *Lactuca sativa* L.

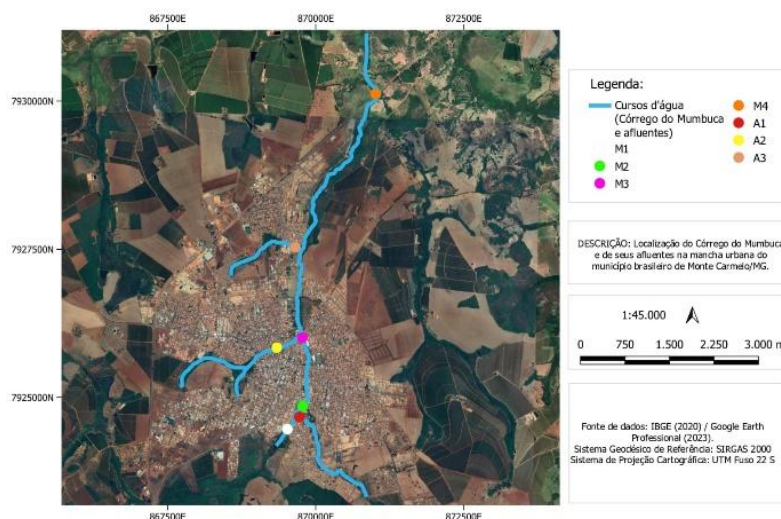
MATERIAL E MÉTODOS



As amostras foram coletadas em quatro pontos amostrais no córrego Mumbuca e três pontos amostrais em seus afluentes principais. De montante para jusante, os pontos amostrais estão identificados de M1 até M4, enquanto os principais afluentes urbanos estão identificados como A1, A2 e A3 (Figura 1). Foram realizadas quatro amostragens bimestrais, de dezembro de 2022 até junho de 2023. Os procedimentos de coleta e amostragens seguiram as recomendações de normas ABNT, especificação para o planejamento de amostragem (ABNT, 1987a) e preservação e técnicas de amostragem (ABNT, 1987b).

O bioensaio foi realizado em triplicata, em gerbox com papel germitest, onde foram adicionadas em cada gerbox, vinte sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). O volume de 12,0 mL de amostras de água do córrego Mumbuca foram adicionadas a cada gerbox. O ensaio controle, foi realizado utilizando água destilada. Os gerbox contendo as sementes de alface, foram levados para incubadora B.O.D a uma temperatura de 29°C, por um período de cinco dias com fotoperíodo de 12 horas. Após o período de incubação, avaliou-se o número de sementes germinadas e foi medido o comprimento da radícula juntamente ao hipocótilo de cada uma das plântulas (VAN DEN BERG *et al.*, 2020).

Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem.





Fonte: Autores (2023)

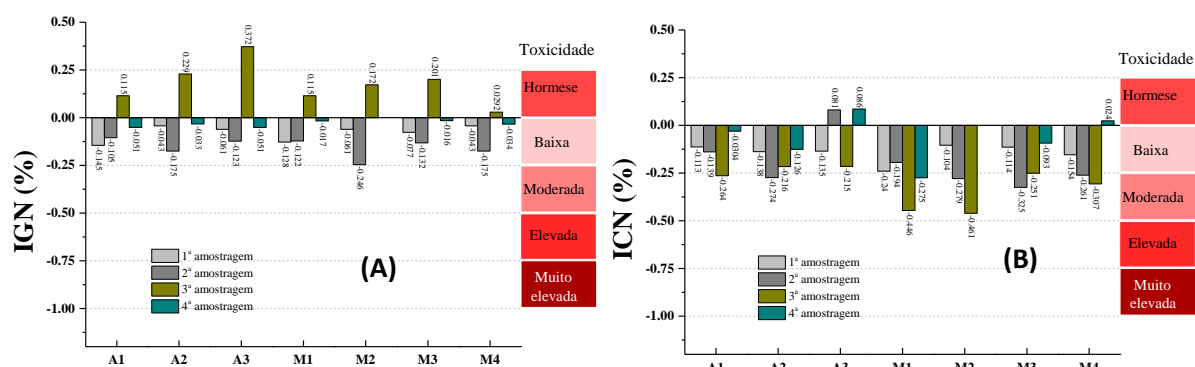
Para análise e interpretação dos dados, foi utilizado a metodologia adaptada segundo Bagur-González *et al.* (2011), onde o índice de porcentagem de germinação residual normalizado (IGN) e o índice de porcentagem do comprimento radicular residual normalizado (ICN) foram calculados. Os níveis de toxicidade foram estabelecidos conforme a seguinte escala: (a) 0 a -0,25 baixa toxicidade, (b) -0,25 a -0,5 moderada, (c) -0,5 a -0,75 alta e (d) -0,75 a -1 muito alta. Os valores maiores que zero indicariam uma estimulação do crescimento da semente (hormese) (BELZ; SINKKONEN, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de IGN e ICN foram utilizados para estabelecer a toxicidade das amostras em função do período de amostragem (Figura 2). Considerando os resultados do IGN, e o efeito de inibição provocado por contaminantes presentes nas amostras, verifica-se que todas as amostras apresentaram toxicidade baixa (0 a -0,25), no entanto as amostras da terceira coleta apresentaram um efeito de hormese (efeito estimulante causado por baixas doses do contaminante, o que não significa que o contaminante seja benéfico para o organismo-teste) com destaque para o ponto de amostragem A3.



Figura 2 - Índice de porcentagem de germinação residual normalizado (A) e o índice de porcentagem do comprimento radicular residual normalizado (B) em função dos pontos de amostragens e período de coleta.



Fonte: Autores (2023)

Observando os resultados do ICN, em específico a inibição do comprimento radicular em relação ao controle, verifica-se que amostras da primeira amostragem apresentaram toxicidade baixa, enquanto amostras dos pontos A2, M2, M3 e M4 para segunda amostragem apresentaram toxicidade moderada. Para terceira amostragem, apenas a amostra A3 apresentou toxicidade baixa, sendo que as demais apresentaram toxicidade moderada, com destaque para amostra dos pontos M1 e M2. Para amostras referentes a quarta amostragem verifica-se que apenas a amostra do ponto M1 apresentou toxicidade moderada, enquanto as demais apresentaram valores de ICN que indicaram toxicidade baixa. É importante destacar que para a primeira e quarta amostragem, para os pontos de coleta A3 e M4 apresentaram um efeito de hormese (efeito estimulante causado por baixas doses do contaminante, o que não significa que o contaminante seja benéfico para o organismo-teste) com destaque novamente para o ponto de amostragem A3.

Para o IGN, das quatro amostragens realizadas todas apresentaram toxicidade baixa e uma amostragem apresentou efeito de hormese, e dos sete pontos de amostragem todos



apresentaram toxicidade baixa, mas todos apresentaram efeito de hormese. Para o ICN, das quatro amostragens realizadas três apresentaram amostras com toxicidade moderada e uma com toxicidade baixa e duas com efeito de hormese. Já para os sete pontos de amostragem verifica-se que seis apresentaram toxicidade moderada e um com toxicidade baixa e efeito de hormese.

CONCLUSÕES

O organismo teste *Lactuca sativa* L. apresentou sensibilidade para estabelecer os níveis de toxicidade da água do córrego Mumbuca, situado no município de Monte Carmelo/MG, cujas amostras apresentaram toxicidade baixa e moderada considerando o efeito inibitório na germinação e comprimento de radícula, com destaque para os pontos de coleta M1 e M2, e com efeito estimulante (hormese) causado por baixas doses do contaminante.

Agradecimentos: À UFU, à FAPEMIG (APQ01699-17 Demanda Universal) e ao DMAE de Monte Carmelo/MG.

REFERÊNCIAS

BAGUR-GONZÁLEZ, M. G. et al. Toxicity assessment using *Lactuca sativa* L. bioassay of the metal(loid)s As, Cu, Mn, Pb and Zn in soluble-in-water saturated soil extracts from an abandoned mining site. **Journal of Soils and Sediments**, v. 11, n. 2, 2011.

BELZ, R. G.; SINKKONEN, A. Selective toxin effects on faster and slower growing individuals in the formation of hormesis at the population level — A case study with *Lactuca sativa* and PCB. **Science of the Total Environment**, v. 566–567, 2016.

RODRIGUES, A. et al. Changes in Chromosome Complement and Germination of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Exposed to Heavy Metal Stress. **Water, Air, & Soil Pollution**, 123DC.



RODRIGUES, L. C. DE A. et al. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, 2013.

ROMEIRO DOS SANTOS, I. et al. Spring water quality monitoring using multiple bioindicators from multiple collection sites. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 86, n. 19, p. 707–719, 2 out. 2023.

SOUZA, P. M. S. et al. PBAT biodegradable mulch films: Study of ecotoxicological impacts using *Allium cepa*, *Lactuca sativa* and HepG2/C3A cell culture. **Chemosphere**, v. 256, 2020.

VAN DEN BERG, M. F. et al. Assessing Domestic Wastewater Effluent with a Battery of Bioassays after Treatment with a Specific Consortium of Microalgae and Different Flocculation Methods. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 231, n. 6, 2020.

VIEIRA, C. S. S.; NICOLA, P. A.; BORTOLETI, K. C. DE A. Determination of phytotoxicity and cytogenotoxicity due to exposure to particles originating from sugarcane burning using test systems *Lactuca sativa* L. and *Allium cepa* L. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues**, v. 85, n. 14, 2022.



DETERMINAÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO PARA O CÓRREGO MUMBUCA, ÁREA URBANA DE MONTE CARMELO/MG

Vanderson Fernandes de Oliveira¹, Caroline Yuka Mori Saito², Andressa Pereira Vantine Catib¹, Raquel Gonzaga Martins³, Ana Vitória Lourenço de Oliveira², Júlia de Souza Maia², Igor Fernando Domingos⁴, Guilherme Resende Ponce⁵, Ivania Beatriz Almeida de Souza⁶, Daiane Gabriela Ribeiro⁷, Edmar Isaias de Melo⁸, Maria Lyda Bolanos Rojas⁹, Marcio Ricardo Salla⁹, Roseli Mendonça Dias⁹

¹Graduando(a) – Engenharia Florestal/UFU

²Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

³Graduanda – Geologia/UFU

⁴Graduando – Engenharia Ambiental/UFU

⁵Mestrando – PPGEC/UFU

⁶Graduanda – Agronomia/UFU

⁷Técnica – ICIAG/UFU

⁸Professor – IQ/UFU

⁹Professor(a) – FECIV/UFU

E-mail de contato vanderson.oliveira@ufu.br

Resumo: O conhecimento dos teores de oxigênio dissolvido nos cursos d'água e a relação com a poluição orgânica destes é fundamental para um diagnóstico de qualidade da água. Assim, objetivou-se com este estudo quantificar a Demanda Química de Oxigênio (DQO) para o Córrego Mumbuca no município de Monte Carmelo/MG. Foram realizadas quatro coletas bimestrais de amostras de água entre os meses de dezembro de 2022 e junho de 2023 em quatro pontos de amostragem ao longo do córrego. A determinação da DQO, em triplicata, foi realizada de acordo com metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. As maiores concentrações de DQO foram observadas para o ponto de amostragem M3, com $34,33 \pm 3,51$ mg/L no mês de dezembro de 2022 e a menor concentração de DQO para M1, com $1,67 \pm 0,92$ mg/L em abril de 2023.

Palavras-chave: Poluição da água, matéria orgânica, consumo de oxigênio.

INTRODUÇÃO



O esgoto doméstico lançado sem tratamento em trechos urbanos, o escoamento superficial em áreas rurais que utilizam defensivos agrícolas e os efluentes de origem industrial podem afetar as águas (CALMON; FERREIRA; ROSA, 2020). Portanto, a realização de análises químicas, a determinação dos pontos críticos de um curso d'água e os pontos de lançamentos tornam-se importantes para a gestão dos recursos hídricos (LONGUINE; TOMAZELLI; CARREGARI, 2014).

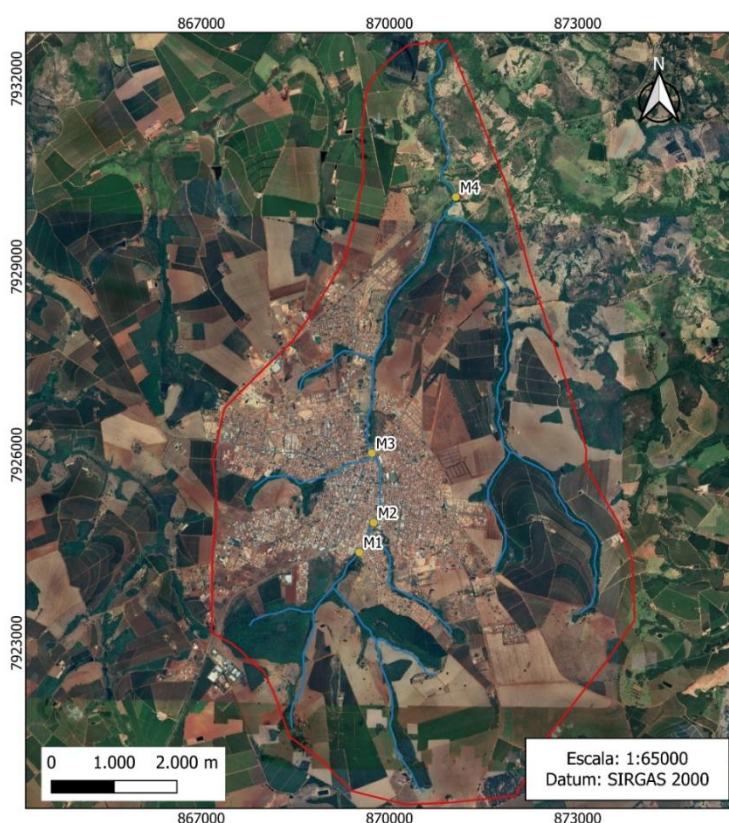
Em um curso d'água a principal consequência da poluição orgânica é a diminuição dos teores de oxigênio dissolvido ocasionada pela respiração dos microrganismos, quando estes se alimentam da matéria orgânica (VON SPERLING, 2017).

Desse modo, o presente estudo objetivou quantificar as concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO) em quatro pontos de amostragem do Córrego Mumbuca no município de Monte Carmelo/MG.

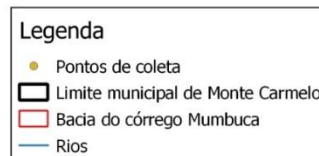
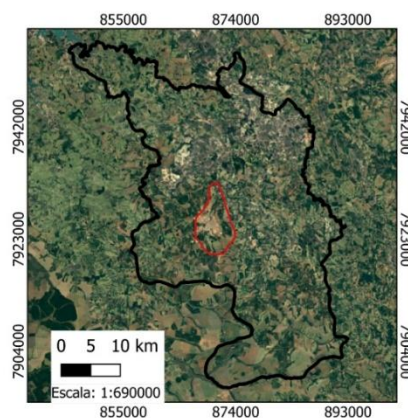
MATERIAL E MÉTODOS

Para determinação do parâmetro Demanda Química de Oxigênio (DQO) na água da Bacia Hidrográfica do Córrego Mumbuca, no município de Monte Carmelo/MG, foram estabelecidos quatro pontos de amostragem ao longo do córrego: M1, M2, M3 e M4 (Figura 1).

Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem e área de estudo no córrego Mumbuca.



Localização dos pontos de amostragem e área de estudo



Fonte: Autores (2023)

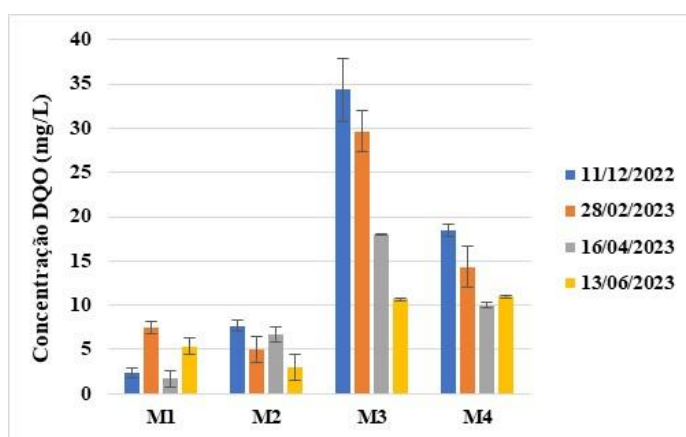
Entre os meses de dezembro de 2022 e junho de 2023 foram realizadas coletas bimestrais de amostras de água do córrego nos pontos M1, M2, M3 e M4, seguindo a Norma Técnica ABNT: NBR 9898/1987 (ABNT, 1987). As amostras de água seguiram para o Laboratório de Mecânica dos Fluidos, Hidráulica e Hidrologia e o Laboratório do Grupo de Pesquisa em Recursos Naturais e Agrícolas (RENAGRI), *Campus* Monte Carmelo - UFU, onde foram analisadas, em triplicata, de acordo com metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) para o parâmetro DQO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



A determinação das concentrações de DQO foi realizada de dezembro de 2022 a junho de 2023. Observou-se que para M1 a menor concentração de DQO foi de $1,67 \pm 0,92$ mg/L e ocorreu na coleta de abril de 2023, enquanto a maior concentração ocorreu em fevereiro de 2023 e foi de $7,5 \pm 0,71$ mg/L. Para M2, a menor concentração encontrada foi de $3,00 \pm 1,45$ mg/L em junho de 2023 e a maior concentração $7,67 \pm 0,58$ mg/L em dezembro de 2022. Já M3 foi o ponto de amostragem que apresentou as maiores concentrações de DQO no período analisado, sendo $34,33 \pm 3,51$ mg/L em dezembro de 2022 a maior concentração encontrada. Para M4, a coleta de dezembro de 2022 apresentou a maior concentração, $18,50 \pm 0,71$ mg/L (Figura 2). Uma elevação das concentrações de DQO pode indicar o lançamento de esgoto industrial no curso d'água.

Figura 2 – Concentrações de DQO nos pontos de amostragem do Córrego Mumbuca.



Fonte: Autores (2023)

A escolha do parâmetro DQO para indicar o oxigênio requerido para estabilização da matéria orgânica foi devida ao curto intervalo de tempo na análise do parâmetro em comparação com outros métodos de análise. Para indicação indireta do teor de matéria orgânica pode ser utilizado o teste da DQO, o qual mede o consumo de oxigênio em função da oxidação química da matéria orgânica por um forte oxidante em meio ácido. Ressalta-se



que neste teste a fração biodegradável e a fração inerte da matéria orgânica são oxidadas, portanto, o oxigênio a ser consumido é superestimado no teste (VON SPERLING, 2017).

CONCLUSÕES

Entre os pontos de amostragem analisados observou-se as maiores concentrações de DQO em M3, com $34,33 \pm 3,51$ mg/L no mês de dezembro de 2022 e a menor concentração de DQO para M1, com $1,67 \pm 0,92$ mg/L em abril de 2023.

Em razão da possibilidade de comparação da quantidade de oxigênio requerido para estabilização da matéria orgânica com os valores estabelecidos nas legislações, recomenda-se a análise por Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Com a continuação do Projeto de pesquisa “Diagnóstico da qualidade da água na bacia hidrográfica do córrego do Mumbuca”, financiado pela FAPEMIG – Demanda Universal, será possível a determinação do parâmetro DBO.

Agradecimentos: À Universidade Federal de Uberlândia e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (APQ01699-17 Demanda Universal) pelo apoio e financiamento à pesquisa e ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo - MG.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, 1987. 22 p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 22 rd.: Washington, 2012.



CALMON, M. S.; FERREIRA, V. O.; ROSA, R. M. Índice de qualidade de água e contaminação por tóxicos no rio Uberabinha, a montante e a jusante da área urbana de Uberlândia/MG. **Revista Georaguia**, v. 10, n. 1, p. 235-260, 2020.

LONGUINE, T. C.; TOMAZELLI, A. C.; CARREGARI, K. R. Relação entre a demanda bioquímica e química de oxigênio e o uso do solo na microbacia do córrego dos Campos (Ribeirão Preto, SP). In: 14º Congresso de Iniciação Científica CONIC-SEMESP, 2014. **Anais**. Universidade Cidade de São Paulo, 2014.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 4 ed. Belo Horizonte: DESA, Ed. UFMG, 2017.



INFLUÊNCIA DA DESCARGA LÍQUIDA NAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS SUSPENSOS E DISSOLVIDOS E TURBIDEZ NO CÓRREGO MUMBUCA, MONTE CARMELO/MG

Caroline Yuka Mori Saito¹, Júlia de Souza Maia¹, Guilherme Resende Ponce², Andressa Pereira Vantine Catib³, Raquel Gonzaga Martins⁴, Vanderson Fernandes de Oliveira³, Ana Vitória Lourenço de Oliveira¹, Igor Fernando Domingos⁵, Ivania Beatriz Almeida de Souza⁶, Daiane Gabriela Ribeiro⁷, Edmar Isaias de Melo⁸, Roseli Mendonça Dias⁹, Maria Lyda Bolanos Rojas⁹, Marcio Ricardo Salla⁹

¹Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Mestrando – PPGEC/UFU

³Graduando(a) – Engenharia Florestal/UFU

⁴Graduanda – Geologia/UFU

⁵Graduando – Engenharia Ambiental/UFU

⁶Graduanda – Agronomia/UFU

⁷Técnica – ICIAG/UFU

⁸Professor – IQ/UFU

⁹Professor(a) – FECIV/UFU

E-mail de contato carolyuka21@gmail.com

Resumo: A água é essencial à vida e sua qualidade depende dos nossos usos. O aspecto deficitário do sistema de drenagem e saneamento contribui para o aumento da descarga sólida e poluição. O foco do estudo foi o córrego Mumbuca, que atravessa a área urbana de Monte Carmelo/MG. Por meio de campanhas de campo em período seco e chuvoso, em quatro pontos de amostragens ao longo do córrego Mumbuca e três pontos de amostragens em seus principais afluentes na área urbana, a influência da descarga líquida sobre os sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais e turbidez da água foi confirmada. A melhoria no sistema de esgotamento sanitário, por meio da construção de interceptores e emissários e ampliação da capacidade de tratamento da Estação de Tratamento de Esgoto, certamente acabará com o problema de poluição hídrica na área urbana de Monte Carmelo.

Palavras-chave: Sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, turbidez, descarga líquida.

INTRODUÇÃO



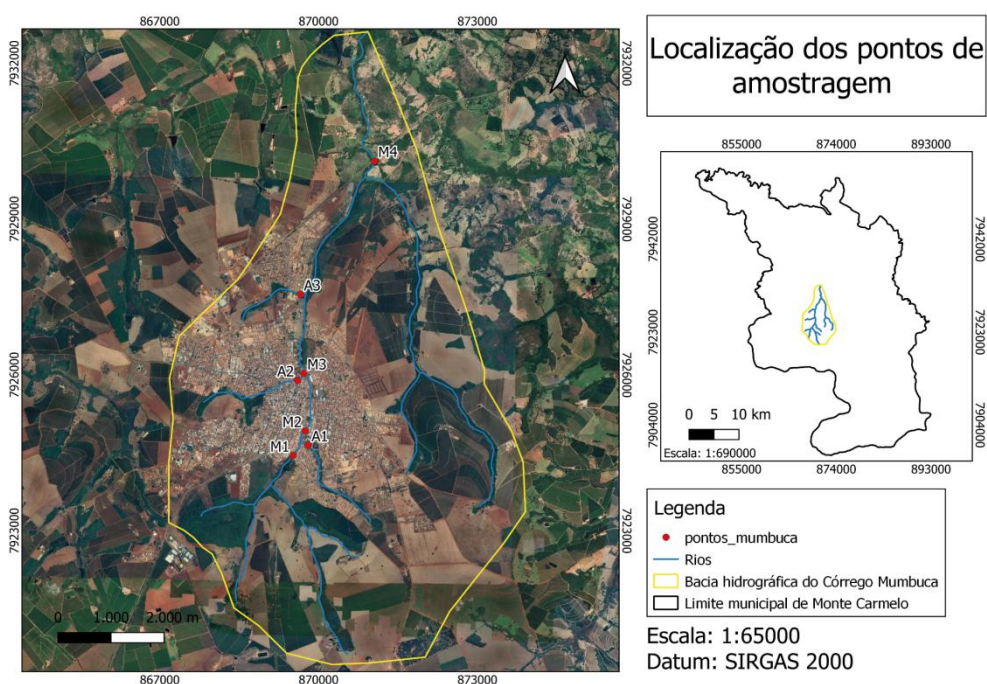
As impurezas presentes na água estão diretamente relacionadas com a sua qualidade e podem ser representadas em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Assim, a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e antropogênicos, e é determinada pela função do uso e ocupação da terra em torno da sua bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2017).

À medida que a urbanização avança em torno de um curso d'água, a incorporação de sólidos em suspensão aumenta, além da contribuição por despejos de efluentes e aplicação de defensivos agrícolas no solo. A fim de monitorar e proporcionar a manutenção da qualidade da água e evitar o assoreamento, é imprescindível a minimização do impacto ambiental nas proximidades do curso d'água (COSTA; KOIDE, 2021). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da descarga líquida sobre as concentrações de sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e turbidez para o córrego Mumbuca, Monte Carmelo/MG.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas de acordo com a Norma Técnica ABNT: NBR 9898/1987 (ABNT, 1987) para cada ponto de amostragem, sendo quatro pontos no córrego Mumbuca (M1, M2, M3 e M4) e três pontos nos afluentes (A1, A2 e A3) (ver Figura 1), nos meses de fevereiro de 2023 (campanha 1), abril de 2023 (campanha 2) e junho de 2023 (campanha 3), de modo a ter um período chuvoso e a passagem do período chuvoso para seco.

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem do Córrego Mumbuca e seus afluentes.



Fonte: Autores (2023)

A determinação da vazão nos pontos de amostragens M1, M4, A1, A2 e A3 ocorreu com o auxílio de molinete fluviométrico da marca Hidromec. As vazões nos pontos M2 e M3 foram estimadas simplesmente pelo balanço hídrico.

As amostras de água, após a coleta, foram transportadas para o Laboratório de Mecânica dos Fluidos, Hidráulica e Hidrologia e o Laboratório do Grupo de Pesquisa em Recursos Naturais e Agrícolas (RENAGRI), *Campus* Monte Carmelo - UFU, para análise do parâmetro turbidez, em triplicata, pelo método nefelométrico no turbidímetro de bancada da marca Policontrol, modelo AP2000.

Para as análises de sólidos suspensos e dissolvidos, as amostras de água foram transportadas para o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil – *Campus* Santa Mônica. Utilizou-se as metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) e Norma Técnica ABNT: NBR 10664/1989 (ABNT, 1989). Neste trabalho foram determinadas as concentrações dos sólidos suspensos totais



(SST) e sólidos dissolvidos totais (SDT), em duplicata, de acordo com os princípios do método gravimétrico para sólidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

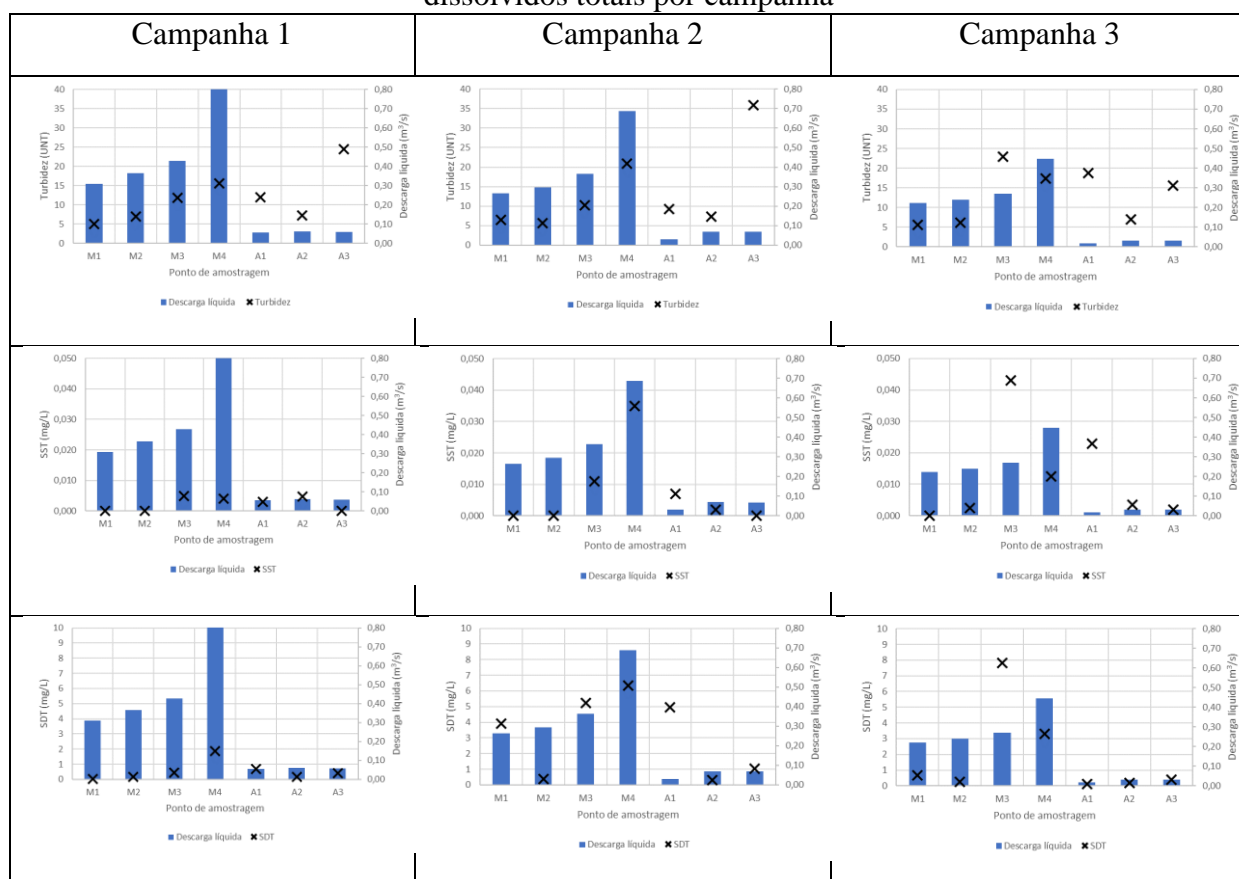
As campanhas de campo foram realizadas na transição entre o período chuvoso e seco, com descargas líquidas de 0,31 a 0,89 m³/s no córrego Mumbuca e 0,056 a 0,061 m³/s nos afluentes para a campanha 1 (fevereiro de 2023); 0,26 a 0,68 m³/s no córrego Mumbuca e 0,030 a 0,069 m³/s nos afluentes para a campanha 2 (abril de 2023); 0,22 a 0,45 m³/s no córrego Mumbuca e 0,017 a 0,031 m³/s nos afluentes para a campanha 3 (junho de 2023). Em função das contribuições pontuais e difusas ao longo do escoamento no córrego Mumbuca, a descarga líquida aumenta de M1 até M4; já o afluente A1, em função da menor área de contribuição, escoar menor descarga líquida que os afluentes A2 e A3, os quais apresentam descargas próximas.

Os resultados de turbidez, SST e SDT nas 3 campanhas de campo, de acordo com a Figura 2, expõem claramente a influência que a descarga líquida exerce sobre a capacidade de transporte e diluição dos poluentes; quanto menor a descarga líquida, menor a capacidade de diluição e transporte da carga poluente. Essa influência ficou mais evidenciada nos pontos de monitoramento M3 e M4 e A1, onde as variações dos sólidos e turbidez entre as 3 campanhas foram maiores. Esta ocorrência é justificada pela deficitária rede coletora de esgoto sanitário na cidade de Monte Carmelo/MG. Apesar da existência de coletores secundários e troncos na maioria da malha urbana, alguns setores ainda carecem de interceptores responsáveis pelo afastamento do esgoto bruto até a estação de tratamento de esgoto via emissário. Especificamente nas sub-bacias urbanas dos afluentes A1 e na proximidade do ponto M3 no córrego Mumbuca, a ausência de interceptores arremete no lançamento de esgoto bruto direto do curso de água, o que impacta diretamente nas concentrações de sólidos e turbidez. É importante mencionar que, no intervalo entre a 2^a e 3^a campanhas de campo, houve a



finalização da construção do interceptor na sub-bacia do afluente A3, o que justifica a variação fora do padrão para os sólidos e turbidez.

Figura 2 – Relação da descarga líquida com a turbidez, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais por campanha



Fonte: Autores (2023)

A tendência de aumento da turbidez e sólidos ao longo do córrego Mumbuca na área urbana (de M1 até M3), independentemente da campanha, está atrelada ao sistema de esgotamento sanitário deficitário. O ponto M4 no córrego Mumbuca está localizado em área rural, a uma distância próxima a 4,8 km de M3; entre M3 e M4 está localizada a Estação de Tratamento de Esgoto da cidade, responsável pelo tratamento de grande parte da carga



poluente gerada na área urbana; esta carga poluente é responsável pelas maiores concentrações de sólidos e valor de turbidez no ponto M4 para as campanhas 1 e 2.

Apesar das evidências oculares da poluição no córrego Mumbuca, principalmente nos pontos A1 e M3, os parâmetros estão de acordo com os valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), sendo a turbidez menor que 100 UNT e os sólidos dissolvidos menores que 500 mg/L em todos os pontos e campanhas.

CONCLUSÕES

Diversas evidências *in loco* indicam a afluência constante de carga poluente no córrego Mumbuca e afluentes, tais como odor, cor, turbidez, presença de surfactantes em regiões com maior turbulência no escoamento e presença de limo ou lodo de aspecto esverdeado no leito do curso de água. A presença de surfactantes é forte nas proximidades de M4, sob a rodovia MG-190, onde a existência de uma depressão no canal retificado intensifica a formação de espumas causadas principalmente por detergentes domésticos.

De acordo com a Resolução CONAMA 430 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, “...Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis...”. Com isso, a melhoria do sistema de esgotamento sanitário, por meio da construção de interceptores e emissários e ampliação da capacidade de tratamento da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, certamente acabará com o problema de poluição hídrica na área urbana de Monte Carmelo.

A continuidade das campanhas de campo, no mínimo para um ciclo hidrológico, permitirá comprovar estatisticamente a influência da descarga líquida nas concentrações de



sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais e valores de turbidez no córrego Mumbuca, Monte Carmelo/MG.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (APQ01699-17 Demanda Universal), à Universidade Federal de Uberlândia - UFU e ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo/MG.

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, 1987. 22 p.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10664: Águas – Determinação de resíduos (sólidos) – Método gravimétrico.** Rio de Janeiro, 1989. 7 p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 22 rd.: Washington, 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 357, 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>. Acesso em: 06 jul 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 430, 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0430-130511.PDF>>. Acesso em: 06 jul 2023.

COSTA, M. E.; KOIDE, S. Polutogramas dos sólidos e Turbidez no Córrego Vicente Pires – Distrito Federal. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2109-2127, 2021.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** v. 1, 4 ed. DESA, Ed. UFMG, 2017.



NITROGÊNIO E FÓSFORO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MUMBUCA, ÁREA URBANA DE MONTE CARMELO/MG

Ana Vitória Lourenço de Oliveira¹, Andressa Pereira Vantine Catib², Raquel Gonzaga Martins³, Caroline Yuka Mori Saito¹, Júlia de Souza Maia¹, Igor Fernando Domingos⁴, Vanderson Fernandes de Oliveira², Ivania Beatriz Almeida de Souza⁵, Guilherme Resende Ponce⁶, Daiane Gabriela Ribeiro⁷, Edmar Isaias de Melo⁸, Roseli Mendonça Dias⁹, Marcio Ricardo Salla⁹, Maria Lyda Bolanos Rojas⁹

¹Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

²Graduando(a) – Engenharia Florestal/UFU

³Graduanda – Geologia/UFU

⁴Graduando – Engenharia Ambiental/UFU

⁵Graduanda – Agronomia/UFU

⁶Mestrando – PPGEC/UFU

⁷Técnica – ICIAG/UFU

⁸Professor – IQ/UFU

⁹Professor(a) – FECIV/UFU

E-mail de contato ana.lourenco@ufu.br

Resumo: A população urbana brasileira aumentou consideravelmente nas últimas décadas, contudo, o desenvolvimento das infraestruturas de saneamento básico não acompanhou tal crescimento. Assim, a presença de efluentes nos corpos hídricos é uma realidade em diversas cidades, impactando na qualidade da água devido sua alta carga poluente, com destaque para o nitrogênio e fósforo. Desse modo, este estudo objetivou avaliar as concentrações de nutrientes nitrogênio e fósforo no córrego Mumbuca, área urbana de Monte Carmelo/MG, e em seus principais afluentes, através de análises conforme metodologias de APHA (2012), sendo observadas concentrações de amônia acima das estabelecidas pela resolução CONAMA 357/2005 nas amostras de junho de 2023 devido à redução da descarga líquida no período de seca. Ademais, o fósforo também se manteve em desacordo com esta resolução em três das campanhas realizadas.

Palavras-chave: Córrego Mumbuca, nutrientes, efluentes.

INTRODUÇÃO



O acelerado processo de urbanização observado nas últimas décadas trouxe consigo diversas transformações positivas na vida dos brasileiros, entretanto, se por um lado tais mudanças beneficiaram a sociedade, elas também trouxeram problemas que impactam diretamente na vida da população e no meio ambiente, com destaque à geração de esgoto doméstico e industrial. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, cerca de 49% dos brasileiros não têm acesso aos serviços de coleta e tratamento do esgoto (SNIS, 2021), de modo que metade dos efluentes domésticos gerados no país é lançado de forma inapropriada nos corpos hídricos, comprometendo a qualidade da água e gerando prejuízos à saúde da população por meio da disseminação de doenças de veiculação hídrica (ANA, 2017).

Assim, o lançamento de efluentes nos cursos d'água deve seguir padrões estabelecidos na Resolução 357/2005, a qual realiza o enquadramento dos corpos hídricos (BRASIL, 2005), e a Resolução 430/2011, que dispõe sobre os padrões de lançamento do esgoto no meio ambiente (BRASIL, 2011). Dentre os diversos parâmetros listados nestas resoluções encontram-se os nutrientes, tais como as espécies nitrogenadas e o fósforo. A presença destes nutrientes nos corpos hídricos é um indicativo de contaminação por esgoto doméstico e/ou industrial, já que o esgoto é uma das principais fontes destes compostos devido à decomposição da matéria orgânica e presença de surfactantes (LOURES, 2006; CABRAL, 2020).

Desse modo, o presente estudo objetivou avaliar as concentrações de nutrientes nitrogênio e fósforo no principal curso de água que atravessa a área urbana de Monte Carmelo/MG, o córrego Mumbuca, e em seus principais afluentes diretamente impactados pela urbanização.

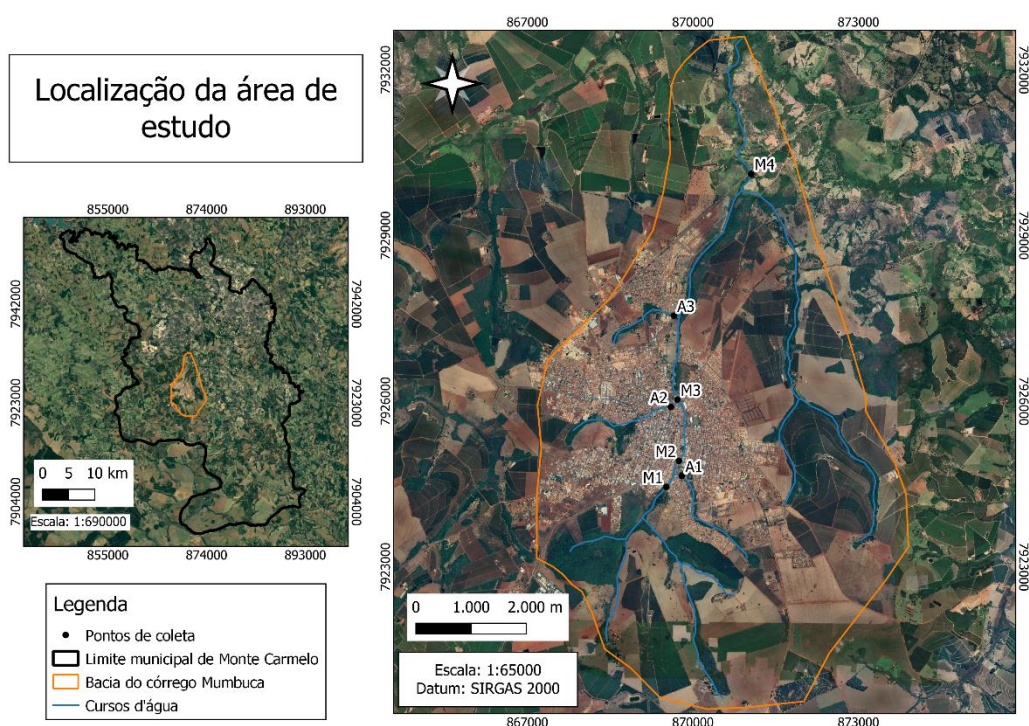
MATERIAL E MÉTODOS



A definição dos pontos amostrais levou em consideração a extensão do córrego Mumbuca em área urbana e rural, a quantidade de afluentes urbanos e rurais e as limitações financeiras vinculadas ao projeto de pesquisa com financiamento do órgão de fomento FAPEMIG, modalidade Demanda Universal. Com isso, a fim de abranger todos os setores da área urbana potencialmente poluidores, foram definidos 4 (quatro) pontos amostrais no córrego Mumbuca e 3 (três) pontos amostrais em seus principais afluentes (Figura 1). De montante para jusante, os pontos amostrais estão identificados de M1 até M4, enquanto os principais afluentes urbanos estão identificados como A1, A2 e A3.

Foram realizadas 4 campanhas bimestrais, de dezembro de 2022 até junho de 2023, que permitiu diferenciar a qualidade da água superficial em período chuvoso e na transição do período chuvoso para seco. Os procedimentos de coleta e amostragens seguiram as recomendações de normas ABNT, especificação para o planejamento de amostragem (ABNT, 1987a) e preservação e técnicas de amostragem (ABNT, 1987b).

Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem.



Fonte: Autores (2023)

As análises laboratoriais, em triplicata, seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Os parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo foram analisados no Laboratório do Grupo de Pesquisa em Recursos Naturais e Agrícolas (RENAGRI), Campus Monte Carmelo/MG, enquanto os parâmetros nitrato e nitrito no Laboratório de Saneamento (LABSAN), Campus UFU Santa Mônica, em Uberlândia/MG. As concentrações dos nutrientes foram comparadas com os limites máximos definidos na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para corpo hídrico Classe 2.

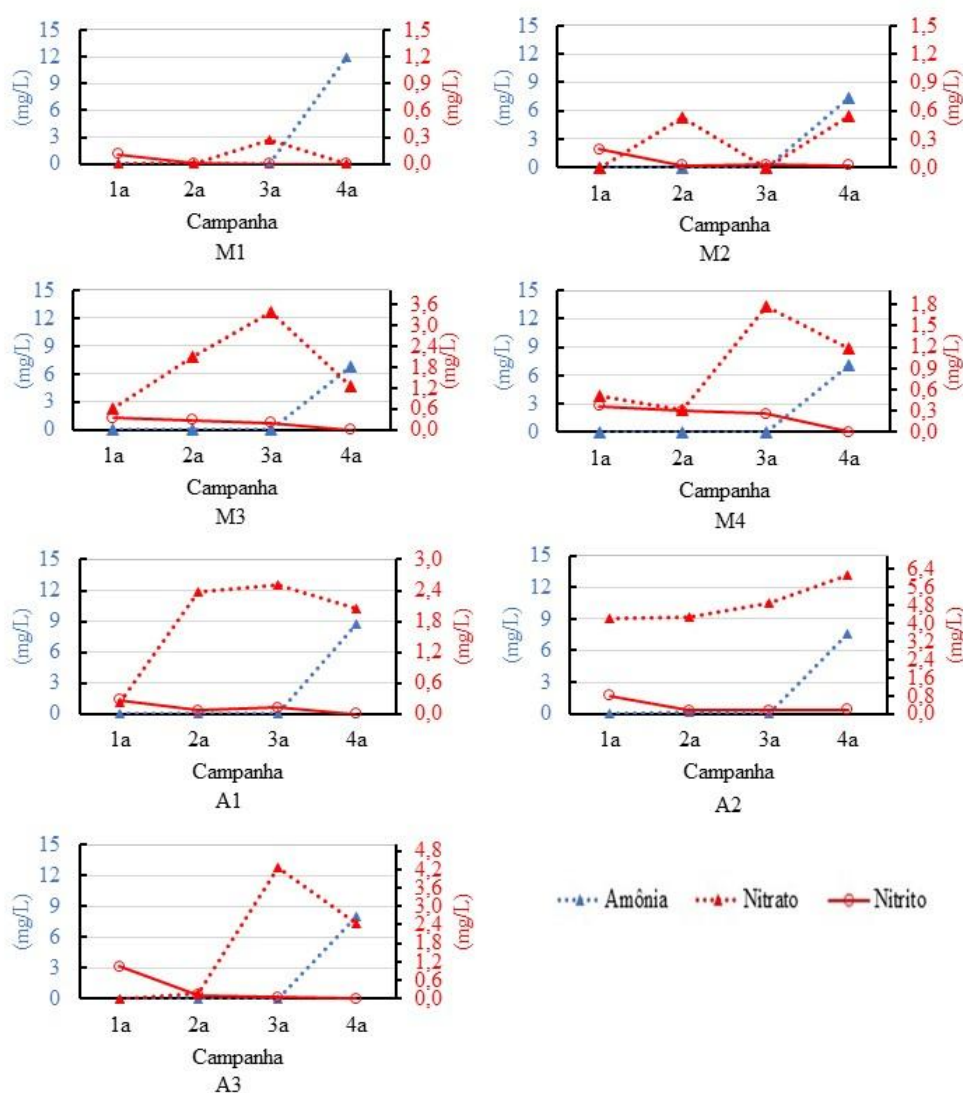


RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme deliberado pela Resolução CONAMA 357/2005, para curso de água Classe 2 em ambiente lótico, as concentrações máximas são de 3,7 mg/L ($\text{pH} \leq 7,5$) para amônia, 10,0 mg/L para nitrato, 1,0 mg/L para nitrito e 0,10 mg/L para fósforo total. A Figura 2 mostra as concentrações da série de nitrogênio nas 4 campanhas bimestrais, por ponto de amostragem.

Confirma-se o grande impacto do regime de chuvas em curso de água de pequeno porte. Nas 3 primeiras campanhas, as concentrações de amônia, nitrito e nitrato estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Já na 4^a campanha, junho de 2023, em função da diminuição da capacidade de diluição e transporte dos poluentes, o parâmetro amônia esteve em desacordo com a legislação ambiental, entre 6,76 e 12,0 mg/L no córrego Mumbuca e entre 7,64 e 8,75 mg/L nos afluentes urbanos.

Figura 2 – Série de nitrogênio nas 4 campanhas bimestrais, por ponto de amostragem.



Fonte: Autores (2023)

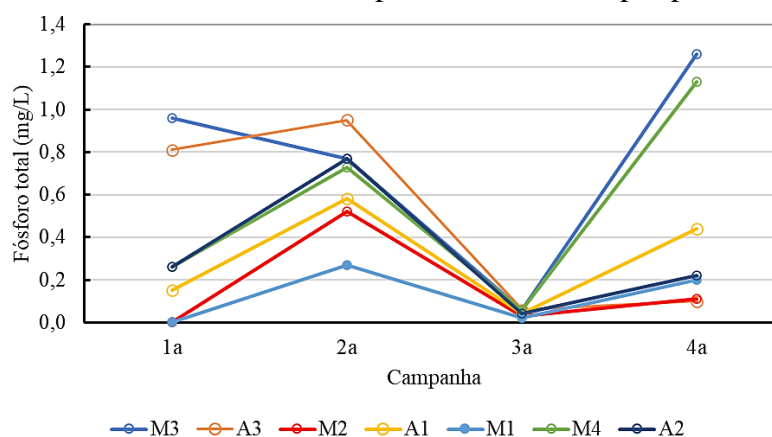
As elevadas concentrações de amônia, tanto para o córrego Mumbuca quanto para os afluentes, associado com a reduzida concentração de nitrito e nitrato, evidenciam o lançamento de esgoto bruto recente no corpo hídrico.

Já a Figura 3 mostra as concentrações de fósforo total nas 4 campanhas bimestrais, por ponto de amostragem. De uma forma geral, este parâmetro manteve-se em desacordo com a



Resolução CONAMA 357/2005 para a maioria dos pontos de amostragens na 1ª, 2ª e 4ª campanhas. A análise apenas no período chuvoso mostra que a concentração na 3ª campanha, mês de abril de 2023, manteve-se abaixo de 0,1 mg/L definido na resolução ambiental, justificado pela diluição do nutriente ocasionada por eventos chuvosos em dias anteriores à amostragem.

Figura 3 – Fósforo total nas 4 campanhas bimestrais, por ponto de amostragem.



Fonte: Autores (2023)

Ainda na Figura 3, a influência das chuvas também é observada na comparação entre a 3ª e 4ª campanha. A ausência de chuvas na 4ª campanha ocasionou um aumento na concentração de fósforo total, variando entre 0,11 e 1,26 mg/L no córrego Mumbuca e entre 0,11 e 0,44 mg/L nos afluentes.

CONCLUSÕES

Apenas um programa de monitoramento mais robusto, com no mínimo dois anos hidrológicos de campanhas bimestrais, pode trazer resultados mais consistentes quanto ao impacto da descarga líquida na variação dos nutrientes nitrogênio e fósforo em curso de água



de pequeno porte, como é o caso do córrego Mumbuca, na área urbana de Monte Carmelo/MG.

O evento chuvoso, de forma difusa, ocasiona o carreamento de poluentes depositados nos arruamentos para dentro do curso de água natural. Além disso, ligações clandestinas de águas pluviais na rede coletora de esgoto bruto e vice-versa influenciam diretamente na capacidade de diluição e transporte de poluentes. Contudo, o diagnóstico preciso de uso e ocupação do solo, nas sub-bacias de contribuições dos pontos de amostragens, torna-se fundamental para a avaliação da variação dos nutrientes ao longo do ano, em curso de água de pequeno porte que atravessa a malha urbana de uma cidade.

Agradecimentos: À UFU e à FAPEMIG (APQ01699-17 Demanda Universal) pelo apoio e financiamento à pesquisa e ao DMAE de Monte Carmelo/MG.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, 1987a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, 1987b.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **ATLAS ESGOTOS: Despoluição das bacias hidrográficas.** Brasil, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 01 jun. 2023.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 22 rd.: Washington, 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 357, 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.**



Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 07 jul 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.* Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>. Acesso em: 07 jul 2023.

CABRAL, G. A. J. **Comportamento dos compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitratos em águas subterrâneas.** 2020. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

LOURES, A. P. S et al. **Remoção de fósforo em sistema de tratamento de esgoto doméstico, por escoamento superficial.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 706-714. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SNIS. **Esgotamento Sanitário.** Brasil, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/> Acesso em: 01 jun. 2023.



OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ADSORÇÃO DE ZINCO POR RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL CERÂMICO

André Afonso Borges de Souza¹, Sueli Moura Bertolino²

¹Mestrando – ICIAG/UFU

²Professor – ICIAG/UFU

E-mail de contato dede.afonso@hotmail.com

Resumo: Metais pesados, como o zinco (Zn), são poluentes de corpos hídricos presentes em efluentes de origem industrial como a mineração e, em altas concentrações, podem causar diversos impactos ao meio ambiente, além de serem acumulativos na cadeia trófica, prejudicando a qualidade ambiental e os ecossistemas. A técnica da adsorção está sendo estudada e empregada com maior frequência para a remoção destes metais presentes nos efluentes. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar resíduos da construção civil cerâmico (RCCC) na adsorção do metal Zn. O experimento consistiu em ensaios em batelada para analisar os parâmetros PCZ, tempo de equilíbrio e pH para otimização dos parâmetros cinéticos para caracterização de um ensaio de adsorção. Os parâmetros de otimização obtidos nos ensaios de adsorção em batelada foram: pH 7,15, tempo de 8 horas na granulometria de 2,0 a 4,0 mm que irão contribuir para a maior capacidade de adsorção.

Palavras-chave: Resíduo da Construção Civil Cerâmico, Adsorção, Zinco.

INTRODUÇÃO

A presença de metais pesados, como o zinco (Zn), em efluentes é um problema ambiental, visto que os ecossistemas aquáticos são os destinos destas substâncias de forma direta ou indireta. A ausência de tratamento ou o tratamento inadequado podem causar graves problemas ao ecossistema, inclusive para os humanos e, além disso, o tratamento convencional não é totalmente eficaz na remoção desses contaminantes (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Uma forma de remover metais pesados, como o zinco, é através do processo da adsorção, que é comumente empregado nas indústrias para reduzir os níveis de compostos nocivos ao ambiente dos efluentes. (SILVA, 2010).



Segundo Portes (2016), o resíduo da construção civil cerâmico (RCCC) é um potencial material adsorvente de metais pesados como o zinco e é vantajoso devido ao baixo custo de mercado, alta disponibilidade e gera a economia de recursos naturais, sendo uma alternativa de destinação ambientalmente adequada dos mesmos. O objetivo do trabalho foi identificar os melhores parâmetros de pH e tempo de equilíbrio para aumentar a capacidade de adsorção de resíduos de construção civil cerâmico (RCCC) no tratamento de um efluente industrial contendo zinco através de ensaios de equilíbrio em batelada.

MATERIAL E MÉTODOS

O RCCC inicialmente foi triturado e fraturado por marteladas e peneirado na faixa de 2,0 a 4,0 mm e, posteriormente, reservado em um saco plástico para o seu uso nas próximas etapas. As próximas etapas foram ensaios de equilíbrio para a otimização dos parâmetros de adsorção. Para a determinação do ponto de carga zero (PCZ), foi realizado o “Experimento dos 11 pontos” (FREITAS *et al.*, 2015). Inicialmente, preparou-se uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e uma solução de ácido clorídrico (HCl) para preparar uma faixa de 11 valores de pH diferentes, com valores próximos de 1 até 11 variando de um em um. Pesou-se 50 mg de RCCC e transferiu-se para os erlenmeyers de 50 mL contendo as soluções. Posteriormente, as amostras serão transferidas para a mesa agitadora por um período de 24 horas a 150 rpm. Mediu-se o pH final das amostras após a agitação com peagâmetro de bancada.

Os próximos experimentos foram baseados na metodologia de Santos (2014) de forma adaptada. Para o ensaio de otimização do pH de adsorção, adicionou-se 50 mL de solução contendo 25 mg.L^{-1} de zinco e 1 g do material RCCC. Em seguida, o pH das amostras foram ajustados a fim de atingir valores maiores que o PCZ obtido, na faixa de pH 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5 e 9,0, medido em peagâmetro. Após 24 horas de agitação, o pH final das amostras foi



medido e, posteriormente, as amostras foram armazenadas em tubos Falcon para leitura das concentrações finais em um espectrofotômetro de absorção atômica. Foi calculado a capacidade máxima de adsorção do RCCC em função dos valores de pH testados através da equação:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) * V}{m} \quad (1)$$

Onde q_e é a capacidade máxima no equilíbrio em mg.g^{-1} ; C_0 é a concentração inicial do Zn em mg.L^{-1} ; C_e é a concentração de equilíbrio do Zn em mg.L^{-1} ; V é o volume da solução em mL e m é a massa do RCCC em g. O ensaio do tempo de equilíbrio de adsorção foi preparado da mesma do que no ensaio de pH de otimização. As amostras foram ajustadas para o valor de pH obtido no ensaio de otimização e agitadas a 150rpm, em mesa agitadora pelos seguintes tempos de contato: 30 min, 1, 2, 4, 6 e 24h, medindo-se a concentração final das amostras e calculado o q_e . Todos os ensaios apresentados na metodologia foram realizados em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH inicial e pH final dos 11 pontos para cálculo do PCZ do material RCCC após o período de 24 horas de agitação são apresentados na Tabela 1. Gerou-se também o gráfico pH inicial x pH final (Figura 1), em que o PCZ corresponde a média aritmética dos pontos em que o pH se mantém constante.

Tabela 1 - Valores de pH inicial e final dos 11 pontos de ensaio de determinação do PCZ do material RCCC.

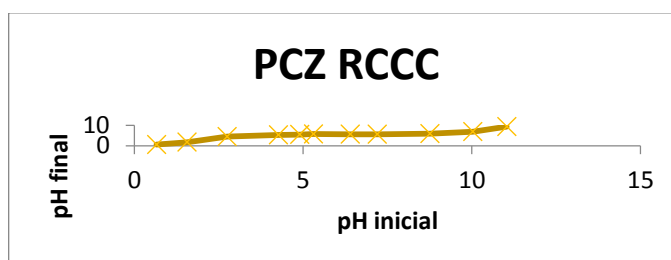
Pontos	pH inicial	pH final 1	pH final 2	pH final médio	ΔpH
1	0,66	0,53	0,52	0,53	0,14
2	1,56	1,72	1,71	1,72	-0,16
3	2,75	4,53	4,53	4,43	-1,68



4	4,27	5,26	5,29	5,28	-1,01
5	4,90	5,53	5,43	5,48	-0,58
6	5,31	5,69	5,70	5,70	-0,39
7	6,40	5,66	5,55	5,61	0,80
8	7,20	5,61	5,55	5,58	1,62
9	8,76	5,87	5,89	5,88	2,88
10	10,03	6,74	7,00	6,87	3,16
11	11,04	9,31	9,28	9,30	1,75

Fonte: Autor, 2021.

Figura 1 - Curva pH inicial x pH inicial dos 11 pontos para determinação do PCZ do RCCC.



Fonte: Autor, 2022.

A partir do gráfico, foi possível calcular o ponto de carga zero tirando a média aritmética dos pontos em que o pH final se manteve constante (FREITAS *et al.*, 2015). O PCZ encontrado para o RCCC foi de 5,7. Neste valor de pH, o material possui carga líquida zero, enquanto, abaixo de 5,7 o material estará carregado positivamente e acima do PCZ com cargas negativas. Como o objetivo deste estudo é a remoção de cátions de zinco, os ensaios de adsorção no RCCC deverão ser realizados com pH acima de 5,7. Os valores de pH, concentração de equilíbrio e capacidade máxima de adsorção dos ensaios para avaliação do melhor pH de remoção após o período de 24 horas de agitação e granulometria do RCCC de 2,0 a 4,0 mm estão apresentados nas Tabelas 2.



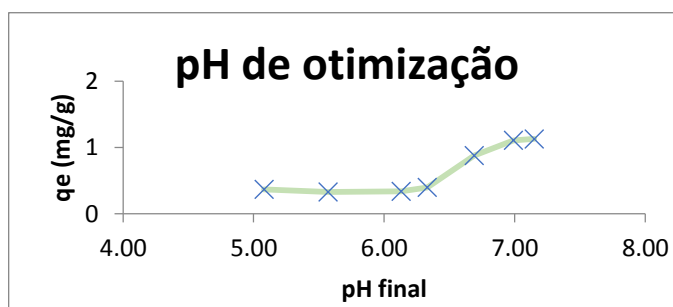
Tabela 2 - Valores de pH, concentração no equilíbrio e capacidade máxima de adsorção (q_e) para RCCC, de granulometria 2,0-4,0 mm, $t_e=24$ horas; 100 rpm e $[Zn]= 25\text{mg.L}^{-1}$.

pH_{final}	$C_{\text{final}} (\text{mg.L}^{-1})$	$q_e (\text{mg.g}^{-1})$
5,43	17,62	0,37
6,03	18,45	0,33
6,51	18,20	0,34
6,90	16,93	0,40
7,46	7,42	0,88
8,44	2,89	1,11
9,07	2,43	1,13

Fonte: Autor, 2022.

A Figura 2 representa o gráfico do coeficiente q_e versus o pH resultantes do ensaio de pH de equilíbrio para a amostra de RCCC com granulometria de 2,0 a 4,0 mm.

Figura 2 - Gráfico q_e x pH do RCCC de granulometria 2,0 a 4,0 mm.



Fonte: Autor, 2022.

Nota-se pelo gráfico que o q_e estava constante e a partir do pH 6,0 houve um aumento e começou a se estabilizar no pH 7,0, em que o pH 7,15 obteve maior capacidade de adsorção de zinco, isto é, maior q_e . Para o ensaio de tempo de equilíbrio de remoção de zinco, foi selecionado a granulometria de 2,0-4,0 mm e o pH das amostras foram ajustados para 7,15. A amostra de tempo 0 não foi colocada em agitação, pois esta representa a concentração inicial das soluções, no qual foi medido o valor de $26,696 \text{mg.L}^{-1}$. A tabela 3 e a Figura 3 apresentam os resultados obtidos neste experimento.

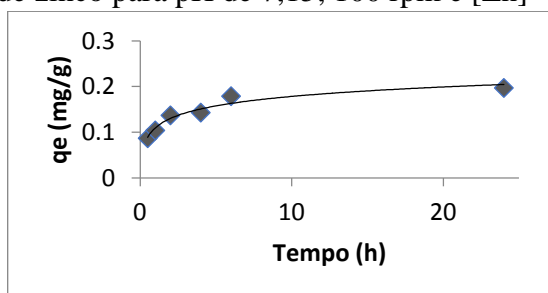


Tabela 3 - Valores de concentração de Zn e da capacidade máxima adsortiva q_e dos ensaios em pH 7,15 em diferentes intervalos de tempo.

pH 7,15		
Tempo (h)	C_{final} (mg.L⁻¹)	q_e (mg.g⁻¹)
0,5	24,948	0,087
1	24,855	0,104
2	23,95	0,137
4	23,833	0,143
6	23,126	0,179
24	22,751	0,197

Fonte: Autor, 2022.

Figura 3 - Gráfico do q_e versus tempo (h) para RCCC de granulometria 2,0-4,0 mm em solução de zinco para pH de 7,15; 100 rpm e $[Zn]= 25\text{mg.L}^{-1}$.



Fonte: Autor, 2022.

Nota-se que a partir do intervalo de 6 horas a curva do coeficiente q_e começa a se estabilizar e, acima deste valor de tempo o q_e não varia tanto, adotando-se o intervalo de 8 horas para o ensaio de concentração.

CONCLUSÕES



O Ponto de Carga Zero identificado para o RCCC foi de pH 5,7. Como o objetivo do estudo é a remoção de cátions de zinco, trabalhou-se com um pH acima de 5,7. A melhor capacidade de adsorção do zinco pelo RCCC foi obtida nos valores de pH 7,15, e tempo de ensaio de 8 horas, na granulometria de 2,0 a 4,0 mm. Como sugestão para futuros trabalhos, propõe-se o ensaio em coluna de leito fixo e a análise das isotermas de adsorção utilizando esses parâmetros para a análise da capacidade de adsorção do resíduo da construção civil em escala real.

Agradecimentos: Agradeço a CNPq pelo fomento da pesquisa, possibilitando a realização de tal estudo.

REFERÊNCIAS

- FREITAS, F. B. A.; CAMARA, M. Y. F.; FREIRE, M. D. F. **Determinação do PCZ de adsorventes naturais utilizados na remoção de contaminantes em soluções aquosas.** Anais Do 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química, p. 610–618. 2015.
- NASCIMENTO, V, A; SANTANA, M, V; FREITAS, W, A; SILVA, H, J, B; SILVA, H, D, A; DOURADO, J, B, O, L; OLIVEIRA, B, L, M. **Estudo sobre a remoção de metais pesados em efluentes.** Universidade Federal do Piauí. Centro de Tecnologia Teresina. Semana Acadêmica. 2020.
- PORTES, A, C. **Pré-Tratamento De Efluente De Microcervejaria Por Adsorção Empregando Adsorventes Alternativos.** Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. 2016.
- SALES, F, R, P; SERRA, R, B, G; FIGUEIREDO, G, J, A; HORA, P, H, A; SOUSA, C, A. **Tratamento de águas residuárias utilizando processo de adsorção em coluna para fins agrícolas.** Departamento de Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). 2018
- SANTOS, L. D. **Remoção de íons Zn^{2+} por adsorção em carvão ativado em batelada e processo contínuo.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- SILVA, R, P. **Remoção de metais pesados em efluentes sintéticos utilizando vermiculita como adsorvente.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010.



SIMULAÇÕES ESTÁTICA E DINÂMICA DO COMPORTAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE UM RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE UBERABA-MG

Gustavo Marco Silva¹, Marcio Ricardo Salla²

¹Mestrando – PPGMQ/UFU

²Professor – FEVIC/UFU

E-mail de contato: gusmarco@outlook.com

Resumo: Para garantir a correta distribuição de água, a regulação da pressão é uma importante fase no projeto de uma rede de abastecimento. Preconizado pela NBR 12218/94, a rede deve ser dimensionada verificando-se os limites de pressão estática máxima de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa. Aqui, a simulação do comportamento hidráulico da rede de abastecimento de um residencial do município de Uberaba-MG, que lida com falta de água em alguns setores, foi realizada através de visita técnica e uso da ferramenta computacional EPANET. Conforme análise, obteve-se que, tanto para o cenário atual como para o futuro, a rede de distribuição está bem dimensionada, estando a falta de água atrelada à possíveis vazamentos e, principalmente, ao alto consumo per capita. Os resultados obtidos confirmam a necessidade de aplicação no residencial das ferramentas de gerenciamento para saneamento, como monitoramento do consumo, cobrança pelo uso da água e fiscalização.

Palavras-chave: abastecimento de água, pressurização da rede de distribuição, simulação hidráulica.

INTRODUÇÃO

Pelo excesso do recurso natural água em quase todo território do Brasil, há tendência de seu uso indiscriminado no país pela população. A média do consumo nacional é de 150,66 l/hab./dia (SNIS, 2021), enquanto que, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU, a quantidade de água suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa é de cerca de 110,00 l/dia (UFSC, 2019). Além disso, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, em 2021 a média de perdas na distribuição de água no Brasil atingiu 40,25%, ou seja, a cada 100 l captados, cerca de 40 l são perdidos devido vazamentos nas redes, fraudes e outros problemas.



Segundo Amancio (2018), uma das principais abordagens das companhias de saneamento está no combate às perdas de água, mais precisamente aquelas causadas por vazamentos nas tubulações, e que normalmente são maximizadas por altas pressões nas redes.

Logo, para um bom controle de um sistema de abastecimento de água e economia de recursos, sejam eles naturais ou econômicos, é de suma importância o conhecimento da maneira como se opera o sistema, e acima de tudo, a rede de distribuição (AMANCIO, 2018).

Nesse contexto, no início de 2021 a representante de um residencial privado, localizado no município de Uberaba-MG, demandou da Sustenta, empresa júnior de engenharia ambiental da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, um estudo do comportamento hidráulico da rede de distribuição de água do local, em busca do diagnóstico do motivo da falta de água que vinha ocorrendo em alguns setores do condomínio.

Posto isso, concebe-se como objetivo desse estudo técnico o diagnóstico do comportamento hidráulico da rede de abastecimento de água do residencial e, posteriormente, o prognóstico em diferentes perspectivas habitacionais, de consumo e de infraestrutura.

MATERIAL E MÉTODOS

As simulações matemáticas do comportamento hidráulico da rede de abastecimento de água foram realizadas por meio da ferramenta computacional EPANET.

Desenvolvido pela EPA (*Environmental Protection Agency*), dos Estados Unidos da América, o sobredito programa é utilizado na modelagem hidráulica e de qualidade de água em rede de abastecimento, sendo disponibilizada para todo o mundo gratuitamente. Sua versão em português foi proporcionada pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento – LEHNS, pertencente ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

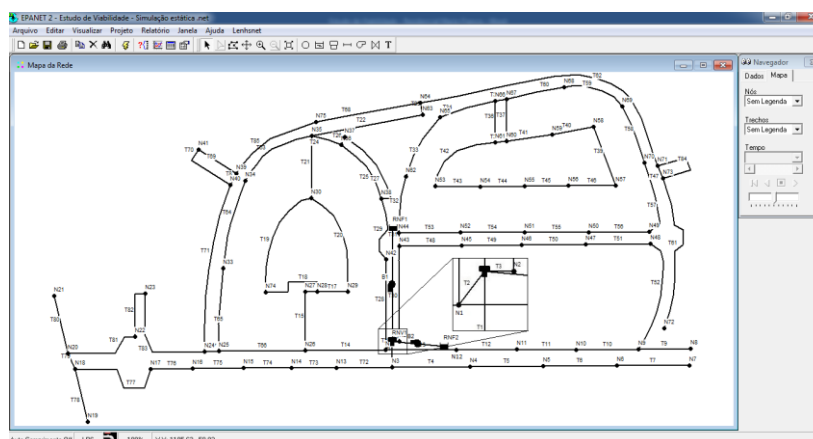
A Figura 1 adiante apresenta, em tela no EPANET, o esquema do sistema de distribuição de água do residencial. Os nós, representados pelos indicadores N1 a N75, são os



pontos de união dos trechos (T1 a T85), onde a água entra e sai da rede. As demais instalações do sistema de abastecimento do residencial também são partes constituintes da simulação hidráulica, como o reservatório (RNV), 2 poços tubulares (RNF1 e RNF2) e 2 bombas submersas (B1 e B2).

Portanto, para provimento de dados à ferramenta computacional, foi necessário levantar, a partir de visita técnica e colaboração dos administradores do residencial, um amplo conjunto de informações, tais como: consumo base (em l/residência/dia) e variação horária da demanda hídrica ao longo do dia, correspondente à um padrão temporal de consumo; levantamento topográfico; comprimento, diâmetro, material e singularidades das tubulações, bem como as correspondentes perdas de carga distribuídas e localizadas; dimensões do reservatório; nível d'água dos poços tubulares, a partir dos testes de bombeamento; modelo das bombas e respectivas curvas de operação, conforme manual do fabricante.

Figura 1 – Representação esquemática do sistema de distribuição de água do residencial na ferramenta computacional EPANET.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Após plotagem dos dados na ferramenta computacional EPANET, executou-se as simulações estática e dinâmica como forma de diagnóstico do comportamento hidráulico da rede de distribuição de água do residencial.

De acordo com a NBR 12218/94, em relação às zonas de pressão, define-se que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa, correspondentes a aproximadamente 50 e 10 metros de coluna de água – mca, respectivamente.

A simulação estática é uma operação instantânea feita para um momento que há consumo nulo ou insignificante, comum de se acontecer no período da madrugada. Inteirado disso, a partir da simulação constatou-se que a pressão estática em todos os nós está abaixo de 50 mca.

Na simulação dinâmica, é representado a variação temporal dos consumos nos nós ao longo do dia. Logo, a partir do registro periódico dos valores retornados pelo hidrômetro da única residência que possui tal aparelho no residencial, foi possível adotar um padrão temporal de 24 hrs com coeficientes de consumo para intervalos de 3 hrs, ou seja, de forma a variar o consumo 8 vezes ao longo do dia. Em relação ao consumo em si, atualmente o residencial possui 219 lotes ocupados (141 casas habitadas e outras 76 em construção) em 430 disponíveis, sendo que a partir da medição dos volumes diários captados nos poços, do sobredito hidrômetro da residência e de um hidrômetro de uma construção, considerou-se que os consumos em cada residência e obra sejam de 2.397,30 e 1.000,00 l/dia, respectivamente.

Posto isso, aponta-se fatores que corroboram para esse alto consumo de água: o residencial é empreendimento privado de alto padrão com grandes lotes (a maioria com áreas entre 2.000 e 3.000 m²) e, de acordo com relatos de moradores, há o uso exacerbado da água com paisagismo; o sistema de saneamento é independente, não havendo a aplicabilidade de ferramentas de gestão da água, como a medição de seu uso em todas residências e tarifação.



Por conseguinte, ao executar a simulação dinâmica, mesmo para esse cenário atual de alta demanda de água, os nós se mantiveram com pressão acima de 10 mca em todos os horários, como indicado para um bom funcionamento pela NBR 12218/94.

No que tange ao prognóstico, a partir de adoção de bombas de menores potências, simulou-se produtividades dos poços abaixo das atuais, ou seja, menores vazões de captação, cenário futuro possível de ocorrer. Dessa forma, obteve-se que apenas ao diminuir a vazão explorada dos poços em cerca de 40%, foi que muitos nós, principalmente os que estão próximos ao reservatório, de maiores cotas altimétricas, ficaram com pressões abaixo de 10 mca nos horários do dia de maiores consumos. Isso ocorre pois, para esses horários, o provimento de água ao reservatório não é suficiente para alcançar um nível que pressurize bem toda a rede.

Como possível solução ao exposto, simulou-se a adição de mais um poço abastecendo água ao reservatório, de características hídricas e hidráulicas semelhantes ao poço RNF 1 e bomba B1, sistema que dispõe de melhor produtividade dentre os 2 atualmente em operação. Salienta-se que essa possível solução se justifica por se tratar de uma configuração já idealizada pelos administradores do residencial, a qual foi satisfatória, pressurizando os nós acima de 10 mca durante toda série temporal.

Sob outro enfoque, cabe ressaltar que pelos resultados obtidos no diagnóstico e nesse primeiro cenário simulado do prognóstico, onde apenas houve despressurização da rede ao diminuir as atuais vazões exploradas em cerca de 40%, atenta-se que a atual falta de água em alguns setores do residencial pode estar atrelada à ocorrência de vazamentos na rede. As principais causas dos vazamentos observados em tubulações são devido a falhas estruturais na rede, causadas por dilatações e contrações, em função das variações de temperatura e pressão. Sabe-se que vazamentos não aparentes, que não afloram na superfície, são comuns e podem ser significativos e, por isso, sugere-se que seja realizado trabalho específico com equipamentos acústicos ou com medições das pressões nas tubulações, para que se seja verificado se há vazamentos e obstruções em pontos da rede de abastecimento de água.



Ademais, tendo em vista que a ocupação do residencial vem aumentando significativamente, uma vez que o sobredito número de 76 residências sendo construídas corresponde a 35% dos atuais lotes ocupados, ainda como prognóstico simulou-se diferentes consumos de água (l/hab/dia) para um cenário de demanda máxima, ou seja, com todos os 430 lotes ocupados e 5 hab/residência. Como resultados, obteve-se que para um consumo de 200,00 l/hab/dia (ou 1.000,00 l/residência/dia), o atual sistema de instalações hidráulicas do residencial é capaz de fornecer o total abastecimento de água em condições satisfatórias. Ressalta-se que o supracitado consumo per capita adotado é ainda 16 e 33% superior que as médias municipal e nacional de 172,81 e 150,66 l/hab/dia, respectivamente, conforme dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS para o ano de 2021.

Entretanto, ao simular esse cenário futuro de ocupação máxima considerando o consumo atual de 479,46 l/hab/dia (ou 2.397,30 l/residência/dia), a demanda de água se torna maior do que é captado, ocasionando em pressões insuficientes e interrupções no fornecimento de água em vários pontos da rede. Além disso, mesmo adicionando ao sistema de abastecimento água mais 1 poço semelhante ao RNF 1, de boa produtividade, alguns trechos da atual rede não suportam a carga hidráulica, pois mesmo atendendo a demanda de água com esse acréscimo na oferta, as vazões nos trechos se tornam muito altas e, conseqüentemente, ocasionam elevadas perdas de energia hidráulica na própria rede, que é necessária para manter os nós bem pressurizados.

Nesse caso, para aliviar essas elevadas perdas de carga, é necessário aumentar o diâmetro dos principais trechos da rede. Feito alguns testes e simulações, obteve-se que, do total de 11.750 m de condutos de diâmetro de 60 mm que compõem a rede, é necessário substituir 3.090 m para diâmetro de 75 mm e 413 m para 100 mm, ou seja, substituição de praticamente 30% dos tubos da rede para que o sistema opere de forma satisfatória.

CONCLUSÕES



Conforme diagnóstico, as pressões estática e dinâmica estão em conformidade ao estabelecido pela NBR 12218/94, indicando que a rede de abastecimento de água do residencial está bem dimensionamento para atendimento à atual demanda hídrica. Logo, entende-se que os problemas com falta de água, no presente, podem estar atrelados à vazamentos nos condutos. Devido a isso, trabalho de apuração dessa situação deve ser realizado.

Quanto ao prognóstico, verificou-se que as atuais instalações hidráulicas da rede são capazes de operar em condições satisfatórias em cenário futuro de ocupação de todos os lotes do condomínio, mesmo considerando o consumo de 1.000 l/residência/dia (ou 200 l/hab/dia em uma residência onde vivem 5 pessoas), valor superior à média municipal e nacional. No entanto, caso se mantenha o atual consumo de 2.397,30 l/residência/dia, o sistema hidráulico demandará por adequações, principalmente pela necessidade de novo manancial para provimento de acréscimo hídrico ao sistema de abastecimento e na substituição de aproximadamente 30% dos tubos da rede para maiores diâmetros, de forma que as perdas de carga distribuídas na rede estejam em compatibilidade ao bom funcionamento do sistema.

Por fim, para além das análises e contribuições técnicas, conclui-se para a necessidade imediata de aplicação no residencial das ferramentas de gerenciamento para o saneamento, como a aplicação de educação ambiental para os moradores, monitoramento do consumo pela instalação de hidrômetros em todas residências, cobrança pelo uso da água e fiscalização. Nesse sentido, tem-se como possibilidade a incorporação da gestão do saneamento do residencial à Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas – CODAU de Uberaba-MG.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, E. C. **Mapeamento das pressões em serviço da rede de abastecimento de água de Tupassí (PR)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo-PR, p. 11, 15 jun. 2018.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1994. 4 p.

ROSSMAN, L. **Manual do Usuário:** Epanet 2.0 Brasil. 2009. Tradução e Adaptação: Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Painel de Indicadores 2021.** Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua. Acesso em: 28 jun. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC. **Dia Mundial da Água e o desperdício que não se vê.** Disponível em: <https://ufscsustentavel.ufsc.br/2019/03/22/dia-mundial-da-agua-e-o-desperdicio-que-nao-se-ve/>. Acesso em: 28 jun. 2



VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DE METAIS EM ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MUMBUCA EM MONTE CARMELO/MG

Igor Fernando Domingos¹, Caroline Yuka Mori Saito², Ana Vitória Lourenço de Oliveira², Júlia de Souza Maia², Andressa Pereira Vantine Catib³, Raquel Gonzaga Martins⁴, Vanderson Fernandes de Oliveira³, Guilherme Resende Ponce⁵, Daiane Gabriela Ribeiro⁶, Edmar Isaias de Melo⁷, Maria Lyda Bolanos Rojas⁸, Marcio Ricardo Salla⁸, Roseli Mendonça Dias⁸

¹Graduando – Engenharia Ambiental/UFU

²Graduanda – Engenharia Ambiental e Sanitária/UFU

³Graduando(a) – Engenharia Florestal/UFU

⁴Graduanda – Geologia/UFU

⁵Mestrando – PPGEC/UFU

⁶Técnica – ICIAG/UFU

⁷Professor – IQ/UFU

⁸Professor(a) – FECIV/UFU

E-mail de contato igor.domingos@ufu.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo quantificar as concentrações de metais na Bacia Hidrográfica do Córrego Mumbuca no município de Monte Carmelo/MG por variabilidade espaço-temporal. Esse tipo de análise é importante para avaliar o impacto das atividades antrópicas na qualidade da água e em ecossistemas aquáticos. Foram realizadas coletas de água em sete estações de monitoramento distribuídas ao longo do córrego e de três de seus afluentes. As amostras foram preparadas para determinação quantitativa dos metais cádmio (Cd), ferro (Fe), manganês (Mn), chumbo (Pb) e cobre (Cu). Os resultados revelaram a presença de elevadas concentrações dos metais cádmio (Cd) e ferro (Fe) nas amostras de água analisadas, em comparação com os valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Essas concentrações acima dos valores considerados seguros pela legislação sugerem contaminação da água do córrego por fontes pontuais e/ou difusas, como por exemplo, lançamento de esgotos industriais e domésticos sem tratamento.

Palavras-chave: Metais, Córrego Mumbuca, estações de monitoramento.

INTRODUÇÃO



O ser humano interfere diretamente na qualidade da água pelo seu modo de uso e ocupação da terra. O escoamento superficial e a infiltração no solo também afetam a qualidade da água em uma bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2017).

O lançamento de produtos químicos usados na agricultura e esgotos domésticos e industriais, sem tratamento, são algumas das fontes de poluição do meio aquático (ARAÚJO *et al.*, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2015). A água torna-se imprópria para diversos usos devido às características de toxicidade que são introduzidas nela a partir de alguns elementos e compostos químicos, como os metais pesados (BRASIL, 2006). A presença de metais na água pode gerar danos à saúde em função de seus potenciais carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos (BRAGA *et al.*, 2005).

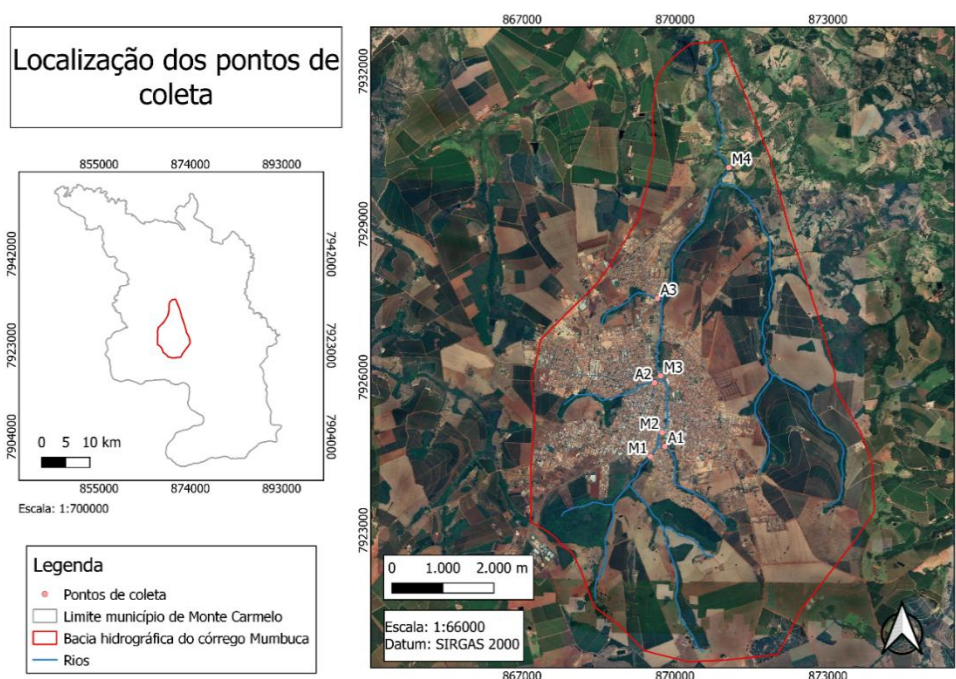
Nesse contexto, este estudo teve por objetivo quantificar as concentrações de metais, entre substâncias tóxicas (cádmio e chumbo) e as que afetam a qualidade organoléptica (ferro dissolvido, manganês e cobre dissolvido) da água (CETESB, 2020), na Bacia Hidrográfica do Córrego Mumbuca no município de Monte Carmelo – MG por variabilidade espaço-temporal.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a qualidade da água no córrego Mumbuca foram estabelecidas sete estações de monitoramento (pontos de coleta das amostras de água) distribuídas ao longo do córrego e de três de seus afluentes, em área urbana e rural, denominadas M1, A1, M2, A2, M3, A3 e M4 (Figura 1).



Figura 1 – Localização das estações de monitoramento e pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023)

As coletas foram realizadas bimestralmente, entre os meses de outubro de 2022 e junho de 2023, considerando um período chuvoso e a passagem do período chuvoso para seco, permitindo, assim, para este estudo, uma análise da variabilidade espaço-temporal das concentrações dos metais cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb), manganês (Mn) e ferro (Fe).

A coleta das amostras de água foi realizada conforme Norma Técnica ABNT: NBR 9898/1987 (ABNT, 1987). Após a coleta, as amostras de água foram transportadas para o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil - UFU. As amostras foram filtradas em filtro de tamanho de poro 0,45 μm e a análise dos metais, em triplicata, ocorreu no espectrofotômetro de absorção atômica em chama da marca Shimadzu, modelo AA7000. As condições de operação foram ajustadas para cada metal analisado.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

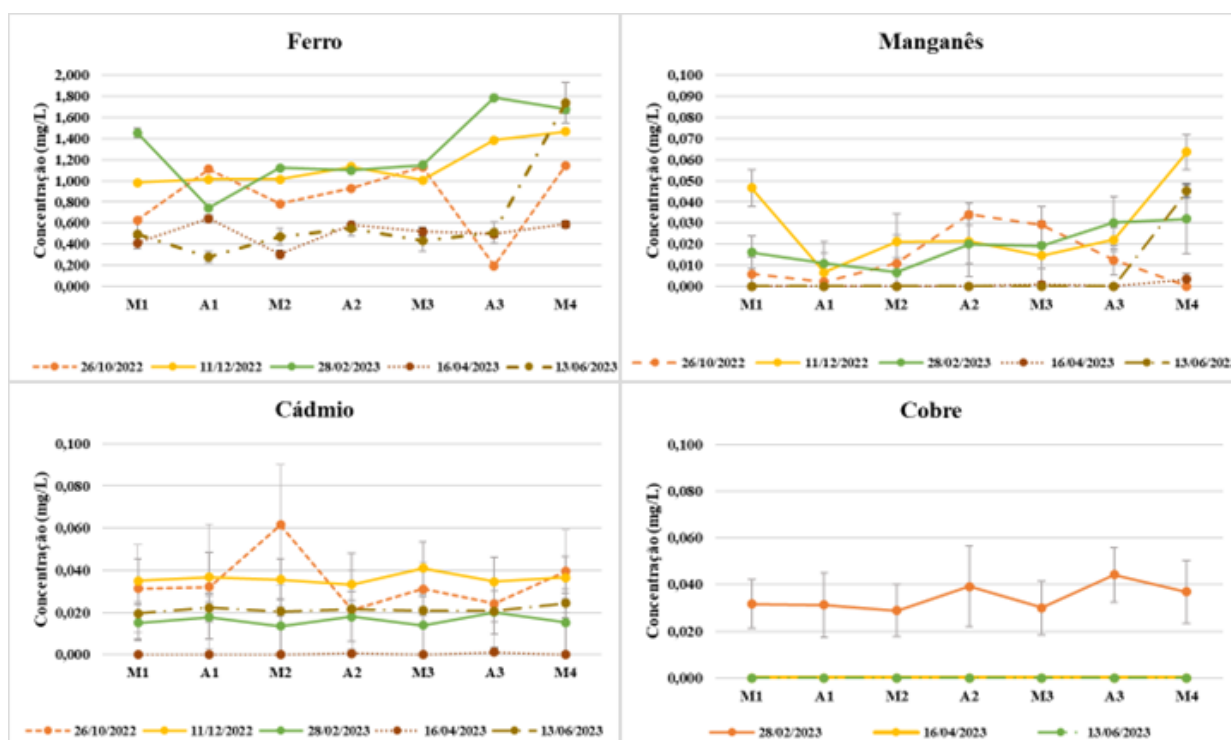
As concentrações dos metais foram determinadas para o período proposto: outubro de 2022 a junho de 2023 (Figura 2). Inicialmente foram analisadas as concentrações dos metais totais cádmio, ferro e manganês. A partir do ano de 2023, foram incluídas também as análises de cobre e chumbo.

As concentrações de metais na água ao longo do córrego Mumbuca mostraram variações durante o período de coleta, indicando relação com o período de chuvas e o período seco. Para o ferro, a menor concentração foi de $0,195 \pm 0,005$ mg/L para a Estação de Monitoramento A3 na coleta de 26 de outubro de 2022 e a maior concentração de $1,789 \pm 0,026$ mg/L para A3 na coleta de 28 de fevereiro de 2023. O valor máximo para o ferro dissolvido em águas doces Classe 2 é de 0,3 mg/L (BRASIL, 2005), portanto, observa-se concentrações mais elevadas no período de coleta analisado e ao longo do córrego nas estações de monitoramento. A indicação de concentrações superiores de ferro pode ser por decorrência das chuvas que carregam partículas de solo e rochas para os rios (AZEVEDO; CHASIN, 2003).

As concentrações de manganês não foram detectadas para M4 na coleta de 26 de outubro de 2022, para M1, A1, M2, A2 e A3 na coleta de 16 de abril de 2023 e para M1, A1, M2, M3, A2 e A3 na coleta de 13 de junho de 2023. A maior concentração observada para o manganês foi de $0,063 \pm 0,008$ mg/L para M4 na coleta de 11 de dezembro de 2022. O valor máximo para o manganês total é de 0,1 mg/L (BRASIL, 2005), assim, nenhuma das estações de monitoramento do córrego Mumbuca apresentaram concentrações acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).



Figura 2 – Concentrações de metais na água do córrego Mumbuca, entre outubro de 2022 e junho de 2023.



Fonte: Autores (2023)

Observou-se que a menor concentração de cádmio ocorreu na coleta de 16 de abril de 2023, com valor não detectado nas estações de monitoramento M1, A1, M2, M3 e M4. Já a maior concentração encontrada para o cádmio foi verificada na coleta de 26 de outubro de 2023 para M2 com $0,061 \pm 0,028$ mg/L. O valor máximo para o cádmio total é de 0,001 mg/L para águas doces Classe 2, conforme Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

O cobre e o chumbo foram incluídos nas análises a partir de 2023. O cobre e o chumbo não foram detectados nas coletas de 16 de abril de 2023 e 13 de junho de 2023. Na coleta de 28 de fevereiro de 2023, o chumbo não foi detectado e a maior concentração de



cobre encontrada foi de $0,044 \pm 0,011$ mg/L para A3. O valor máximo para o cobre dissolvido é de 0,009 mg/L (BRASIL, 2005).

As concentrações dos metais analisados que estão acima dos valores considerados seguros pela legislação sugerem contaminação da água do córrego por fontes pontuais e/ou difusas. O lançamento de esgotos industriais e domésticos sem tratamento no córrego podem estar contribuindo para as altas concentrações de metais encontradas.

CONCLUSÕES

A análise por variabilidade espaço-temporal permitiu conhecer o comportamento das concentrações de metais na Bacia Hidrográfica do Córrego Mumbuca em período chuvoso e seco, porém, uma série de campanhas de coletas bimestrais são necessárias para um monitoramento mais consistente da influência dos metais no curso d'água. Desse modo, recomenda-se a continuidade das coletas das amostras de água por um período de tempo maior.

Dentre os metais analisados, o ferro apresentou concentrações mais elevadas, podendo estar relacionado com o período chuvoso. O chumbo não foi detectado em nenhuma das amostras coletadas no período analisado. Sendo assim, este estudo torna-se uma contribuição para o diagnóstico da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Córrego Mumbuca, projeto de pesquisa com financiamento pela FAPEMIG.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Universidade Federal de Uberlândia e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (APQ01699-17 Demanda Universal) pelo apoio à realização da pesquisa e financiamento e ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo - MG.



REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987. 22 p.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu, 2003.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 357, 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>. Acesso em: 10 jul 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>>. Acesso em 07 jul. 2023.

GONÇALVES, P. E. R. S.; OLIVEIRA, A. P.; CRUZ, I. F. C.; ZEILHOFER, P.; DORES, E. F. G. C. Distribuição espacial de metais potencialmente tóxicos em água superficial nas bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço – MT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 157 – 168, 2015.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 4 ed. Belo Horizonte: DESA, Ed. UFMG, 2017.



SOCIEDADE, CULTURA E MEIO AMBIENTE



A MRV ENGENHARIA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Oracilda Aparecida de Freitas¹, Julio Cesar de Lima Ramires²

¹Doutora – PPGeo/UFU

²Professor – PPGeo/UFU

E-mail de contato oracildafreitas@gmail.com

Resumo: O objetivo central deste estudo é analisar as práticas de sustentabilidade ambiental da MRV Engenharia citadas em seus objetivos de desenvolvimento sustentável disponíveis nos relatórios de sustentabilidade da empresa. O percurso metodológico para atingir esses objetivos foi construído a partir de levantamento bibliográfico sobre os conceitos de sustentabilidade ambiental, desenvolvimento sustentável, objetivos de desenvolvimento sustentável, levantamento de dados secundários (relatórios, website, informações sistematizadas pela revista Exame e outras) e realização de entrevistas com representantes da MRV. Constatou-se nos relatórios de sustentabilidade da MRV Engenharia que a corporação afirma ter compromisso com o ODS 11 (“Cidades e comunidades sustentáveis”) para contenção das emissões de GEE até 2030. Por meio das entrevistas realizadas, percebemos que suas práticas ambientais são cumpridas para atendimento a requisitos legais, mas há pouco desdobramento de ações ambientais para a redução das desigualdades sociais nas cidades em que constrói empreendimentos imobiliários.

Palavras-chave: MRV Engenharia, objetivos de desenvolvimento sustentável, construção civil.

INTRODUÇÃO

O tema desenvolvimento sustentável e os discursos de sustentabilidade ambiental são proferidos por parte das grandes empresas e utilizados com grande frequência em suas estratégias comerciais. Ao longo do tempo algumas dessas corporações têm aderido a



compromissos voluntários, como Pacto Global e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), cujas metas são reduzir até 2030 as emissões de gases poluentes.

Cunhado por Elkington (1994), o conceito de Triple Bottom Line (TBL), definido como Tripé da Sustentabilidade, na língua portuguesa, apresenta o termo “sustentabilidade” pautado no equilíbrio entre os pilares: ambiental, econômico e social. Em tal contexto, as empresas têm expectativas de que esse processo surge a partir de um conhecimento, no qual os negócios necessitam de mercados estáveis com habilidades tecnológicas, financeiras e de gerenciamento, de modo a possibilitar a transição rumo ao desenvolvimento sustentável.

A construção civil representa uma parcela significativa do PIB nacional, correspondendo a 4% de seu valor total (GIL, 2021), sendo um setor que tem papel fundamental na realização dos ODS, devido ao seu amplo consumo de recursos naturais. Os impactos da construção civil observados no meio ambiente se relacionam ao consumo de matéria-prima, energia, geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas sejam provenientes do setor de construção (BRASIL, 2022).

A MRV Engenharia se descreve em seu website como pioneira no mercado de construção civil, bem como a maior construtora de empreendimentos residenciais da América Latina. Com mais de 8 mil fornecedores cadastrados, é a única construtora presente em 162 cidades brasileiras.

A corporação obteve em 2019 o prêmio “Sustentabilidade”, fornecido pelo *Guia Exame de Sustentabilidade*, a partir da meta de democratizar o acesso à energia solar, garantindo que 60% de seus empreendimentos lançados em 2018 fossem equipados com painéis fotovoltaicos, e até 2022 todas as construções deveriam seguir esse formato (MRV, 2020a).

Assim sendo, este estudo tem como objetivo central analisar as práticas de sustentabilidade ambiental da MRV Engenharia citadas em seus objetivos de desenvolvimento sustentável disponíveis nos relatórios de sustentabilidade da empresa.



MATERIAL E MÉTODOS

O percurso metodológico para atingir esses objetivos foi construído a partir de levantamento bibliográfico sobre os conceitos de sustentabilidade ambiental, desenvolvimento sustentável, objetivos de desenvolvimento sustentável. Levantamento de dados secundários contidos em seus relatórios institucionais, Website da empresa, informações sistematizadas pela revista Exame e outras sobre a MRV Engenharia e realização de entrevistas com representantes da MRV Engenharia.

SOBRE O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Durante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em 2015, foi realizada a Conferência das Partes (COP 21) ou Acordo de Paris, que consistiu em um compromisso internacional assinado por 195 países. Além disso, criou-se a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com o intuito de orientar políticas nacionais e atividades de cooperação internacional nos próximos 15 anos. Sendo assim, as ODS sucederam e atualizaram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (1 NAÇÕES UNIDAS, 2020).

Os ODS possuem relevância para reduzir as desigualdades sociais e as emissões de gases poluentes no meio ambiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida das pessoas, seja no campo, seja na cidade. De um total de 17 ODS alguns têm relações diretas como o desenvolvimento urbano. Destacamos: ODS 1 (Erradicação da Pobreza), ODS 10 (Redução das Desigualdades), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) Nações Unidas (2022).



Além de relevantes e conectadas entre si, algumas de suas ações estão em conformidade com o objeto de estudo desta pesquisa, em mostrar como o setor da construção civil contribui direta ou indiretamente com os ODS.

Convém reforçar que os ODS voltados para questões sociais propõem a erradicação da pobreza, redução das desigualdades sociais e melhoria da qualidade de vida da população, incluindo moradias de qualidade e preços acessíveis.

Pensar em sustentabilidade significa se abrir às possibilidades de mudanças, de valores, crenças, atitudes, comportamentos, modos de agir, produzir e consumir. Para isso, convém reformular políticas públicas, formas de gestão e modelos de desenvolvimento, cujas consequências e resultados ocorrerão em curto, médio e longo prazos (MARTINS; CÂNDIDO, 2013).

A MRV E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: OS CONTEÚDOS DO DISCURSO INSTITUCIONAL

Desde 2019, a MRV Engenharia tem procurado incorporar alguns dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sobretudo, por meio do ODS 11 - “Cidades e comunidades Sustentáveis”, que tem como foco tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Segundo MRV, (2020b) para alcançar os resultados propostos, a fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa no planeta até 2030, a empresa ainda reporta a evolução de suas ações com esse foco nos princípios propostos pela ONU.

Conforme o *Relatório de Sustentabilidade* (MRV, 2020b), a evolução da pauta ESG (a sigla ESG vem do inglês e significa Environmental, Social and Governance - Ambiental,



Social e Governança) nas organizações é um tema de ampla atenção na sociedade e no mercado financeiro. Por isso, a empresa tem buscado amadurecê-la em suas ações.

No *Relatório de Sustentabilidade* de 2021 (MRV, 2020b), a construtora ainda destaca os processos de gestão de água, efluentes e resíduos nos canteiros de obras. Dentre as ações ambientais implementadas, ressalta-se: o reaproveitamento de água; caixa de decantação para efluentes; a reutilização e compra de materiais mais sustentáveis; a aplicação do Programa de Geração de Resíduos da Construção Civil, o cumprimento de requisitos legais e plantio de mudas para compensar a supressão vegetal, devido à retirada de recursos naturais para a construção de um empreendimento.

A partir de entrevistas realizadas com o gerente de sustentabilidade da MRV de Belo Horizonte e com sua analista ambiental em Uberlândia, foi possível contextualizar a prática de sustentabilidade da empresa.

Conforme o gerente de sustentabilidade, antes de iniciar um projeto, a empresa realiza um estudo de impacto adequado aos ODS e legislações municipais.

De mudanças climáticas, a nossa empresa é embaixadora da ODS 11 [“Cidades sustentáveis”]. Então os nossos projetos sempre têm uma pegada ali junto com os 17 ODS. [...] Qualquer coisa que vamos fazer dentro da empresa tem que estar vinculado a algum ODS. É claro que a gente tem os mais intensos, vinculados ao negócio, que vão aparecer. Aí em cima disso a gente trabalha com foco com os outros [ODS] quase periféricos.

O colaborador da empresa afirma que o ODS 11 tem o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de modelos sustentáveis e inteligentes de habitação e urbanização. Isso acontece com novas tecnologias de construção; observação dos contextos sociais nas regiões de atuação da empresa; análises do ciclo de vida dos empreendimentos; gestão responsável e eficiente de água, energia, emissões e de uso, reuso e descarte de materiais; proteção do meio ambiente; redução de possíveis impactos ambientais.

CONCLUSÕES



As empresas de construção civil têm importância econômica para o país e para as municipalidades, impactando fortemente o meio ambiente, bem como a fisionomia das cidades. Para que uma construção seja sustentável, é necessária a adoção de práticas específicas tanto na concepção de projetos quanto nas fases de construção e ocupação de imóveis por seus moradores.

Observa-se nesse âmbito a aderência ao Pacto Global da ONU, que tem contribuído de maneira direta ou indireta para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, visando beneficiar seus negócios. Essas corporações têm ainda associado essas metas a projetos socioambientais, como forma de minimizar impactos na natureza e nas “desigualdades sociais” nos locais em que atuam.

Constatou-se nos relatórios de sustentabilidade da MRV Engenharia que a empresa tem compromisso com o ODS 11 (“Cidades e comunidades sustentáveis”) para contenção das emissões de GEE até 2030. Por meio das entrevistas realizadas, percebemos que suas práticas ambientais são cumpridas para atendimento a requisitos legais e há pouco desdobramento de ações ambientais para a redução das desigualdades sociais.

Não conseguimos ter acesso detalhado a todas as ações ambientais da organização e seus compromissos com os ODS, especialmente aqueles de relação direta com a problemática urbana, tais como: “cidades e comunidades sustentáveis” (ODS 11), “erradicação da pobreza” (ODS 1) e “redução das desigualdades” (ODS 10). Para uma empresa que tem atuação em 162 cidades, e se coloca entre as maiores do país em termos financeiros, julgamos que suas ações relacionadas ao cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável são modestas, e precisam ser incrementadas.

Os discursos sobre sustentabilidade ambiental da MRV procuram construir uma boa imagem sem grande compromisso com a justiça social urbana — somente algumas ações implementadas internamente produzem resultados. Trata-se, em grande parte, de uma



estratégia de acumulação de capital em um contexto de globalização e acirramento competitivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Construção sustentável**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2022. Portal: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>. Acesso em: 18 fev. 2022.

ELKINGTON, John. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, Berkeley, v. 36, n. 2, 90-100, 1994. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1635822](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1635822). Acesso em: 20 jan. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/41165746>

GIL, Lucas Almeida. **Análise da conjuntura de incorporadoras e construtoras frente ao movimento Environmental, Social and Governance – ESG no Brasil**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise da sustentabilidade urbana no contexto das cidades: proposição de critérios e indicadores. *In: ENCONTRO DA ANPAD*, 37., 2013, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2013. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GCT2482.pdf. Acesso em: 13 set. 2020.

MRV. **MRV celebra 37 premiações conquistadas em 2019**. Belo Horizonte, 2020a. Portal: MRV. Disponível em: <https://www.mrv.com.br/institucional/pt/relacionamentos/releases/mrv-celebra-37-premiacoes-conquistadas-em-2019>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MRV. **Relatório de sustentabilidade**. Belo Horizonte: MRV, 2020b. Disponível em: <https://www.mrv.com.br/sustentabilidade/pt/relatorio-de-sustentabilidade>. Acesso em: 15 ago. 2021.



NAÇÕES UNIDAS (Brasil) **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** Brasília, DF, 2022. Portal. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 25 abr. 2022.

NAÇÕES UNIDAS (Brasil). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** [S. l.]: Nações Unidas, 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 13 set. 2020.



RACISMO AMBIENTAL EM COMUNIDADES URBANAS BRASILEIRAS: reflexões para a construção de cidades inteligentes inclusivas

Júlia Fernandes Rodrigues¹

¹Mestranda em Ciências Ambientais – PPGCIAMB/UEMG

Resumo: As tecnologias empregadas nas cidades inteligentes podem combater as desigualdades ambientais resultantes do racismo, porém, se desenvolvidas de forma equitativa. Com isso, o objetivo deste estudo é apresentar reflexões a cerca do racismo ambiental em comunidades urbanas brasileiras para propor a construção de cidades inteligentes inclusivas que combatam a discriminação socioambiental. Assim, os métodos utilizados foram a pesquisa qualitativa, a revisão bibliográfica, e a análise documental, com base em estudos anteriores de artigos científicos e livros. Além disso, destaca-se a importância de políticas urbanas que reconheçam as experiências e necessidades de comunidades historicamente marginalizadas, a fim de criar cidades sustentáveis e socialmente justas.

Palavras-chave: Justiça ambiental, desigualdades socioambientais, cidades sustentáveis.

INTRODUÇÃO

A reflexão acerca do racismo ambiental em comunidades urbanas brasileiras é de extrema importância, uma vez que através desse fenômeno grupos étnicos minoritários são afetados de maneira desproporcional por injustiças e disparidades no acesso aos recursos naturais e qualidade de vida (PACHECO, 2008).

Nesse sentido, o estudo visa contribuir com o debate sobre cidades inteligentes inclusivas, por meio da análise sobre o racismo ambiental. A principal questão que se pretende abordar é a necessidade de tratar o viés social às temáticas de inovação e desenvolvimento econômico.



Como as cidades inteligentes irão alcançar suas metas se não garantirem de maneira equitativa o meio ambiente e demandas básicas para as pessoas?

Dessa forma, o primeiro passo é tratar o racismo ambiental como aspecto fundamental do desenvolvimento sustentável e da justiça social. Assim, esse estudo justifica-se pela carência de conscientização sobre essa problemática e para contribuir na busca de soluções. Ademais, o objetivo geral deste resumo é apresentar reflexões sobre o racismo ambiental em comunidades urbanas brasileiras para a promoção de cidades inteligentes inclusivas, além de compreender e debater os fatores sociais na promoção da justiça ambiental.

Portanto, o êxito das cidades inteligentes requer a adoção de políticas e práticas que garantam o acesso equitativo aos recursos naturais e benefícios urbanos, através dos esforços do governo, da sociedade e dos setores privados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho a metodologia aplicada foi à pesquisa bibliográfica e documental, ademais o estudo *ex post facto*, para analisar os impactos do contexto histórico colonial.

Diante disso, a abordagem do estudo foi feita por pesquisa qualitativa, com fundamentação teórica composta por artigos científicos e livros. Além disso, foram empregados dispositivos constitucionais, estudos antropológicos, sociológicos, e ambientais, que evidenciam as desigualdades e as consequências para as comunidades afetadas.

Assim, as bases de dados utilizadas foram os Periódicos da CAPES, o Google Acadêmico e a biblioteca SciELO. As palavras-chave utilizadas na busca dessas bases foram: racismo ambiental, comunidades urbanas e cidades inteligentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



A raça foi um elemento essencial para definir as hierarquias sociais, o poder do Estado e o desenvolvimento econômico, sendo as práticas racistas legitimadas pelo direito ao longo do tempo (ALMEIDA, 2019). Diante disso, o autor Silvio Luiz de Almeida, em seu livro “Racismo Estrutural” (2019, p. 32), dispõe o conceito de racismo como:

O racismo é uma forma sistemática de discriminação que tem a raça como fundamento, e que se manifesta por meio de práticas conscientes ou inconscientes que culminam em desvantagens ou privilégios para indivíduos, a depender do grupo racial ao qual pertençam.

Essa discriminação está presente nas questões ambientais. Conforme Malcom Ferdinand (2022), em seu livro “Ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho”, os recursos naturais eram elementos vistos como algo a serem conquistados pelos grupos dominantes, então as comunidades racializadas além de sofrerem com esse processo de dominação dos corpos, também eram excluídos das pautas ambientais.

Dessa forma, o racismo ambiental surge como conceito entre 1978 e 1982, através do movimento negro dos Estados Unidos, a partir de protestos contra a instalação de uma indústria que depositaria resíduos tóxicos em uma comunidade negra no Condado de Warren, na Carolina do Norte (PACHECO, 2008).

O sociólogo norte-americano Robert D. Bullard (2004, p. 3) traz o conceito de racismo ambiental:

O racismo ambiental refere-se a qualquer política, prática ou diretiva ambiental que afete de forma diferenciada ou prejudique (intencionalmente ou não) indivíduos, grupos ou comunidades com base na raça ou cor. O racismo ambiental é reforçado por instituições governamentais, legais, econômicas, políticas e militares. Este tipo de racismo combina com políticas públicas e práticas da indústria para fornecer benefícios para os países do Norte enquanto transferir custos para os países do sul. (tradução)

Além disso, Selene Herculano (2008) afirma que o racismo ambiental aflige as mais variadas etnias, tais como ribeirinhos, pescadores, pantaneiros, quilombolas dentre outros, que



por vezes se deparam com empreendimentos desenvolvimentistas, quando não expulsos de seus territórios, ou empurrados às favelas como as pessoas negras ao longo da história do país.

De acordo com uma divulgação prévia dos dados do Censo Demográfico 2022, dada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o Brasil tem 11.403 favelas, onde vivem cerca de 16 milhões de pessoas, em um total de 6,6 milhões de domicílios (UOL, 2023). Já a população em situação de rua atinge 281.472 pessoas em 2022, como consta na publicação “Estimativa da População em Situação de Rua no Brasil (2012-2022)”, pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (IPEA, 2023).

As comunidades urbanas afetadas por esse fenômeno estão inseridas em carências de saneamento básico, incluindo a falta de água, a ausência de instalações sanitárias, esgoto a céu aberto, moradias em encostas sujeitas a deslizamentos e enchentes, lixões, poluição dos recursos hídricos, dentre outras privações ambientais (JESUS, 2020).

A questão urbana é pauta na Agenda 2030, incorporada por países membros das Nações Unidas, como o Brasil, que traz 169 metas ligadas a 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Dentre esses objetivos, o 11º propõe tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, mas sua efetivação depende de vários indicadores sociais. Ademais, os ODS prevêm uma série de questões que contribuem para o combate ao racismo ambiental, como erradicar a pobreza, a fome, água potável, saneamento básico, dentre outros (ONU, 2023).

Consoante a isso, surge o conceito de cidades inteligentes, sendo o uso das tecnologias para planejar e gerir o crescimento de forma sustentável e garantir qualidade de vida para todas as pessoas. Apesar disso, a realidade brasileira aponta para uma exclusão digital, em contrapartida às inovações tecnológicas tem-se a falta de alcance das populações periféricas a esses recursos. Nesse sentido as cidades inteligentes somente terão efetividade quando a inclusão sociodigital atingir grande parte da população de maneira digna (JUNGES, 2020).



No Brasil o meio ambiente ecologicamente equilibrado é uma garantia fundamental constitucional, nos termos do artigo 225. É bem de uso comum do povo, e essencial qualidade de vida, além de ser responsabilidade do Poder Público e da coletividade. Para que haja efetividade é necessário o mapeamento dessas resistências, e o destaque do conceito para fiscalização e elaboração de políticas públicas, além do acesso equitativo a tecnologias e inovação (FILGUEIRA, 2021).

CONCLUSÕES

Em conclusão, este resumo apresenta reflexões sobre o racismo ambiental que atinge comunidades urbanas, para propor a discussão social em relação às cidades inteligentes. Diante disso, o racismo ambiental refere-se à maneira desproporcional que determinados grupos étnicos minoritários são afetados pela degradação ambiental e pela falta de acesso a recursos naturais.

Assim, para construir cidades inteligentes e inclusivas é necessário considerar os impactos das políticas públicas e planejamento urbano sobre as comunidades marginalizadas. Isso inclui garantir a infraestrutura básica, como água potável, saneamento, transporte acessível, espaços verdes e educação ambiental.

Para isso, enfrentar o racismo ambiental é fundamental, pois, somente por meio de esforços coletivos e engajamento ativo, podem-se alcançar cidades verdadeiramente sustentáveis e inclusivas para todas as pessoas.

Agradecimentos: Agradecimento especial à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro proporcionado, que viabilizou a realização deste estudo.



REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração**. Rio de Janeiro, 2018. 68 p.

ALMEIDA, Silvio Luiz de. **Racismo estrutural**. São Paulo: Sueli Carneiro, 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Art. 5º.

BULLARD, R. D. **Environment and Morality: Confronting Environmental Racism in the United States** United Nations Research Institute for Social Development. Genebra. 2004. Disponível em: <<https://www.csu.edu/cerc/researchreports/documents/EnvironmentAndMortalityConfrontingEnvironmentalRacismInUSABullard2004.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2023.

FERDINAND, Malcom. **Ecologia Decolonial pensar a partir do mundo caribenho**. 1 ed. Ubu Editora, 2022.

FILGUEIRA, André Luiz de Souza. **Racismo Ambiental, Cidadania e Biopolítica: considerações gerais em torno de espacialidades racializadas**. Ateliê Geográfico, 2021. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/69990/37336>> . Acesso em: 26 jun 2023.

HERCULANO, Selene. **O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental**. 2008. Disponível em <<http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/art-2-2008-6.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Estimativa da população em situação de rua no Brasil (2012-2022)**. Nota técnica 103, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11604>>. Acesso em 26 jun 2023.

JESUS, Victor de. **Racializando o olhar (sociológico) sobre a saúde ambiental em saneamento da população negra: um continuum colonial chamado Racismo Ambiental**. Saúde e Sociedade, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/5LRzFP3sP8kCDbhnJy6FkDH/abstract/?lang=pt>> . Acesso em: 26 jun 2023.



JUNGES, Jose Roque. Cidades inclusivas, seguras, resilientes y sustentáveis: Análise crítica a partir da Bioética urbana. **Revista Iberoamericana de Bioética**, n. 13, p. 01–15, 2020. Disponível em: <<https://revistas.comillas.edu/index.php/bioetica-revista-iberoamericana/article/view/12267>>. Acesso em: 26 jun 2023.

MENDES, Eber da Cunha. **Métodos e técnicas de pesquisa**. Espírito Santo: Centro de Ensino Superior Fabra, 2016.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 26 jun 2023.

UOL. **IBGE: Brasil tem 11.403 favelas, onde vivem cerca de 16 milhões de pessoas**. 2023. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2023/03/17/ibge-brasil-tem-11403-favelas-onde-vivem-cerca-de-16-milhoes-de-pessoas.amp.htm>>. Acesso em: 26 jun 2023.

PACHECO, Tânia. **Desigualdade, injustiça ambiental e racismo: uma luta que transcende a cor**. 2008. Disponível em: <<https://racismoambiental.net.br/textos-e-artigos/desigualdade-injustica-ambiental-e-racismo-uma-luta-que-transcende-a-cor/>>. Acesso em: 26 jun 2023.